Tartuntakierteiden veto- ja leikkaus-kapasiteettien mittausarvojen määritys

Tilaaja: Salon Tukituote Oy

VTT RAKENNUS- JA YHDYSKUNTATEKNIIKKA

Tilaaja Salon Tukituote Oy
Kaakelitehtaankatu 13
24260 Salo

Tilaus Ari Haanpää, 9.3.2004

Yhteyshenkilö VTT:ssä **VTT RAKENNUS- JA YHDYSKUNTATEKNIIKKA**
Tutkimusinsinööri Heikki Lintunen
PL 1805 (Kemistintie 3, Espoo)
02044 VTT
Puh. 09 456 6692, Telekopio 09 456 7003
Sähköposti heikki.lintunen@vtt.fi

Tehtävä **Tartuntakierteiden veto- ja leikkauskapasiteettien mitoitusarvojen määritys**

1 Näytteet

Tilaaja toimitti VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan laboratorioon neljä betonilaattaa. Laattoihin oli betonoinnin yhteydessä sijoitettu erikokoisia tartuntakierteitä yhteensä 94 kappaletta. Laattojen mitat olivat seuraavat:

Laatta nro 1, 2000 * 2000 * 350 mm^3
Laatta nro 2, 2400 * 2400 * 180 mm^3
Laatta nro 3, 2000 * 2000 * 135 mm^3
Laatta nro 4, 1600 * 2000 * 80 mm^3

Laattojen betonointi oli suoritettu vaakasuorassa asennossa.

Laatan nro 1 (valettu 4.8.2004) yläpintaan oli sijoitettu seuraavat tartuntakierteet:

M10 * 60 N:o 410R, 5 kpl
M12 * 70 N:o 410R, 5 kpl
M16 * 90 N:o 410R, 5 kpl
M 20 * 100 N:o 410R, 5 kpl
M 20 * 100 N:o 410, 3 kpl

ja betonointisuuntaan nähden alapintaan seuraavat tartuntakierteet:

M12 * 70 N:o 410, 3 kpl
M16 * 50 N:o 410R, 1 kpl
M16 * 90 N:o 410, 3 kpl
M 20 * 120 N:o 410R, 5 kpl
M 20 * 120 N:o 410, 3 kpl

VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT:stä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Laatan nro 2 (valettu 5.8.2004) yläpintaan oli sijoitettu seuraavat tartuntakierteet:

M12 * 50 N:o 410R, 5 kpl
M16 * 50 N:o 410R, 4 kpl
M20 * 10 N:o 410R, 5 kpl
M 20 * 100 N:o 410, 3 kpl
M 20 * 120 N:o 410R, 5 kpl
M 20 * 120 N:o 410, 3 kpl

Laatan nro 3 (valettu 5.8.2004) yläpintaan oli sijoitettu seuraavat tartuntakierteet:

M10 * 45 N:o 410R, 5 kpl
M12 * 70 N:o 410R, 5 kpl
M12 * 70 N:o 410, 3 kpl
M 16 * 90 N:o 410R, 5 kpl
M 16 * 90 N:o 410, 3 kpl

Laatan nro 4 (valettu 6.8.2004) yläpintaan oli sijoitettu seuraavat tartuntakierteet:

M12 * 50 N:o 410R, 5 kpl
M16 * 50 N:o 410R, 5 kpl

Tartuntakierteet oli sijoitettu laattoihin siten, että keskiöetäisyys $K \geq 4 * L$, kuitenkin ≥ 400 mm ja reunaetäisyys $E \geq 2 * L$, kuitenkin ≥ 200 mm sekä laatan paksuus $H \geq 1{,}5 * L$. Kaavoissa L = tartuntakierteen upotussyvyys.

2 Kokeet

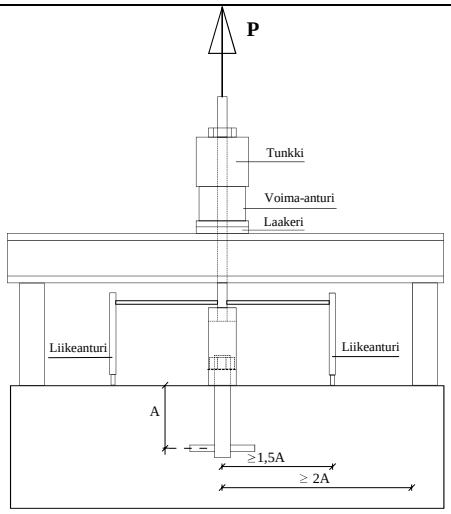
2.1 Vetokoe

Vetokokeet suoritettiin 13 - 5.9.2004.

Vetolaitteen voima siirrettiin laattaan kahden tuen kautta. Tukijalkojen etäisyys vedettävästä tartuntakierteestä oli vähintään kaksi kertaa asennussyvyyden suuruinen. Tartuntakierteet kuormitettiin sen akselin suuntaisella staattisella vetokuormituksella, jota lisättiin tartuntakierteen murtumiseen saakka. Vetolaitteen välikappale kiinnitet-tiin ankkurin sisäkierteeseen kuusioruuvilla.

Kuormituksen aikana mitattiin tartuntakierteen liukumaa voiman suunnassa kahdella sähköisellä liikeanturilla. Kaavio vetokokeen koejärjestelyistä on esitetty kuvassa 1.

VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain
VTT:stä saadun kirjallisen luvan perusteella.



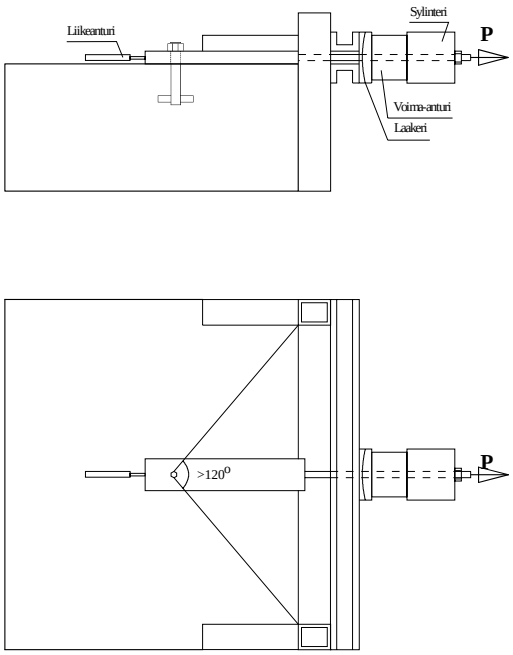
Kuva 1. Vetokokeen koejärjestely.

2.2 Leikkauskoe

Leikkauskokeet suoritettiin 15 - 6.9.2004.

Vetolaitteet tuettiin laatan reunaan siten, että tukien välimatka näkyi tartuntakierteestä katsottuna 120 asteen kulmassa. Leikkausvoiman siirtävään teräslattaan oli porattu 1 mm kunkin tartuntakierteen läpimittaa suuremmat reiät.

Leikkausvoiman siirtävä teäslatta kiinnitettiin ankkurin sisäkierteeseen kuusioruuvilla. Leikkausvoima oli staattinen ja sitä lisättiin tartuntakierteen murtumiseen saakka. Kuormituksen aikana mitattiin tartuntakierteen liukumaa voiman suunnassa sähköisellä liikeanturilla. Kaavio leikkauskokeen koejärjestelyistä on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Leikkauskokeen koejärjestely.

VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain
VTT:stä saadun kirjallisen luvan perusteella.

2.3 Betonin puristuslujuus

Laatoista irrotettiin ø 100 mm:n ja 75 mm:n lieriöporilla näytteet. Näytteistä valmistettiin Suomen rakentamismääräyskokoelman (RakMK) ohjeen B4 mukaiset rakennekoekap-paleet, jotka testattiin standardin SFS 4474 kohdan 5 mukaisesti.

3 Tulokset

Suoritettujen kokeiden tulokset on esitetty seuraavissa taulukoissa ja liitteissä:
- vetokokeiden tulokset, taulukko 1,
- leikkauskokeiden tulokset, taulukko 2,
- betoni tiheys ja puristuslujuus, taulukko 3,
- vetokokeiden tuloksista lasketut ominaisvetokapasiteetit, taulukko 4,
- leikkauskokeiden tuloksista lasketut ominaisleikkauskapasiteetit, taulukko 5,
- kuorma-liukuma-kuvaajat, liite 2.

Taulukoon 1 ja 2 merkitty kuorma P_{max} on kokeessa saavutettu murtokuorma. Kuorma P_L on ankkurille 3 mm:n liukuman voiman suunnassa aiheuttanut kuorma.

Taulukko 1. Vetokokeiden tulokset betonista K25.

Tartuntakierre	P_{max} kN	P_L kN	Huomautuksia
M10 * 45 N:o 410			
1	20,12	-	1)
2	20,26	-	1)
3	18,42	-	1)
4	18,45	-	1)
5	18,04	-	1)
M10 * 60 N:o 410R			
1	26,33	-	1)
2	24,08	-	1)
3	25,13	-	1)
4	21,98	-	1)
5	22,12	-	1)
M12 * 50 N:o 410R			
1	22,05	-	1)
2	24,61	-	1)
3	21,89	-	1)
4	20,29	-	1)
5	24,73	-	1)
M12 * 70 N:o 410R			
1	37,67	-	1)
2	37,32	-	1)
3	39,21	-	1)
4	37,80	-	1)
5	39,64	-	1)

jatkuu

VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT:stä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Taulukko 1. jatkoa.

Tartuntakierre	P_{max} kN	P_L kN	Huomautuksia
M12 * 70 N:o 410			
1	41,67	-	1)
2	37,73	-	1)
3	36,40	-	1)
M16 * 50 N:o 410R			
1	19,51	-	1)
2	21,39	-	1)
3	21,98	-	1)
4	22,25	-	1)
5	21,77	-	1)
M16 * 90 N:o 410R			
1	55,37	-	1)
2	52,47	-	1)
3	51,35	-	1)
4	56,47	-	1)
5	57,35	-	1)
M16 * 90 N:o 410			
1	51,00	-	1)
2	52,66	52,43	1) 2)
3	55,43	-	1)
M20 * 100 N:o 410R			
1	58,21	-	1)
2	60,44	-	1)
3	63,79	-	1)
4	70,38	-	1)
5	68,68	-	1)
M20 * 100 N:o 410			
1	64,49	-	1)
2	58,93	-	1)
3	67,15	-	1)
M20 * 120 N:o 410R			
1	80,43	-	1)
2	78,10	70,01	1) 2)
3	83,47	81,96	1) 2)
4	79,63	77,67	1) 2)
5	72,43	-	1)

jatkuu

VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT:stä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Taulukko 1.jatkoa.

Tartuntakierre	P_{max} kN	P_L kN	Huomautuksia
M20 * 120 N:o410			
1	80,57	75,19	1) 2)
2	84,02	83,37	1) 2)
3	80,38	77,92	1) 2)

1) Betoni murtui kartiona
2) Tartuntakierre liukuu

Taulukko 2. Leikkauskokeiden tulokset betonista K25.

