

Antti Rasi-Koskinen

TERMORAKENTTEEN PURISTUSLUJUUDEN TESTAAMI-
NEN

TERMORAKENTEEN PURISTUSLUJUUDEN TESTAAMINEN

Antti Rasi-Koskinen
Opinnäytetyö
29.3.2011
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

OULUN SEUDUN AMMATTIKORKEAKOULU TIIVISTELMÄ

Koulutusohjelma	Opinnäytetyö	Sivuja + Liitteitä
<u>Rakennustekniikka</u>	<u>Insinööri</u>	<u>22 + 28</u>
Suuntautumisvaihtoehto	Aika	
<u>Talon- ja korjausrakentaminen</u>	<u>29.3.2011</u>	
Työn tilaaja	Työn tekijä	
<u>Instaro Oy</u>	<u>Antti Rasi-Koskinen</u>	
Työn nimi		
<u>Termorakenteen puristuslujuuden testaaminen</u>		
Asiasanat		
<u>valesokkeli, pientalo, Termokenkä, Termopalkki,</u>		

Valesokkelirakenne on yleisesti käytetty 1970-luvulla. Rakenteen ongelmana on puisen ulkoseinärakenteen alaosa, joka on lattiapintaa alempana ja usein maanpinnan alapuolella. Tästä johtuen seinän alaosaan pääsee nousemaan kosteutta maaperästä sekä imeytymään pintavesiä seinän vierestä. (RT 80-10712.)

Opinnäytetyössä tutkittiin Termorakenteen toimivuutta lujuusominaisuuksiltaan. Lujuuksia mitattiin OAMK:n laboratoriossa tehdyin puristuskokein. Puristuskokeissa mitattiin painumaa voiman kasvaessa. Tutkimusta täydennettiin mallintamalla Termokenkä SolidWorks-ohjelmistolla.

Tarkoituksena oli, että Termokenkää käytettäisiin kantavana rakenteena kantavissa seinissä ja Termopalkkia kantamattomissa seinissä. Saatujen tulosten perusteella Termokenkää voidaan käyttää kantavana rakenteena, mutta Termopalkkia ei, sillä se painuu kuormituksesta liikaa. Termopalkkia voidaan käyttää kantamattomien väliseinien alaosan korjaamiseen.

OULU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES ABSTRACT

Degreeprogramme	Thesis	Page + Appendices
<u>Civil Engineering</u>	<u>B. Sc</u>	<u>22 + 28</u>
Line	Date	
<u>Housebuilding and Renovating</u>	<u>29.3.2011</u>	
Comissioned by	Author	
<u>Instaro Ltd</u>	<u>Antti Rasi-Koskinen</u>	
Thesis title		
<u>The Compression Streght of Termorakenne</u>		
Keywords		
<u>eurocode, woodwork, structural designin</u>		

The fake plinth structure was commonly used in 1970s. The problem in the structure is the wooden bottom part of the exterior wall which is below the floor level and also below the surrounding ground level. Because of that, the moisture from the ground and surface water can be absorbed into the structure.

In this study the strength properties of Termokenkä and Termopalkki were examined. The strength testing was made in the laboratory of Oulu University of Applied Sciences. A compression test measures the deflection of the piece when the strength increases.

The idea was that Termokenkä can be used for load-bearing structure in load-bearing walls and Termopalkki can be used for load-bearing structure in non-bearing walls. According to the results Termokenkä can be used for load-bearing structure but Termopalkki can't because of the deflection.