Tartuntakierre	P_{max} kN	P_L kN	Huomautuksia
M12 * 50 N:o 410R			
1	27,19	-	1)
2	24,74	-	1)
3	26,60	-	1)
4	26,01	-	1)
5	22,42	-	1)
M12 * 70 N:o 410R			
1	36,07	-	1)
2	41,36	38,95	1) 2)
3	38,60	-	1)
4	41,10	36,51	1) 2)
5	42,27	36,63	1) 2)
M12 * 70 N:o 410			
1	41,51	36,17	1) 2)
2	43,36	36,29	1) 2)
3	45,45	34,89	1) 2)
M16 * 50 N:o 410R			
1	25,81	-	1)
2	28,81	28,62	1) 2)
3	25,30	24,96	1) 2)
4	28,40	-	1)
5	27,81	-	1)
M16 * 90 N:o 410R			
1	43,98	-	1)
2	40,23	-	1)
3	51,00	43,32	2) 3)
4	49,75	-	1)
5	43,08	-	1)

jatkuu

VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT:stä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Taulukko 2. jatkoa

Tartuntakierre	P_{max} kN	P_L kN	Huomautuksia
M16 * 90 N:o 410			
1	47,97		1)
2	50,07	48,41	1) 2)
3	47,20		1)
M20 * 100 N:o 410R			
1	70,03	-	1)
2	71,61	70,90	1) 2)
3	71,82	-	1)
4	75,95	75,70	1) 2)
5	68,91	-	1)
M20 * 100 N:o 410			
1	79,01	67,90	1) 2)
2	84,67	70,16	1) 2)
3	80,47	65,69	2) 3)
M20 * 120 N:o 410R			
1	74,04	72,52	1) 2)
2	85,86	72,22	1) 2) 3)
3	84,58	78,68	1) 2)
4	85,12	81,35	1) 2)
5	79,55	77,11	1) 2)
M20 * 120 N:o410			
1	81,75	69,64	2) 3)
2	85,13	72,22	2) 3)
3	77,57	69,68	2) 3)

1) Betoni murtui reunakartiona
2) Tartuntakierre liukuu
3) Tartuntakierre katkesi

VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain
VTT:stä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Taulukko 3. Betonin tiheydet ja puristuslujuudet

Näytteen ottokohta laatta nro	testauspäivä	Koelieriön tiheys kg/m^3	puristuslujuus MN/m^2
1	15.09.2004	2330	25,0
	“	2310	25,5
	“	2330	25,5
2	17.09.2004	2390	28,0
	“	2290	26,0
	“	2330	25,0
3	17.09.2004	2320	26,5
	“	2350	28,0
	“	2340	25,0
4	17.09.2004	2280	28,0
	“	2240	27,0
	“	2270	27,5

Taulukko 4. Ominaisvetokapasiteetti vetokokeessa betonista K25.

Ankkuri	Betonin lujuus-luokka	Koetuloksien keskiarvo F_{cm} kN	keskihajonta s kN	variaatio-kerroin δ_t	Ominaiveto-kapasiteetti F_{ck} kN
M10 * 45 N:o 410	K25	19,06	1,05	0,06	17,33
M10 * 60 N:o 410R	K25	23,93	1,89	0,08	20,81
M12 * 50 N:o 410R	K25	22,71	1,91	0,08	19,56
M12 * 70 N:o 410R	K25	38,13	1,33	0,04	35,94
M12 * 70 N:o 410	K25	38,60 1)	2,74	0,07	-
M16 * 50 N:o 410R	K25	21,38	1,09	0,05	19,58
M16 * 70 N:o 410R	K25	-	-	-	2)
M16 * 90 N:o 410R	K25	54,60	2,59	0,05	50,33
M16 * 90 N:o 410	K25	53,03 1)	2,24	0,04	-
M20 * 100 N:o 410R	K25	64,30	5,21	0,08	55,70
M20 * 100 N:o 410	K25	65,19 1)	5,55	0,09	-
M20 * 120 N:o 410R	K25	78,81	4,07	0,05	72,09
M20 * 120 N:o410	K25	81,66	2,04	0,03	-

1) Kolme koetulosta
2) Tartuntakierteen M16 * 70 N:o 410R ominaisvetokapasiteetti voidaan interpoloida tartuntakierteiden M16 * 50 ja M16 * 90 ominaisvetokapasiteeteista.

VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT:stä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Taulukko 4. Ominaisleikkauskapasiteetti leikkauskokeessa betonista K25.

Ankkuri	Betonin lujuus-luokka	Koetuloksien keskiarvo F_{cm} kN	keskihajonta s kN	variaatio-kerroin δ_t	Ominaisleikkaus-kapasiteetti F_{ck} kN
M12 * 50 N:o 410R	K25	25,39	1,89	0,07	22,27
M12 * 70 N:o 410R	K25	39,88	2,53	0,06	35,71
M12 * 70 N:o 410	K25	43,44 1)	1,97	0,05	-
M16 * 50 N:o 410R	K25	27,23	1,58	0,06	24,62
M16 * 70 N:o 410R	K25	-	-	-	2)
M16 * 90 N:o 410R	K25	45,61	4,59	0,10	38,04
M16 * 90 N:o 410	K25	48,41 1)	1,49	0,03	-
M20 * 100 N:o 410R	K25	71,66	2,68	0,04	67,24
M20 * 100 N:o 410	K25	81,38 1)	2,94	0,04	-
M20 * 120 N:o 410R	K25	81,83	5,01	0,06	73,56
M20 * 120 N:o410	K25	81,48 1)	3,79	0,05	-

1) Kolme koetulosta

2) Tartuntakierteen M16 * 70 N:o 410R ominaisleikkauskapasiteetti voidaan interpoloida tartuntakierteiden M16 * 50 N:o 410R ja M16 * 90 N:o 410R ominaisleikkauskapasiteeteista.

Ominaiskapasitetti on laskettu kaavasta

$$\mathbf{F_{ck} = f_{cm} - 1{,}65 * s}$$

missä f_{cm} = vetokokeissa mitattujen kuormien (P_{max}) keskiarvo
s = vetokokeissa mitattujen kuormien keskihajonta, jonka arvo saadaan lausekkeesta.

$$\mathbf{s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (f_{ci} - f_{cm})^2}{n - 1}}}$$

missä f_{ci} = yksittäinen tulos
n = koetuloksien lukumäärä.

4 Tartuntakierteiden käyttö nostoeliminä

Suomen rakentamismääräyskokoelman (RakMK) osan B4 kohdan 2.6.1.5 mukaan elementin nostoankkurin ja sen kiinnityksen laskentakuormana tulee käyttää kuormaa, jonka suuruus on vähintään elementin painosta aiheutuva kuorma nelinkertaisena. Taulukossa 5 esitetään tartuntakierteen sallittu pystysuora kuorma (elementin sallittu paino) nostokulman arvoilla 0^o (pystysuora nosto), 30^o ja 60^o. Nostokulman arvo 90^o kuvaa tartuntakierteen sallittua leikkausvoimaa. Nostokulmalla tarkoitetaan nostovaijerin ja pystysuoran viivan välistä kulmaa.

VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT:stä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Elementin painoa laskettaessa yhdistetyn veto- ja leikkauskuormituksen ehtoina on käytetty yhtälöitä

$$\beta_N \leq 1$$
$$\beta_V \leq 1$$
$$\beta_N + \beta_V \leq 1{,}2,$$

joissa β_N ja β_V on tartuntakierteen laskentakuorman ja kapasiteetin suhde veto- ja leikkauskuormituksessa.

Taulukko 5. Tartuntakierteen sallittu pystysuora kuorma (elementin sallittu paino) (kN) nostokulman arvoilla 0^o, 30^o, 60^o ja tartuntakierteen sallittu leikkausvoima (nostokulman arvo 90^o), betoni K25.

Tartuntakierre	Tartuntakierteen sallittu pystysuora kuorma (elementin paino) (kN)			
	Nostokulma			
	90^o (sallittu leikkausvoima)	60^o	30^o	0^o (pystysuora nosto)
M12 * 50 N:o 410R	5,6	2,3	3,9	4,9
M12 * 70 N:o 410R	8,9	3,9	6,8	9,0
M16 * 50 N:o 410R	6,2	2,5	4,0	4,9
M16 * 70 N:o 410R	8,9	3,9	6,8	9,0
M16 * 90 N:o 410R	9,5	4,6	8,6	12,6
M20 * 100 N:o 410R	16,8	6,9	11,3	13,9
M20 * 120 N:o 410R	18,4	8,0	13,8	18,0

Taulukon 5 arvoja voidaan käyttää myös tartuntakierteillä N:o 410, N:o 310R ja N:o 310.

5 Tartuntakierteiden käyttö kuormia siirtävinä metalliosina

Taulukossa 6 esitetään tartuntakierteiden veto- ja leikkauskapasiteettien laskenta-arvot, kun tartuntakierteitä käytetään muina kuormia siirtävinä metalliosina (RakMK B4: 4.1.2.4) kuin nostoeliminä. Tartuntakierteen laskentakuorman (osa-varmuus-kertoimilla kerrottu ominaiskuorma, RakMK B1) tulee olla pienempi kuin veto- tai leikkauskapasiteetin laskenta-arvo.

Taulukon 6 kapasiteettien laskenta-arvot on saatu jakamalla ominaiskapasiteetti kiinnityksen murtumistavasta riippuvalla varmuuskertoimella. Koska murtumisen aiheutti kiinnitysalustan betonin murtuminen, varmuuskertoimena voidaan pitää arvoa 1,5 (raudoitettu rakenne). Lisäksi hauraan murtumisen tapauksessa, kuten tartunta-ankkuroinnin murtuminen, käytetään lisävarmuuskerrointa 1,2.

Tartuntakierteiden käyttörajatilatarkasteluissa tarvittavat siirtymät esitetään liitteessä 2 tartuntakierteen kuorma-liukuma-riippuvuutena.

VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain
VTT:stä saadun kirjallisen luvan perusteella.

Taulukko 6. Tartuntakierteiden veto- ja leikkauskapasiteettien laskenta-arvot, betoni K25.

Ankkuri	Vetokapasiteetin laskenta-arvo (kN)	Leikkauskapasiteetin laskenta-arvo (kN)
M10 * 45 N:o 410	9,6	-
M10 * 60 N:o 410R	11,5	-
M12 * 50 N:o 410R	10,8	12,3
M12 * 70 N:o 410R	18,9	19,8
M16 * 50 N:o 410R	10,8	13,6
M16 * 70 N:o 410R	19,9	19,8
M16 * 90 N:o 410R	27,0	21,1
M20 * 100 N:o 410R	30,9	37,3
M20 * 120 N:o 410R	40,0	40,7

Taulukon 6 arvoja voidaan käyttää myös tartuntakierteillä N:o 410, N:o 310R ja N:o 310.

Espoo, 8.10.2004

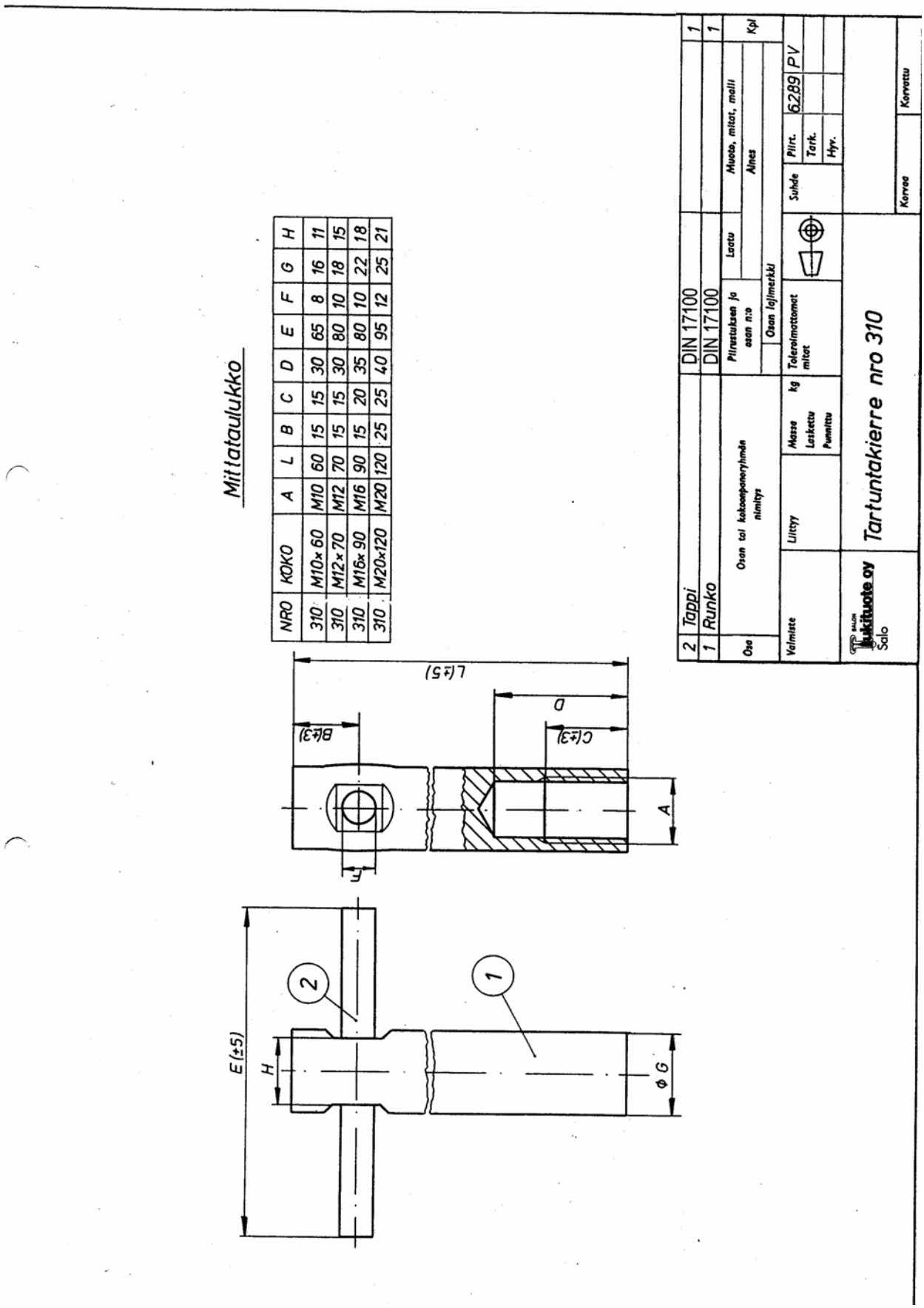
Pekka Salmi
Ryhmäpäällikkö

Heikki Lintunen
Tutkimusinsinööri

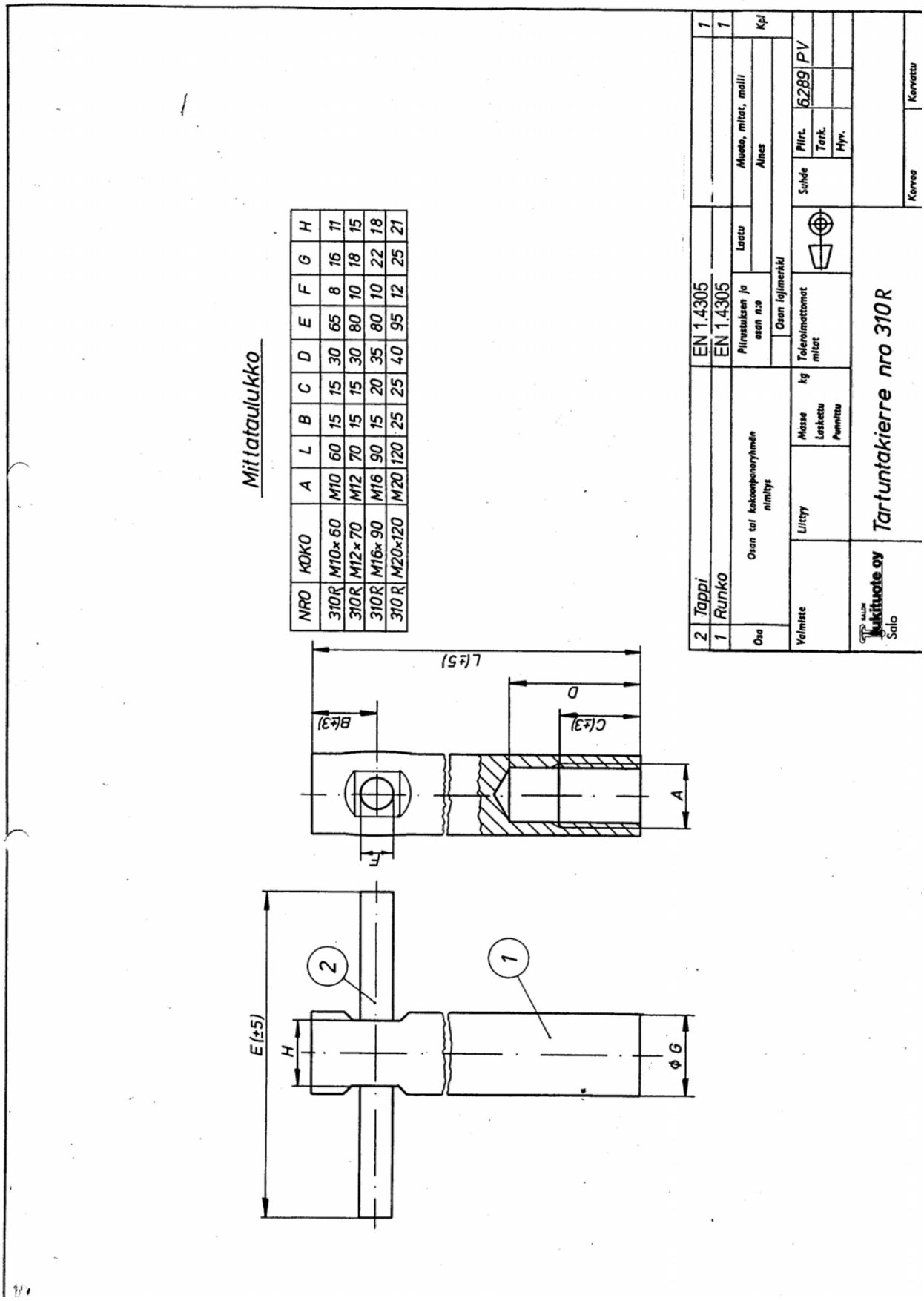
Liitteet 2 kpl

Jakelu Tilaaja Alkuperäinen
VTT/Arkisto Alkuperäinen

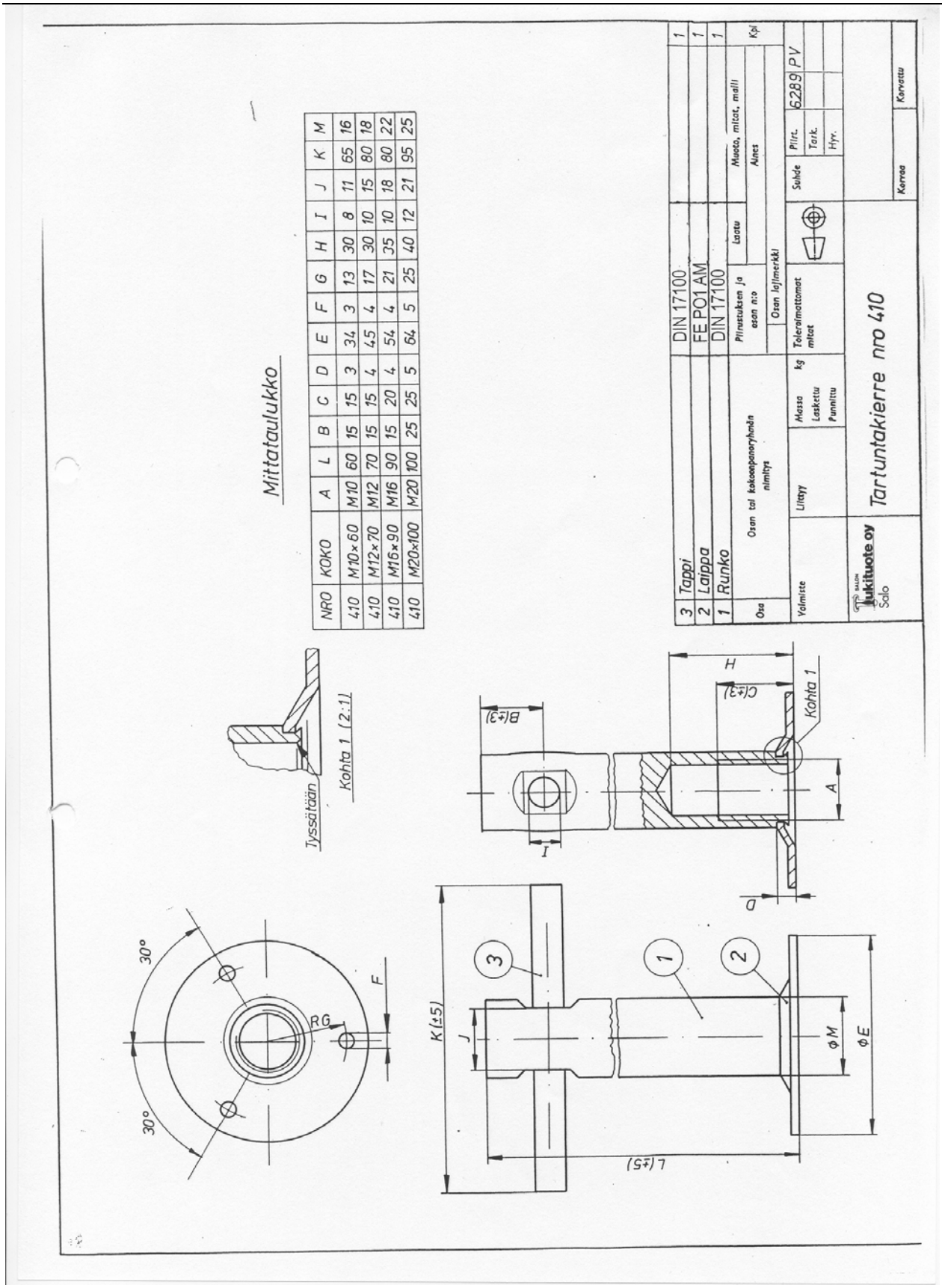
VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT:stä saadun kirjallisen luvan perusteella.



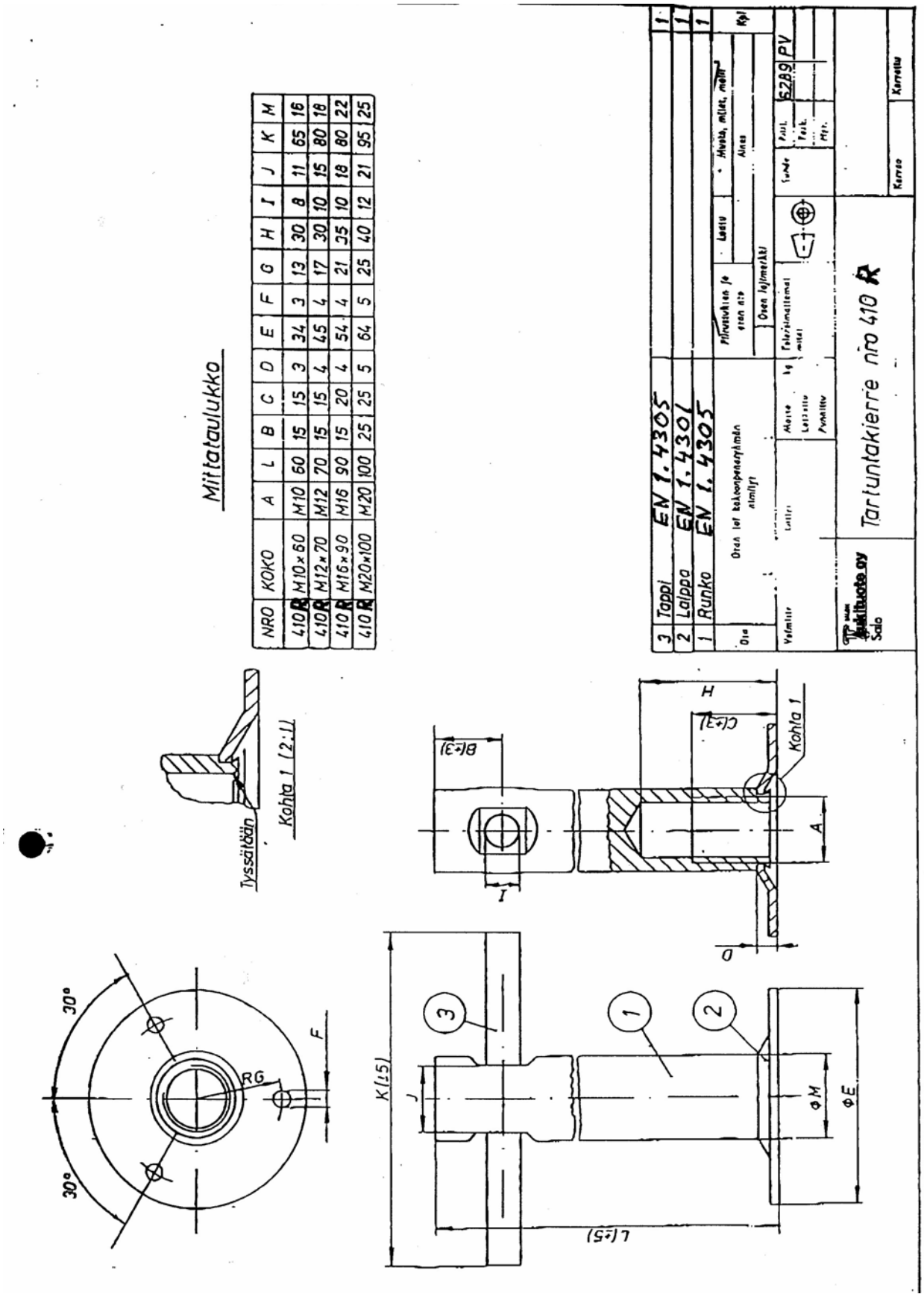
VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain
VTT:stä saadun kirjallisen luvan perusteella.