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT.....	4
SISÄLTÖ.....	5
1 JOHDANTO	6
2 TERMORAKENNE VALESOKKELIN KORJAUSMENETELMÄNÄ.....	7
2.1 Valesokkelirakenne	7
2.2 Termokenkä	8
2.3 Termopalkki.....	10
3 PURISTUSLUJUUDEN TESTAAMINEN	12
3.1 Termokenkien lujuustestaus.....	12
3.2 Termopalkkien lujuustestaus.....	13
4 TERMOKENKIEN MALLINNUS JA LUJUUSLASKENTA SOLIDWORKS- OHJELMISTOLLA.....	16
5 YHTEENVETO.....	19
LÄHTEET	21
LIITTEET.....	22

1 JOHDANTO

Valesokkeli on yleisin 1970-luvulla käytetty perustustapa. Sen on myöhemmin todettu olevan riskirakenne, sillä siinä lattiataso ja seinän alaosa ovat usein maanpinnan tasossa tai jopa sen alapuolella. Niiden korjaustarve on kasvamassa koko ajan. (Pirinen 2006, 28.)

Termokenkä ja Termopalkki muodostavat yhdessä uudentyyppisen seinärakenteen korjausmenetelmän. Kantavan seinärungon runkopuiden vaurioituneet alaosat korvataan ruostumattomasta teräksestä valmistetuilla C-profiilin muotoisilla, xps-eristetyillä Termokengillä. Termokenkien väliin asennetaan Termopalkki. (Takotek 2010.)

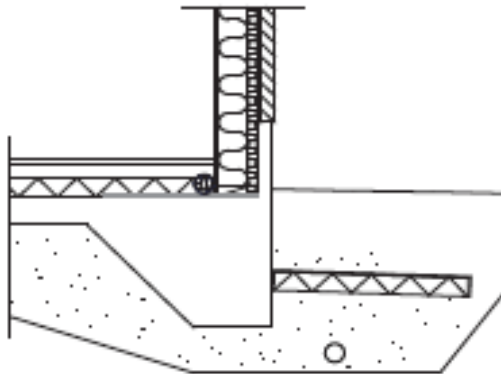
Termopalkki on kahdesta xps-levystä valmistettu palkki, jonka kylkeen on liimattu lauta sisäseinälevyn ja lattialistojen kiinnitystä varten. Palkit asennetaan Termokenkien väleihin uretaanilla liimaamalla, jotta saavutetaan mahdollisimman hyvä seinän alaosan lämmöneristävyys sekä ilmatiiveys. Kantamattomissa ulkoseinissä tarkoituksena on, että seinän alaosan korjaamiseen voitaisiin käyttää pelkästään Termopalkkia. (Takotek 2010.)

Tavoitteena on selvittää Termokengän ja Termopalkin puristuslujuus. Puristuslujuustestaus suoritetaan OAMK:n laboratoriossa hydraulisesti puristamalla. Käytännön testauksen lisäksi Termokenkä mallinnetaan SolidWorks-ohjelmistolla, jotta saadaan selville teoreettinen kestävyys. Lisäksi voidaan vertailla teoreettista sekä todellista kestävyyttä keskenään. Kyseessä on tuotekehitystyö. Tuotteelle on haettu patenttia ja kyseinen korjausmenetelmä pyritään tuomaan markkinoille mahdollisimman nopeasti.

2 TERMORAKENNE VALESOKKELIN KORJAUSMETELMÄNÄ

2.1 Valesokkelirakenne

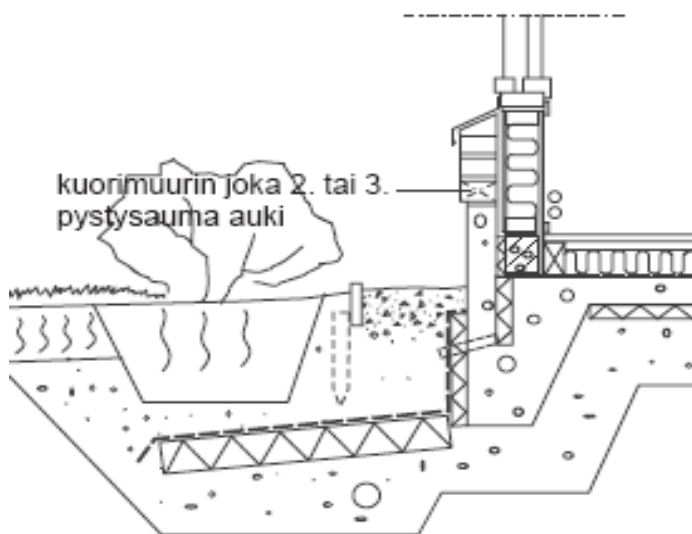
Valesokkeli on ollut hyvin tyypillinen perustamistapa omakoti- ja rivitaloissa 1970–80-luvuilla. Ensimmäiset valesokkelirakennukset rakennettiin jo 1960-luvulla ja viimeisimmät 1990-luvun alussa. Tällä aikajänteellä valesokkelirakenne on ollut eniten käytetty perustamistapa. Valesokkelirakenteessa seinän alaosa on lattian alapuolella ja maanpinnan tasossa tai jopa sen alapuolella. Valesokkelirakenne on esitetty kuvassa 1. (Pirinen 2006, 28,56.)