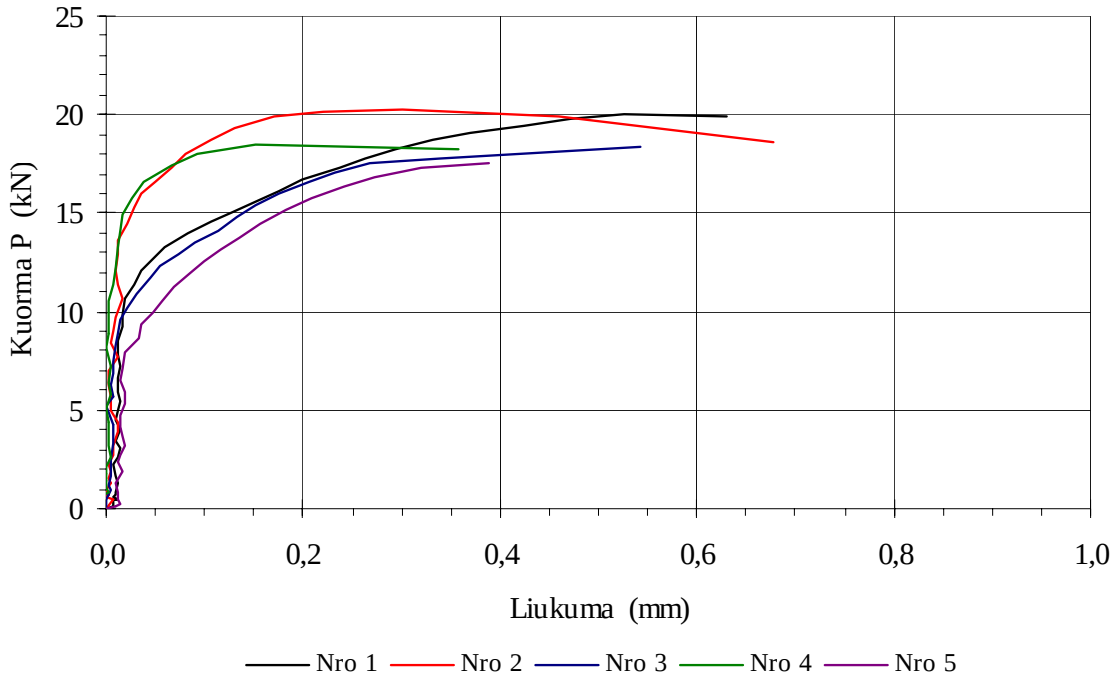
VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain
VTT:stä saadun kirjallisen luvan perusteella.



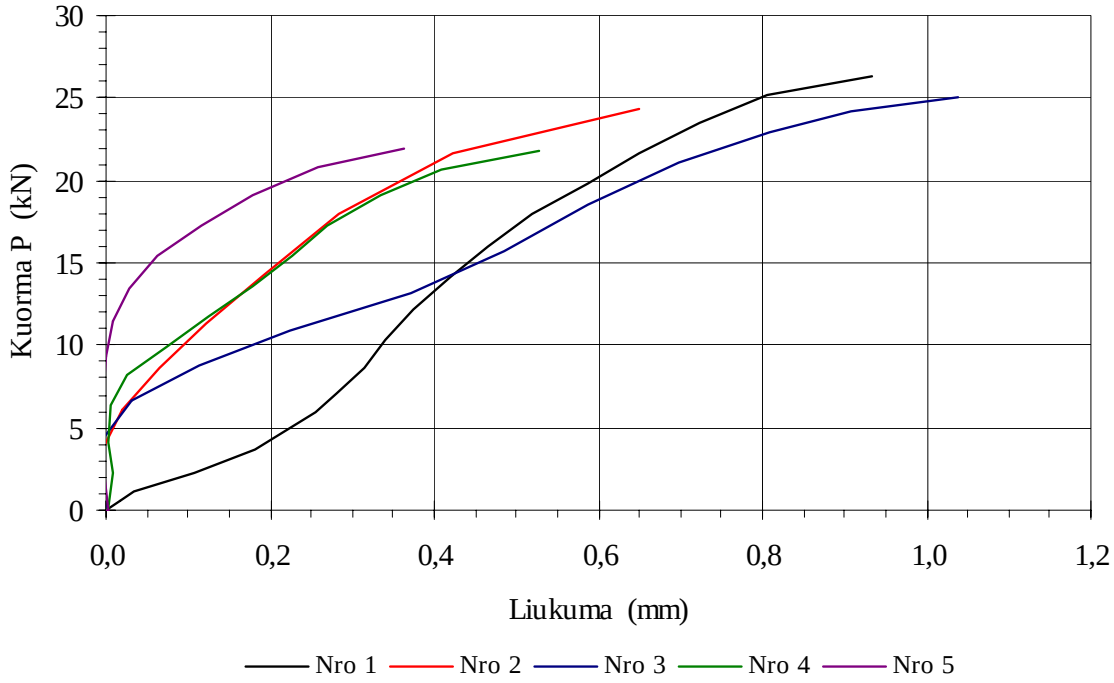
VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain
VTT:stä saadun kirjallisen luvan perusteella.



VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain
VTT:stä saadun kirjallisen luvan perusteella.

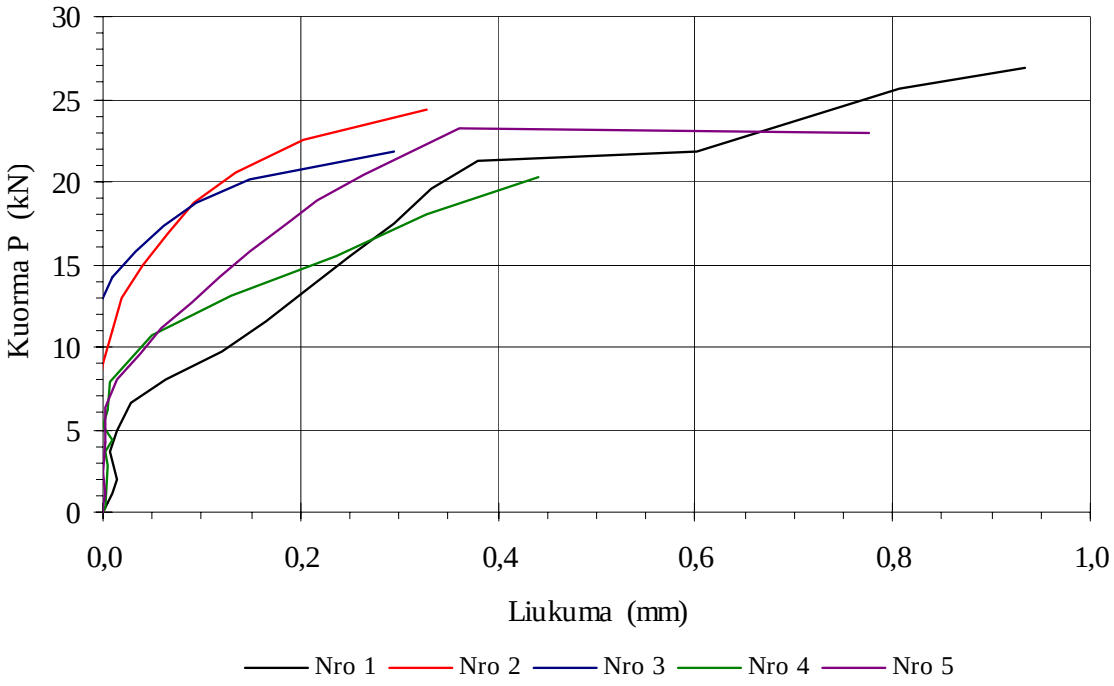


Kuva 1. Tartuntakierteiden M10 * 45 N:o 410R kuorma-liukuma-kuvaajat vetokokeissa.

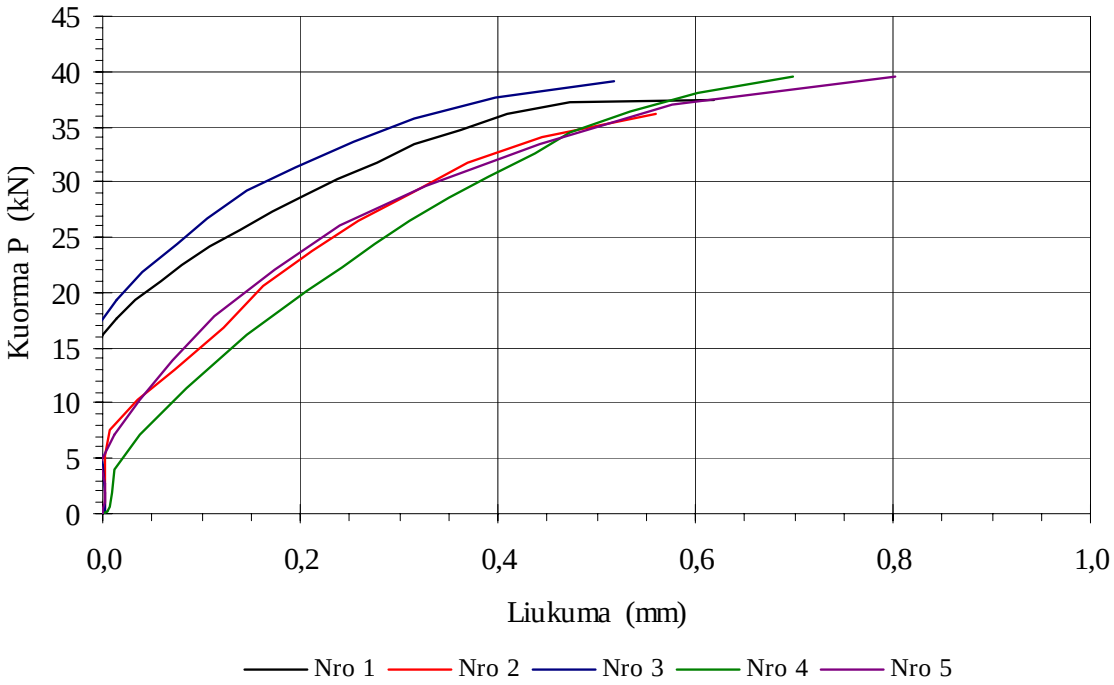


Kuva 2. Tartuntakierteiden M10 * 60 N:o 410R kuorma-liukuma-kuvaajat vetokokeissa.

VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain
VTT:stä saadun kirjallisen luvan perusteella.

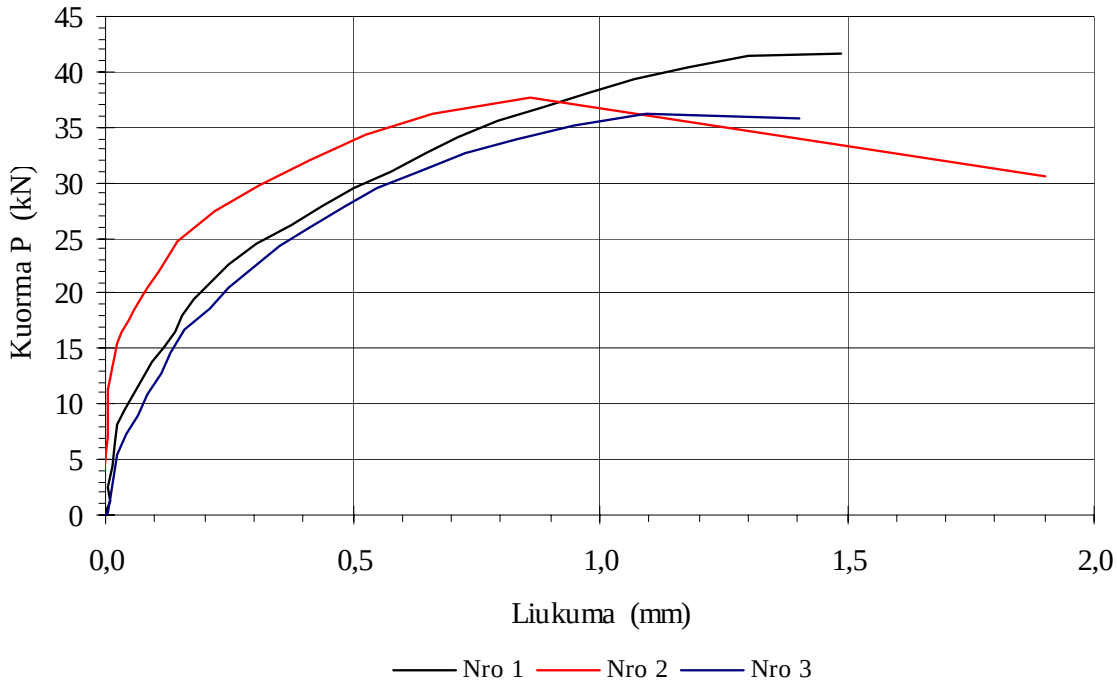


Kuva 3. Tartuntakierteiden M12 * 50 N:o 410R kuorma-liukuma-kuvaajat vetokokeissa.

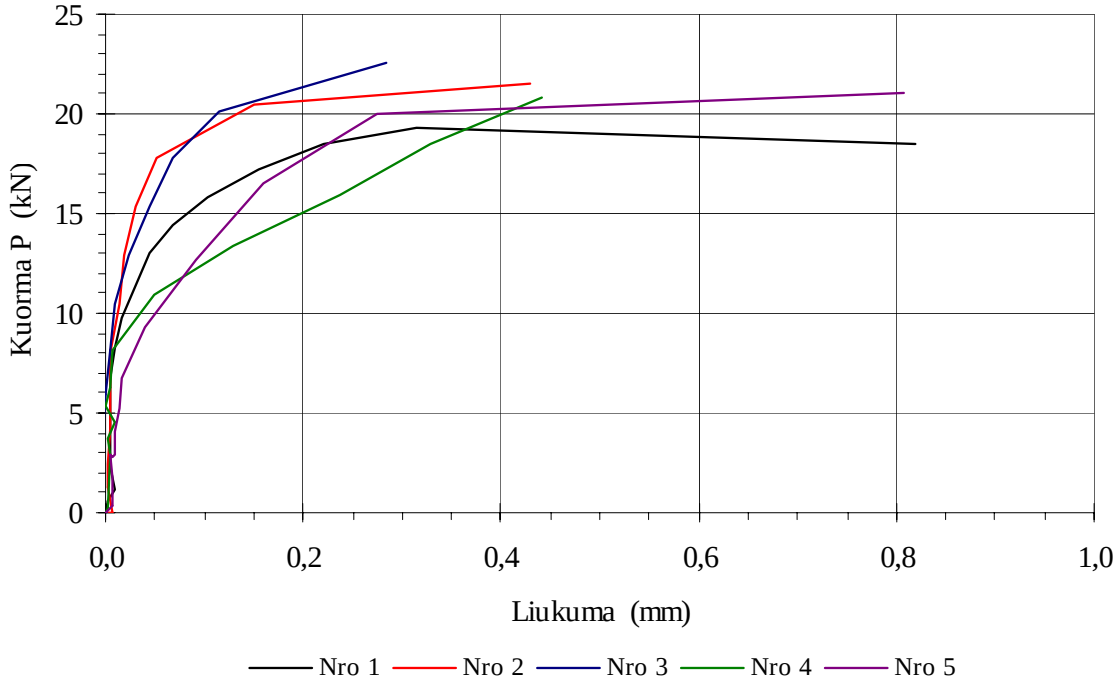


Kuva 4. Tartuntakierteiden M12 * 70 N:o 410R kuorma-liukuma-kuvaajat vetokokeissa.

VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain
VTT:stä saadun kirjallisen luvan perusteella.

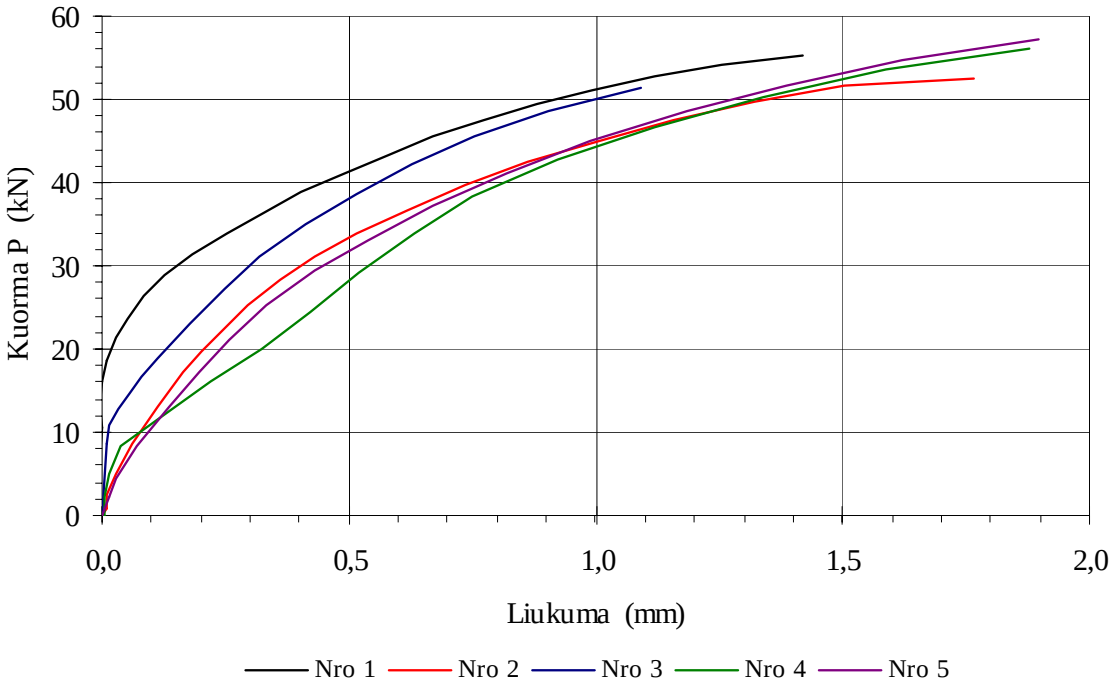


Kuva 5. Tartuntakierteiden M12 * 70 N:o 410 kuorma-liukuma-kuvaajat vetokokeissa.

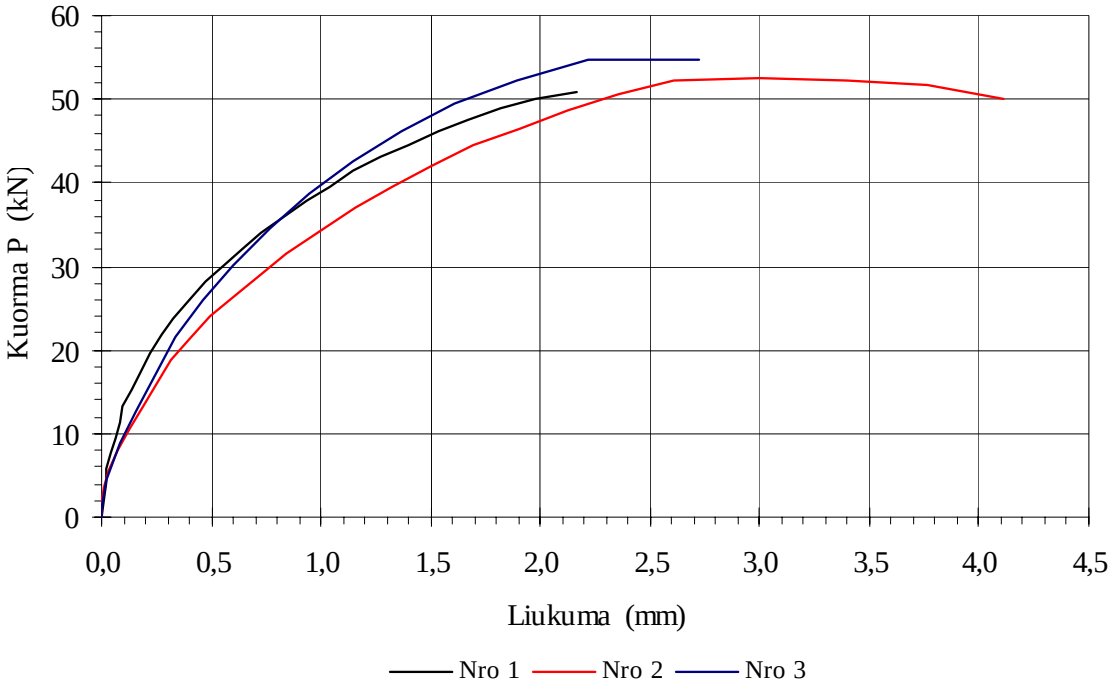


Kuva 6. Tartuntakierteiden M16 * 50 N:o 410R kuorma-liukuma-kuvaajat vetokokeissa.

VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain
VTT:stä saadun kirjallisen luvan perusteella.

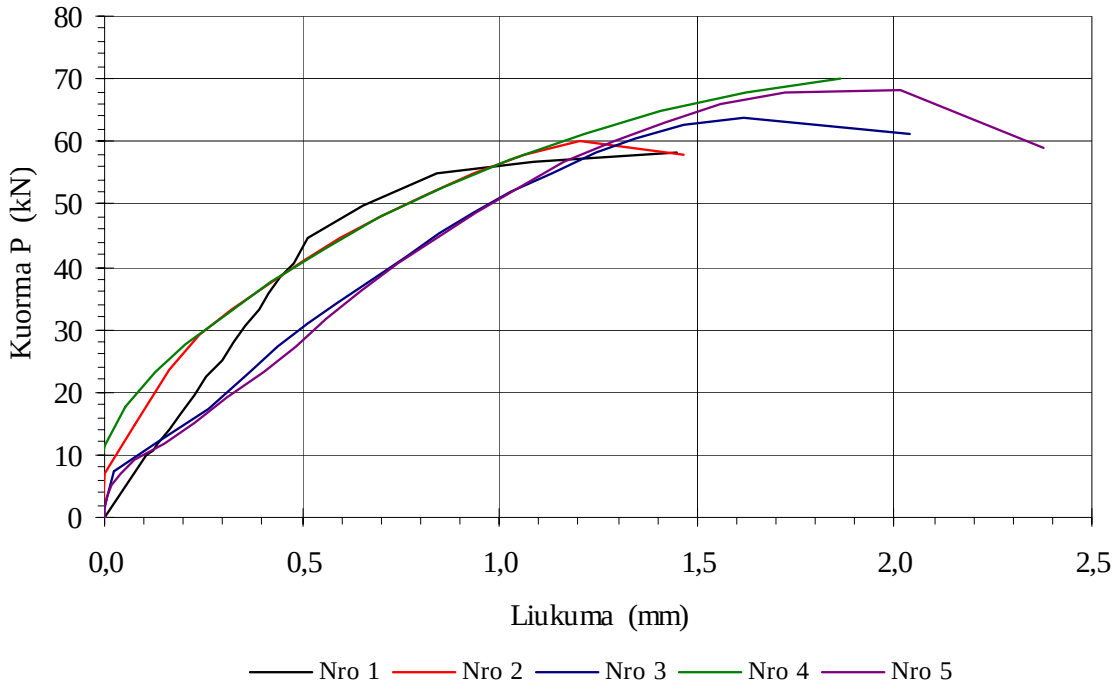


Kuva 7. Tartuntakierteiden M16 * 90 N:o 410R kuorma-liukuma-kuvaajat vetokokeissa.