KUVA1. Valesokkelirakenne (Pirinen 2006, 58)

Valesokkelirakenteessa on myöhemmin todettu seinän alaosan olevan alttiina kosteudelle. Syynä kosteudelle on maakosteuden pääseminen kapillaarisesti nousemalla tuulettumattomaan tai heikosti tuulettuvaan seinärakenteen alaosaan. Usein myös pintavedet pääsevät valumaan suoraan seinän sisään, sillä sadevesiä ei ole johdettu pois seinän vierestä. Maanpinta on aikakauden rakennuksissa usein muotoiltu viettämään taloa päin tai kaatoja ei ole ollenkaan, jolloin pintavedet pääsevät imeytymään seinän sisään. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus. 1997.)

Tällä hetkellä yleisesti käytössä olevassa korjausmenetelmässä seinärungon alaosa on nostettu ylemmäs muuraamalla harkko valesokkelin sisälle. Harkon päälle on asennettu uusi alaohjauspuu, jonka päältä vanha seinärakenne katkaistaan. Harkolla korjattu rakenne on esitetty kuvassa 2. Tämän rakenteen ongelmana on korjaustyön hitaus, sillä muurauksessa työvaiheita on paljon ja muuraaminen talvella on vaikeaa. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus. 1997.)



KUVA 2. Kevytsoraharkolla korjattu valesokkelirakenne (RT 80-10712)

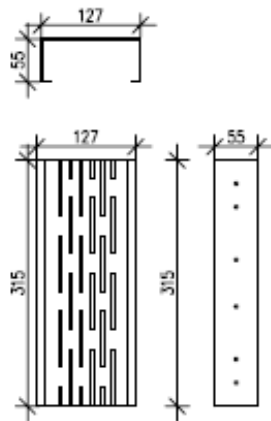
2.2 Termokenkä

Kantavan seinärungon runkopuiden alaosa korvataan sinkitystä teräksestä valmistetulla Termokengällä. Termokengässä käytetty teräslaatu on mallimerkinnältään DX51-Z275-M-B. Se on kuumasinkittyä ohutlevyterästä, josta saadaan leikkaamalla ja taivuttamalla yhtenäinen, halutun muotoinen C-profiili. Osat kiinnitetään toisiinsa kahdella vetoniitillä. Ylempään osaan kiinni tuleva pystyrunkopuu kiinnitetään kahdella naulalla. Alaosan ja pystyrunkopuunväliin tulee myös yhdestä levystä taiteltu hylly, joka välittää pystyrunkopuulta tulevat kuormat Termokengälle. Termokengän rakenne on esitetty kuvassa 3 ja käyttö kuvassa 4.