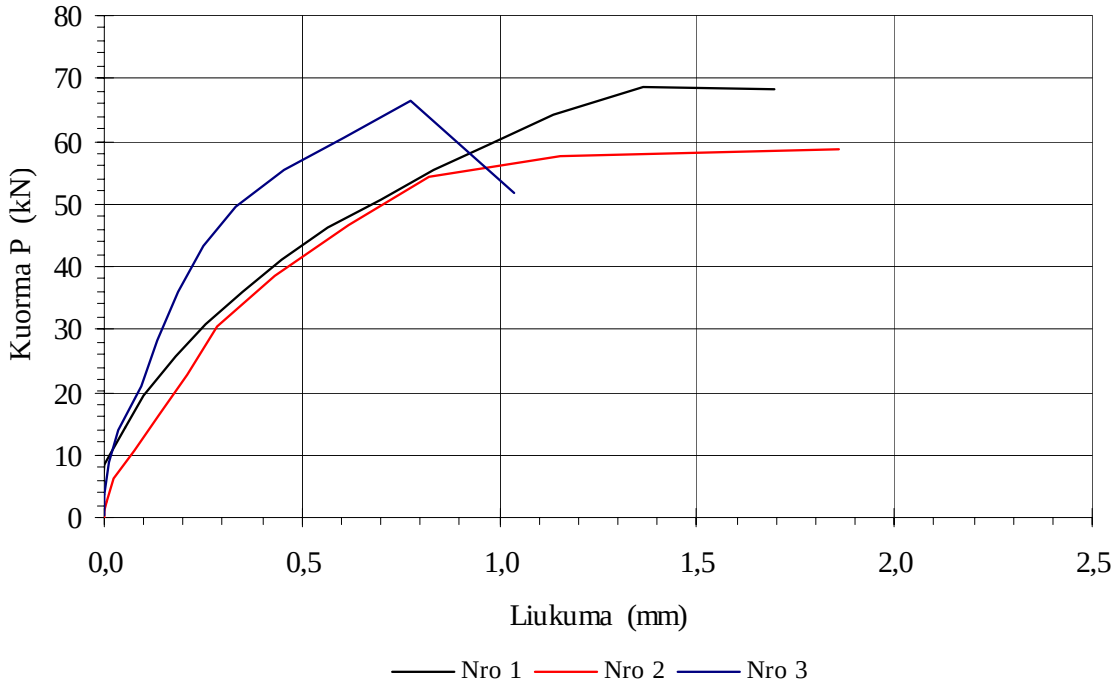


Kuva 8. Tartuntakierteiden M16 * 90 N:o 410 kuorma-liukumakuvaajat vetokokeissa.

VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain
VTT:stä saadun kirjallisen luvan perusteella.

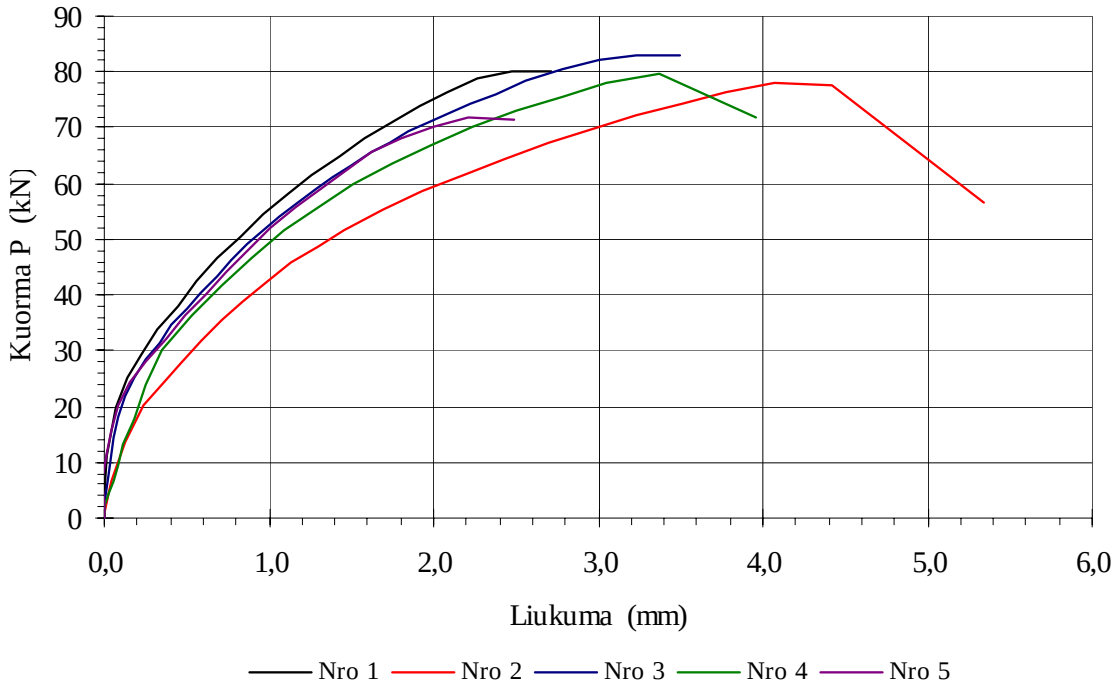


Kuva 9. Tartuntakierteiden M20 * 100 N:o 410R kuorma-liukuma-kuvaajat vetokokeissa.

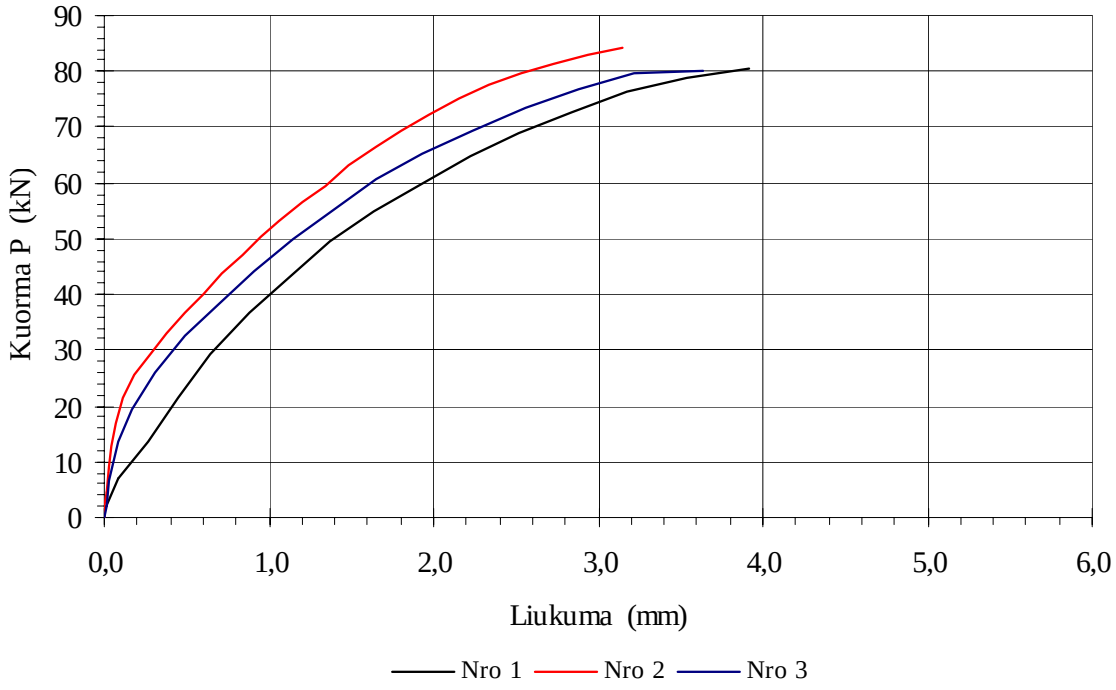


Kuva 10. Tartuntakierteiden M20 * 100 N:o 410 kuorma-liukumakuvaajat vetokokeissa.

VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain
VTT:stä saadun kirjallisen luvan perusteella.

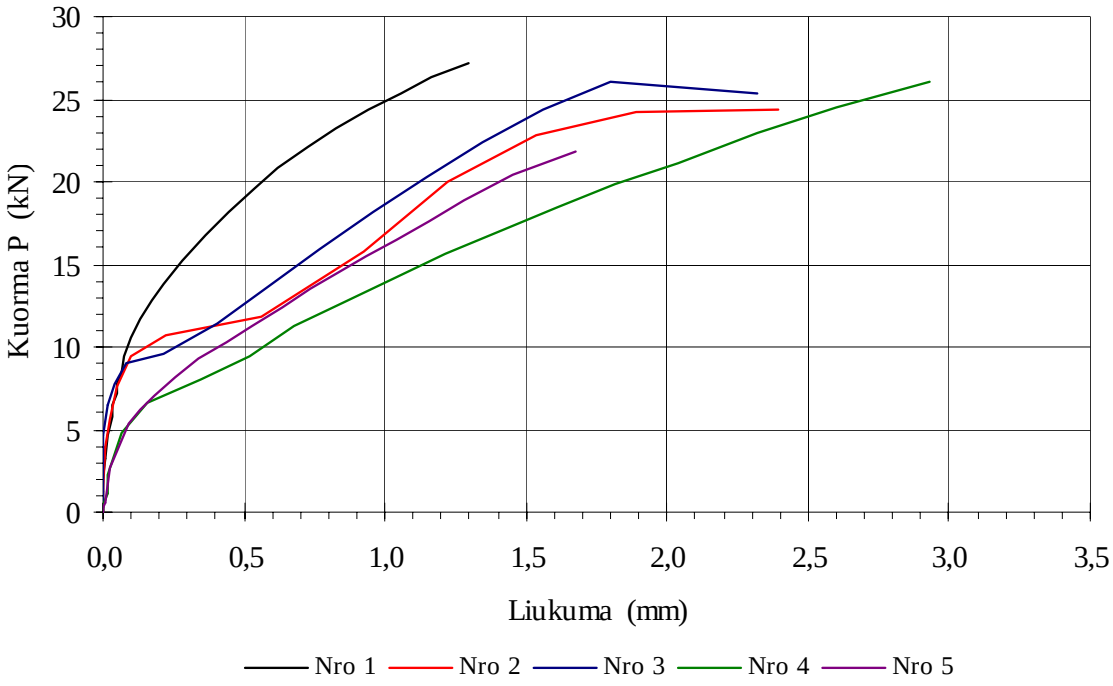


Kuva 11. Tartuntakierteiden M120 * 120 N:o 410R kuorma-liukuma-kuvaajat vetokokeissa.