125x50 RUNGOLLE

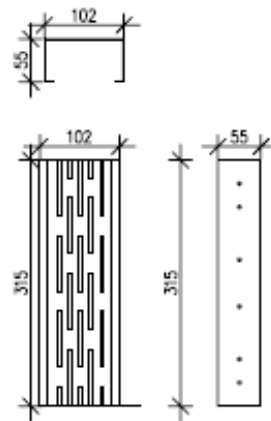
100x50 RUNGOLLE

YLÄOSA



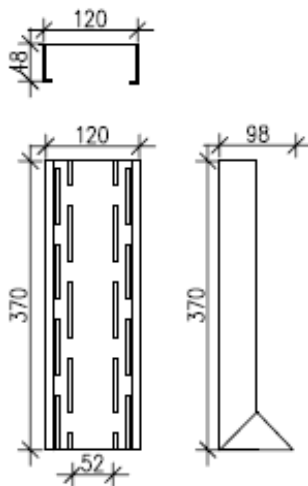
- materiaalin vahvuus 1.2mm

YLÄOSA

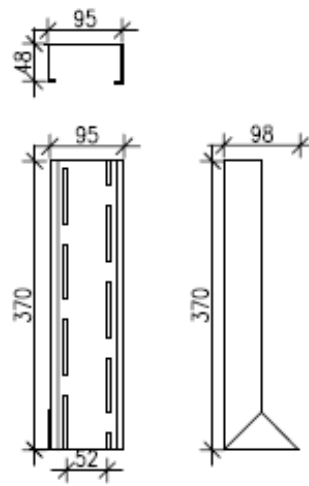


- materiaalin vahvuus 1.2mm

ALAOSA

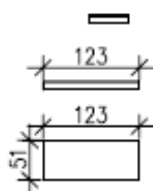


ALAOSA



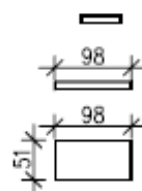
- materiaalin vahvuus 1.5mm

HYLLY



- materiaalin vahvuus 1,5mm

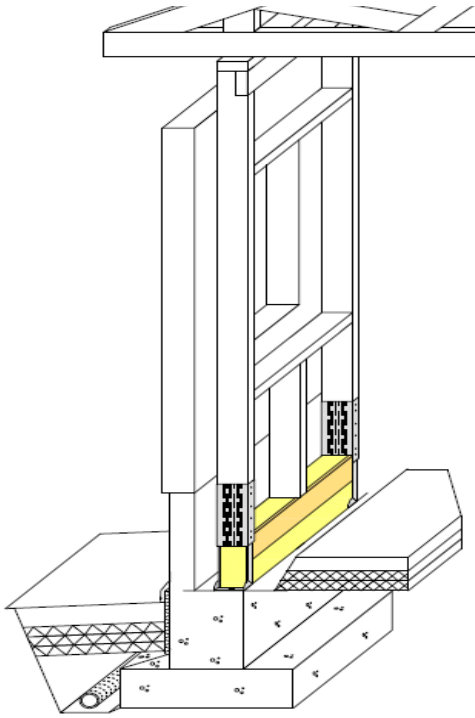
HYLLY



- materiaalin vahvuus 1,5mm

- Esitetyt mitat ovat ulkomittoja
- Mittoissa voi esiintyä pieniä valmistuksesta aiheutuneita poikkeamia

KUVA 3. Termokenkä 125 mm (vas.) ja 100 mm (oik.) Mittapiirros (Takotek)

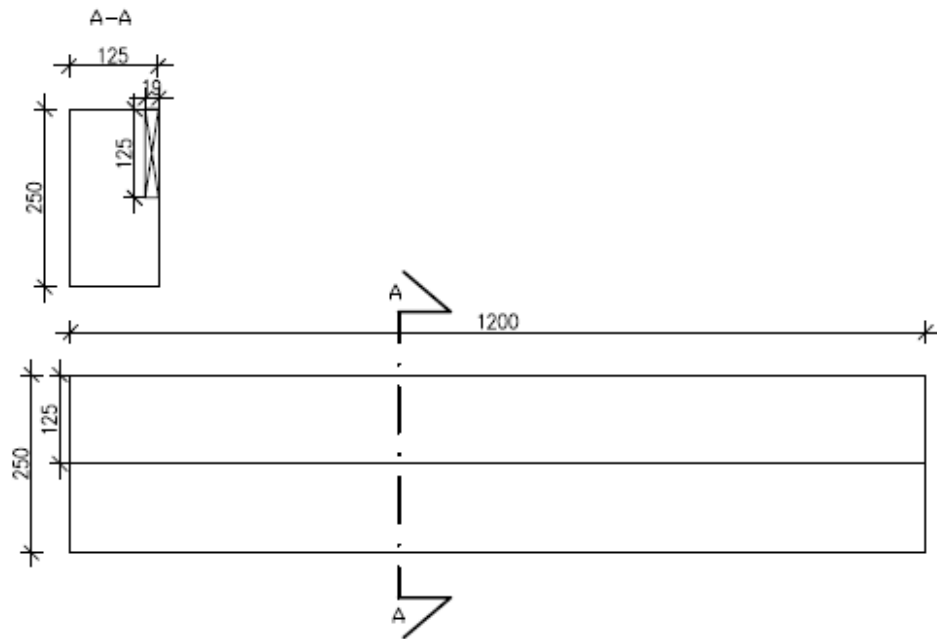


KUVA 4. Termorakenteella korjattu valesokkeli (Takotek)

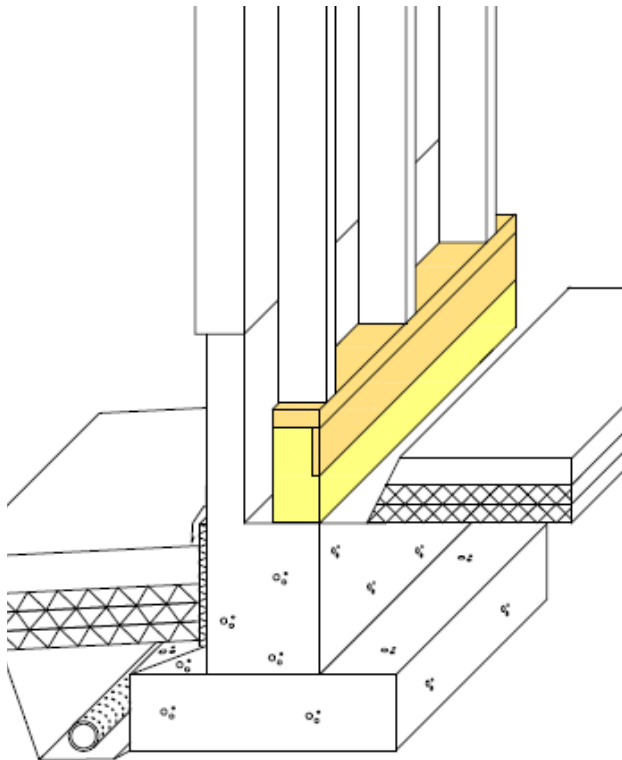
2.3 Termopalkki

Termopalkki on xps-eristelevystä valmistettu lämpöeristepalkki, johon on kiinnitetty lauta, joka toimii seinälevyn alaosan ja jalkalistan kiinnitysalustana. Tutkimuksessa käytetyt palkit on valmistettu liimaamalla yhteen kaksi xps-eristelevyä. Xps-eristeet ovat suulakepuristettua polystyreeniä ja niitä käytetään tavallisesti routaeristeenä. Termopalkin rakenne ja mitat 125 mm:n seinärungolle ovat esitetty kuvassa 5. Termopalkkia on tarkoitus käyttää eristeenä kantavien seinien Termokenkien välissä ja kantavana osana kantamattomissa seinissä, jolloin päästäisiin huomattaviin kustannussäästöihin korjauksessa verrattuna kevytsoraharkolla tehtävään korjaukseen. Termopalkin käyttö kantamattomissa seinissä on esitetty kuvassa 6.