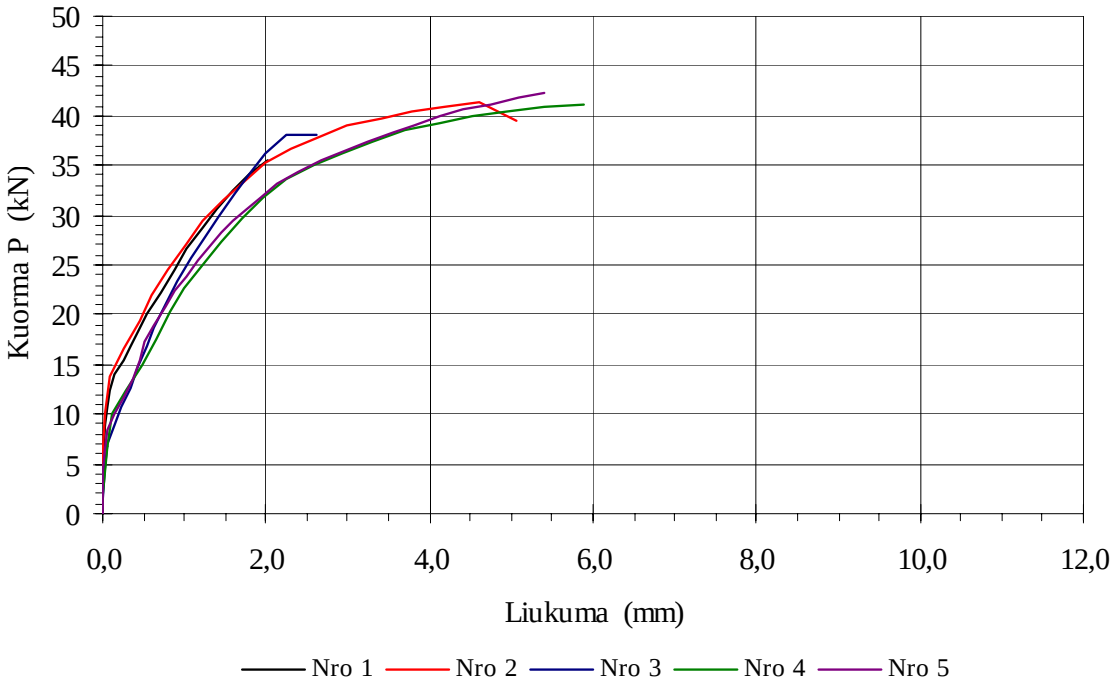


Kuva 12. Tartuntakierteiden M20 * 120 N:o 410 kuorma-liukuma-kuvaajat vetokokeissa.

VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain
VTT:stä saadun kirjallisen luvan perusteella.

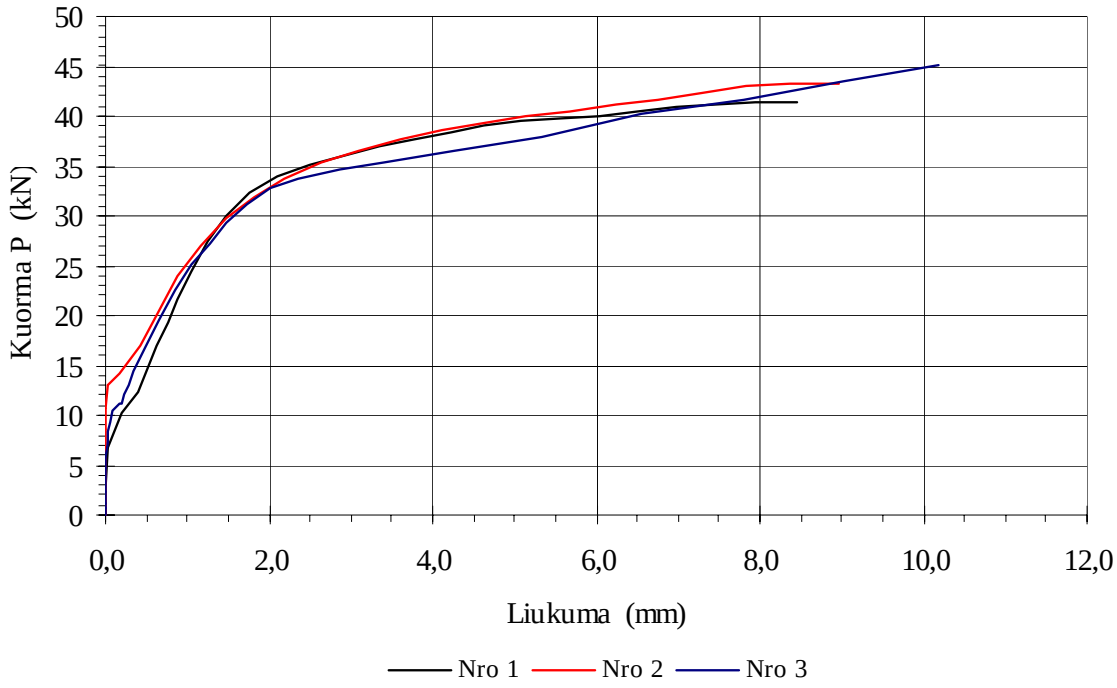


Kuva 13. Tartuntakierteiden M12 * 50 N:o 410R kuorma-liukuma-kuvaajat leikkauskokeissa.

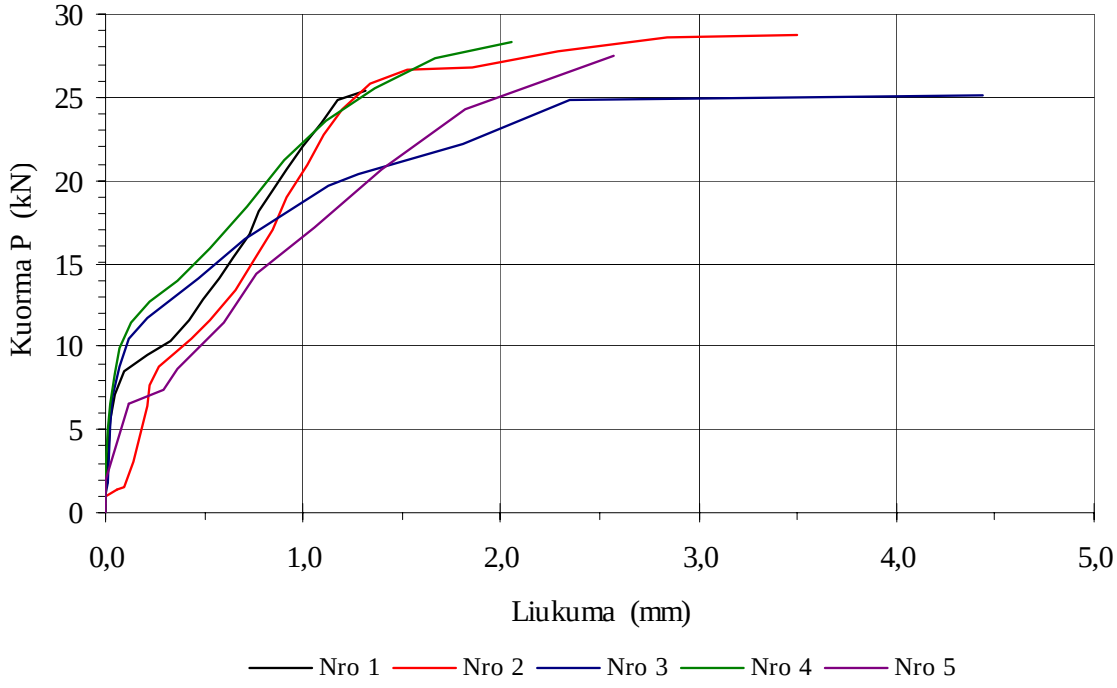


Kuva 14. Tartuntakierteiden M12 * 70 N:o 410R kuorma-liukuma-kuvaajat leikkauskokeissa.

VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain
VTT:stä saadun kirjallisen luvan perusteella.

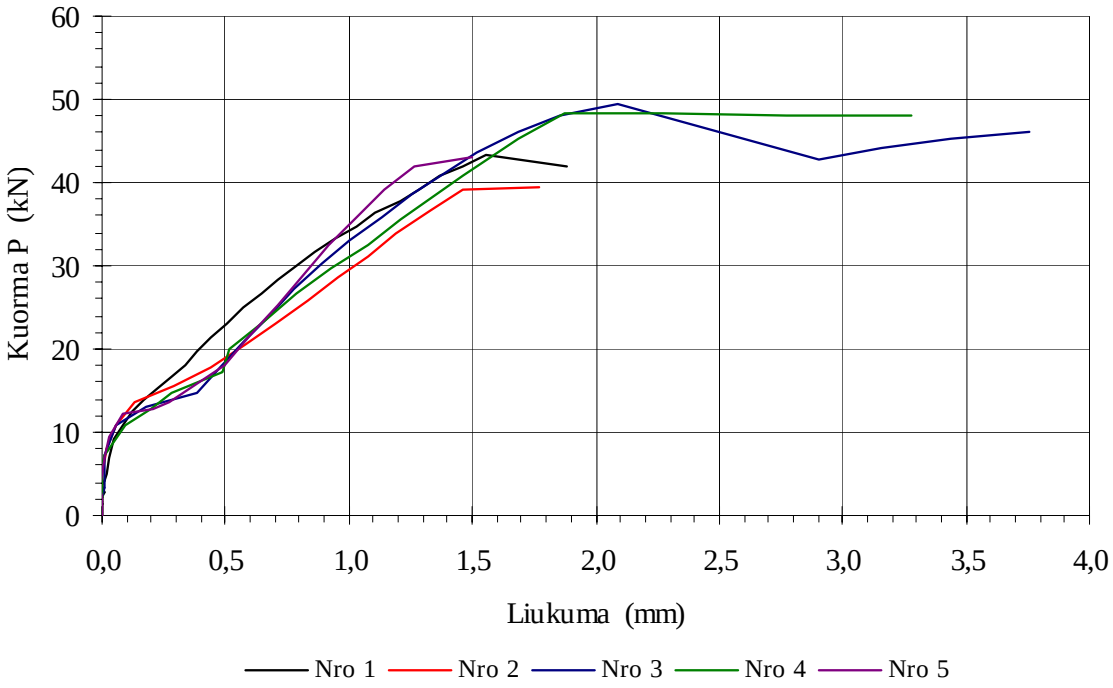


Kuva 15. Tartuntakierteiden M12 * 70 N:o 410 kuorma-liukuma-kuvaajat leikkauskokeissa.

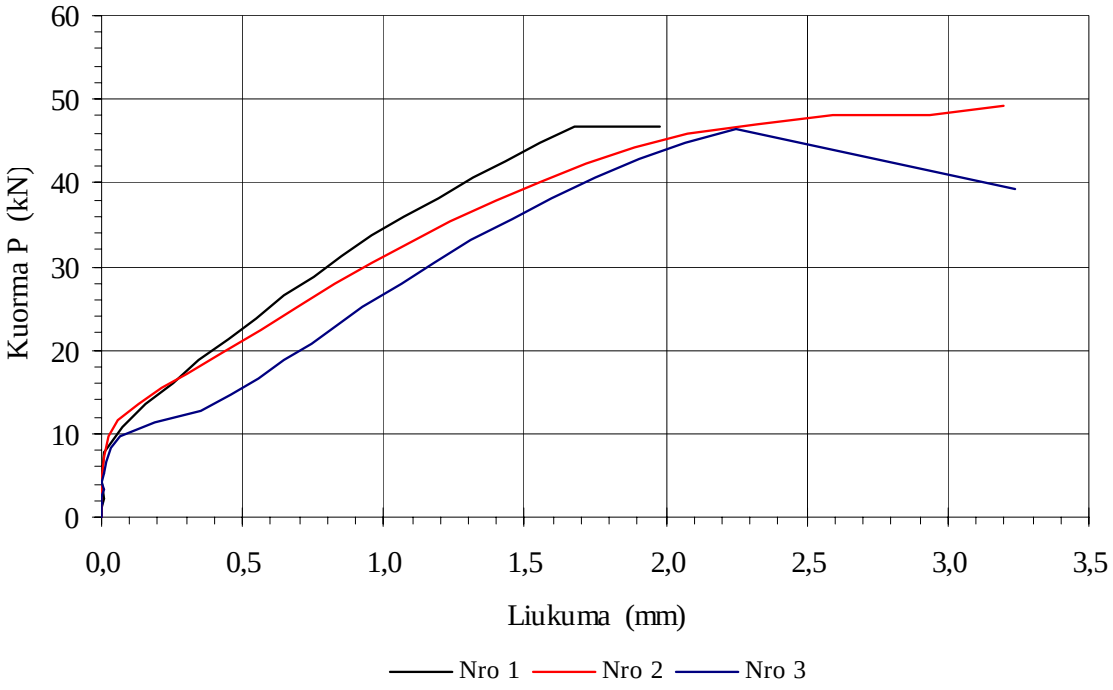


Kuva 16. Tartuntakierteiden M16 * 50 N:o 410R kuorma-liukuma-kuvaajat leikkauskokeissa.

VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain
VTT:stä saadun kirjallisen luvan perusteella.

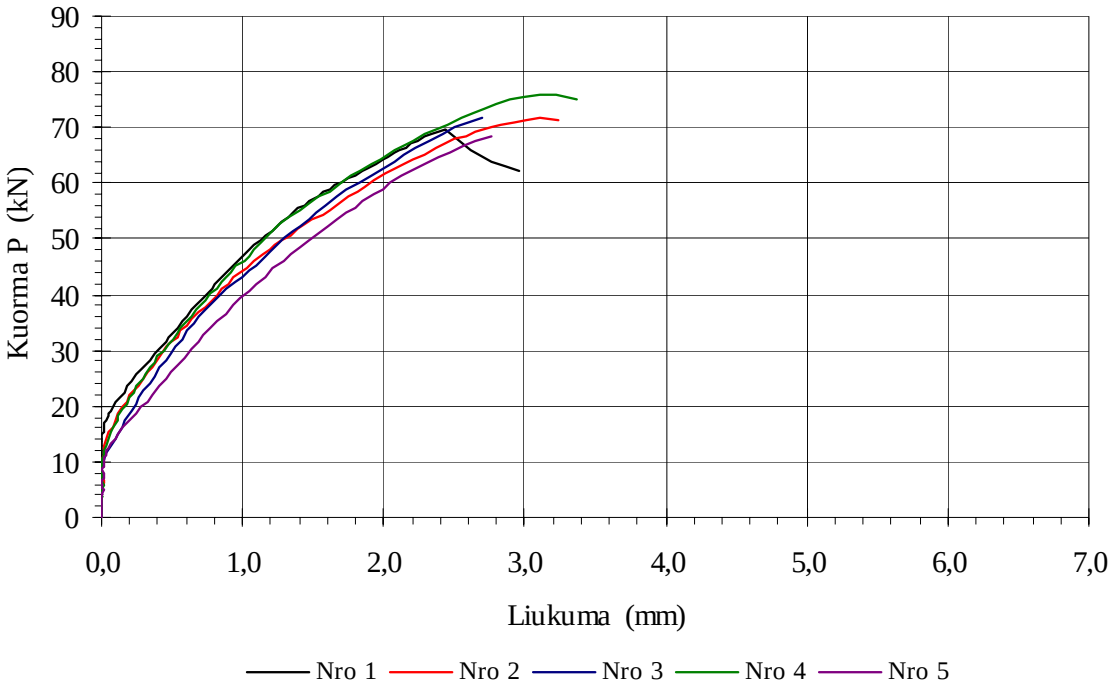


Kuva 17. Tartuntakierteiden M16 * 90 N:o 410R kuorma-liukuma-kuvaajat leikkauskokeissa.

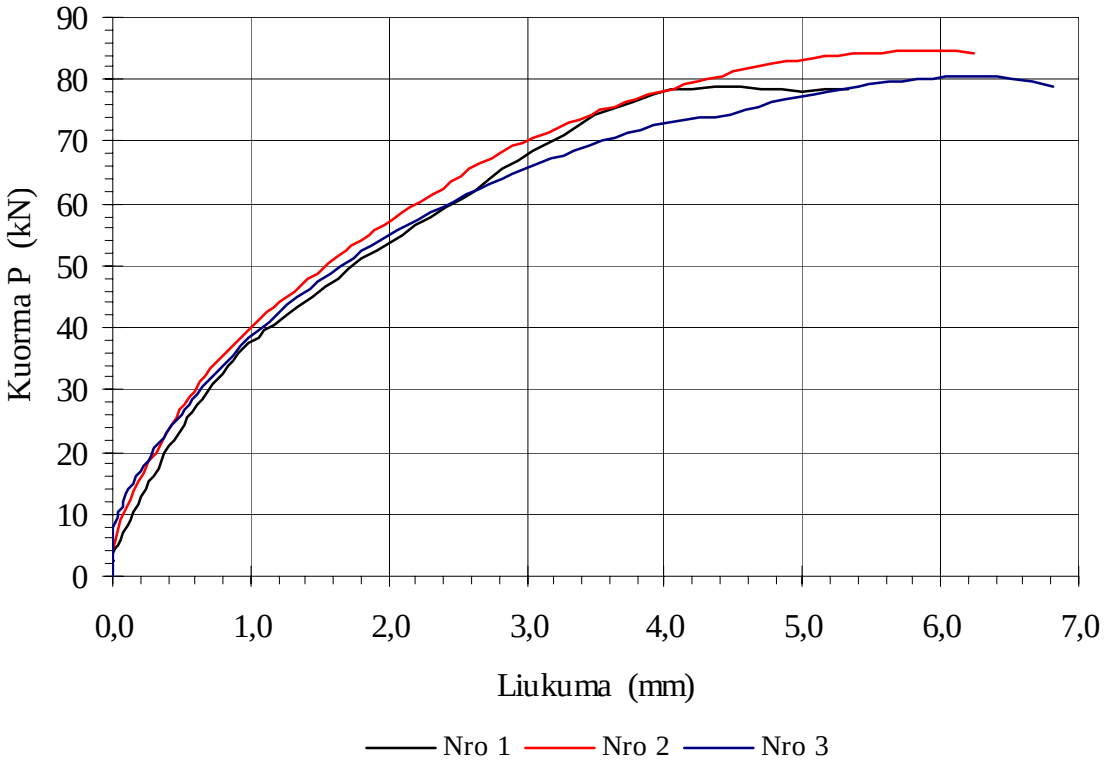


Kuva 18. Tartuntakierteiden M16 * 90 N:o 410 kuorma-liukuma-kuvaajat leikkauskokeissa.

VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain
VTT:stä saadun kirjallisen luvan perusteella.

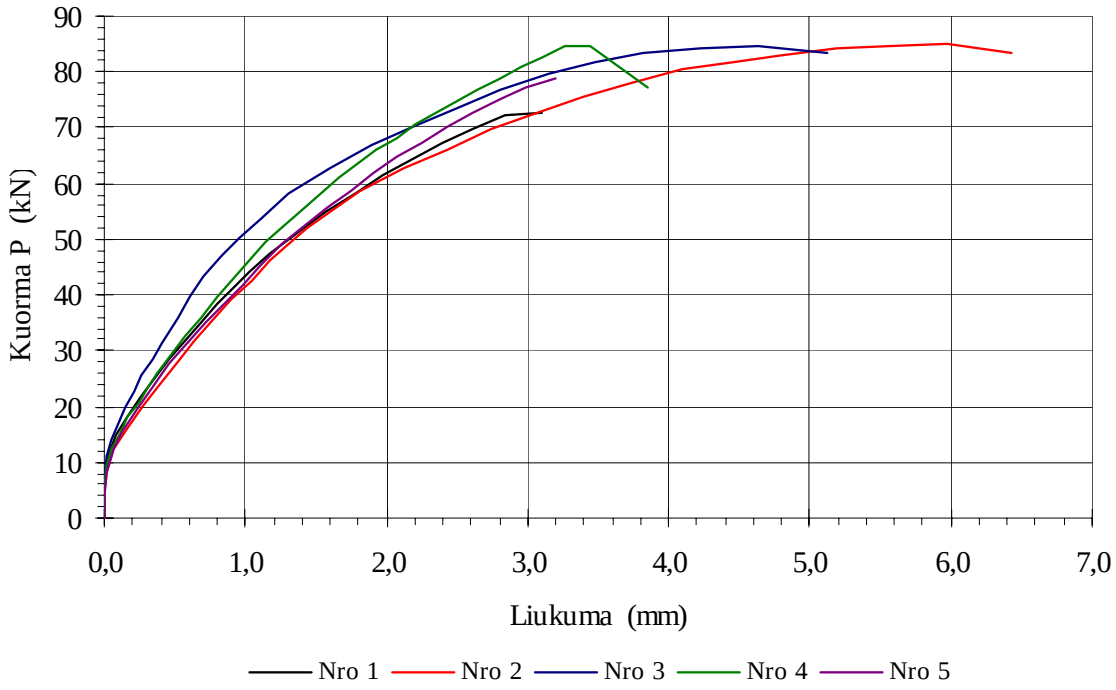


Kuva 19. Tartuntakierteiden M20 * 100 N:o 410R kuorma-liukuma-kuvaajat leikkauskokeissa.

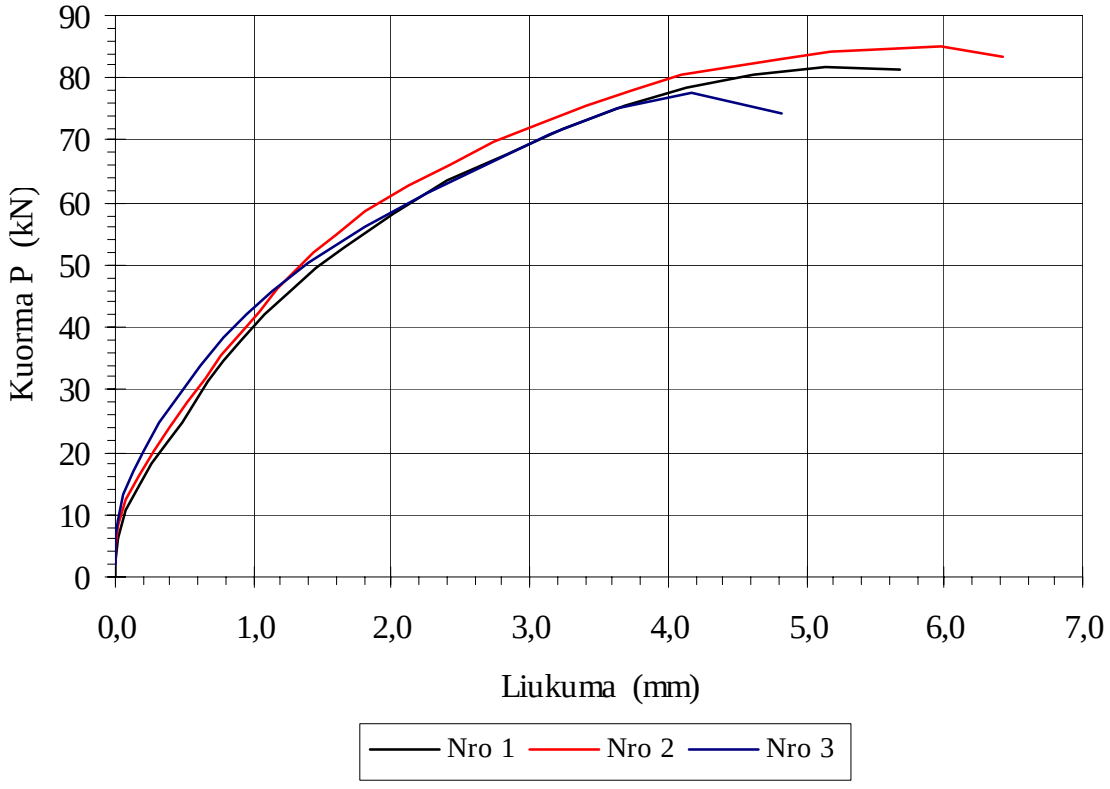


Kuva 20. Tartuntakierteiden M20 * 100 N:o 410 kuorma-liukuma-kuvaajat leikkauskokeissa.

VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain
VTT:stä saadun kirjallisen luvan perusteella.



Kuva 21. Tartuntakierteiden M20 * 120 N:o 410R kuorma-liukuma-kuvaajat leikkauskokeissa.



Kuva 22. Tartuntakierteiden M20 * 120 N:o 410 kuorma-liukuma-kuvaajat leikkauskokeissa.

VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain
VTT:stä saadun kirjallisen luvan perusteella.