TERMOPALKKI



KUVA 5. Termopalkin mittapiirros (Takotek)

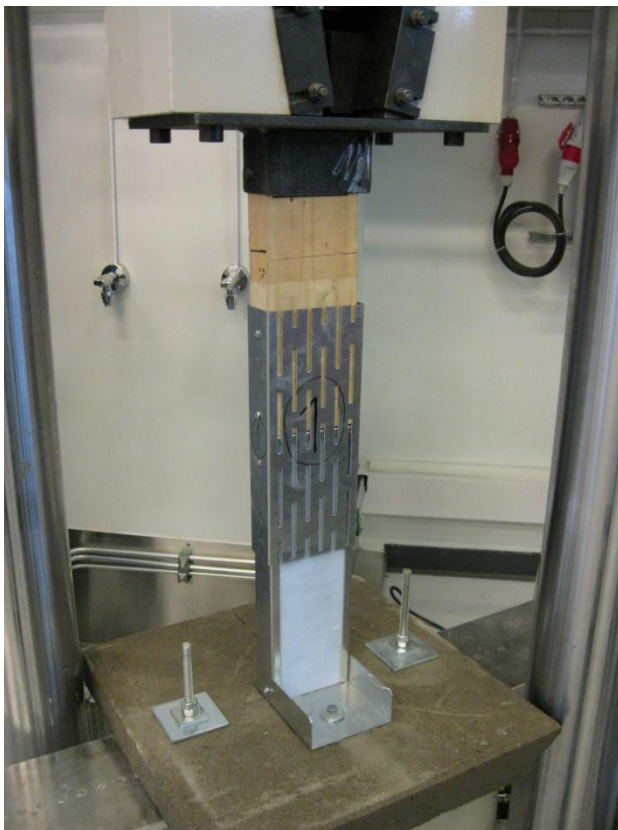


KUVA 6. Termopalkin käyttö kantamattomassa ulkoseinässä (Takotek)

3 PURISTUSLUJUUDEN TESTAAMINEN

3.1 Termokenkien lujuustestaus

Termokenkiä kuormitettiin Dartec-merkkisellä hydraulisella puristimella, joka mittaa kuormitusta painuman kasvaessa. Kuormitusnopeutena käytettiin 0,05 kN/s eli kuormitusta kasvatettiin 0,05 kN sekunnin välein. Dartecin mitaustarkkuus tuloksissa on yksi prosentti (%). Termokengät kiinnitettiin betonilaattaan kiinnitystulpalla samalla tavalla, kuten se oikeasti kiinnitetään sokkeliin. Näin saatiin aikaan mahdollisimman todenmukainen kuormitustilanne. Kengän yläosaan kiinnitettiin lankku kahdella ruuvilla asennusohjeen mukaisesti. Kuormitusta varten OAMK:n laboratoriossa oli Termokengille tehty tunkkiin kiinnitettävä laatta, jolla saatiin lankkua tukevasti puristettua. Kuvassa 7 näkyy kenkien puristus.



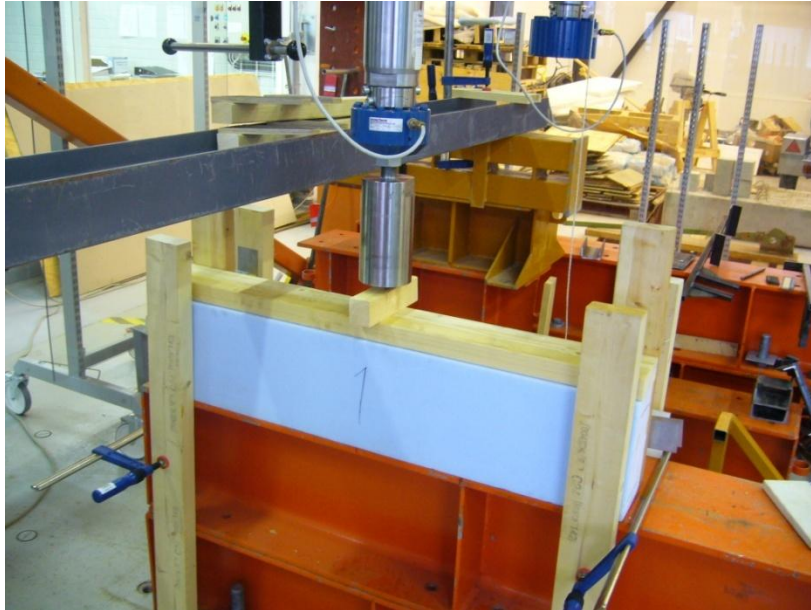
KUVA 7. Termokenkien puristus

Termokengät kuormitettiin hajoamispisteeseen asti. Maksimikuormaa kengät kestivät 24,17–41,56 kN painumien ollessa 7,353–26,563 mm. Puristustestauksen tulokset ovat liitteessä 2. Keskiarvo lujuuksille oli 33,17 kN ja painumille 12,70 mm. Maksimikuormien ja painumien suuri vaihteluväli johtuu osin valmistusvirheistä, sillä profiilit taivutetaan levytavarasta käsin yksi kerrallaan. Tästä johtuen mittatarkkuus osissa vaihtelee ja yhteensopivuus ei välttämättä ole täydellinen. Osien väliin jää ylimääräisiä välyksiä, mikä näkyy tuloksissa. Osa vaihtelusta on selitettävissä asennusvirheistä. Testattuja Termokenkiä oli kymmenen kappaletta.

Tulosten perusteella Termokenkien mallia muutettiin siten, että Termokenkien rei'itystä muutettiin niiden määrää vähentämällä. Uudessa mallissa on vain kaksi riviä reikiä laipan reunoilla ja reikärivien välissä on 52 mm leveä kiinteä osa. Muutoksella pyrittiin parantamaan Termokengän kestävyyttä ja saamaan tasaisempia tuloksia. Uudet Termokengät testattiin samanlaisella menettelyllä kuin aikaisemmatkin, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia keskenään. Tulokset paranivat, sillä uusien Termokenkien lujuuDET olivat 33,37–44,29 kN painumien ollessa 6,142–9,514 mm. Puristustestauksen tulokset ovat liitteessä 3. Tasaisemmat tulokset kertovat laadun parantuneen selkeästi. Keskiarvo lujuuksille oli 39,86 kN ja painumille 8,38 mm. Testattavia Termokenkiä oli kahdeksan kappaletta.

3.2 Termopalkkien lujuustestaus

Termopalkkien testaus suoritettiin OAMK:n laboratoriossa olevalla kuormituskehän B-kuormitussylinterillä. Sillä voi tehdä staattisia ja dynaamisia kuormituskokeita. Sylinteriä käytettiin siirtymäohjattuna, jolloin se liikkui vakionopeudella 0,7 mm/s. Palkkeja teetettiin testausta varten kymmenen kappaletta. Palkkien testaus on esitetty kuvassa 8.



KUVA 8. Termopalkkien testaus

Ongelmaksi palkkien testauksessa muodostui tuennan tekeminen, jotta testaus muistuttaisi oikeaa tilannetta mahdollisimman paljon. Tuenta tehtiin eritavalla eri palkkeihin. Palkit 1–4 oli tuettu molemmin puolin. Palkit 5 ja 6 oli tuettu vain toiselta puolelta. Tuentaa muutettiin, koska tuenta pyrittiin tekemään enemmän todellisen tilanteen kaltaiseksi. Todellisuudessa palkin ulko-reunan ja betonisen valesokkelin välissä on ilmarako. Palkit 7–10 puristettiin kasaan ilman mitään tuentaa, koska aikaisempien palkkien tulokset olivat samanlaisia tuennasta riippumatta. Tuennan vaihtelulla ei kuitenkaan ollut merkittävää vaikutusta palkkien painumiskäyttäytymiseen. Palkkien painumien keskiarvot on esitetty taulukossa 1. Puristustestauksen tulokset ovat liitteessä 1.

TAULUKKO 1. Termopalkkien keskiarvolujuudet painuman kasvaessa

Keskiarvo

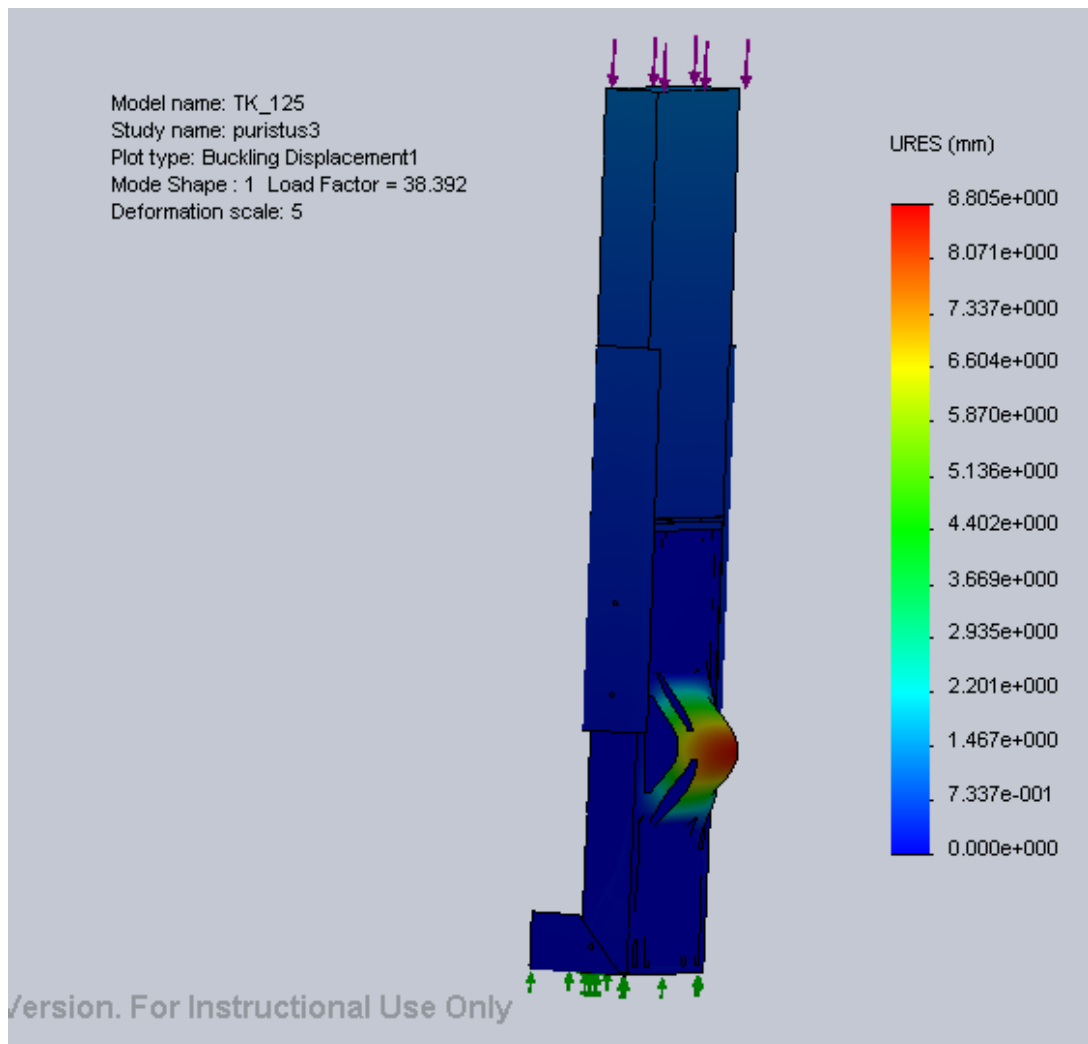
Voima	Painuma	Voima	Painuma
[kN]	[mm]	[kN]	[mm]
1,171	1,0	20,802	14,0
2,232	2,0	21,134	15,0
3,728	3,0	21,421	16,0
5,581	4,0	21,524	17,0
7,735	5,0	21,700	18,0
10,034	6,0	21,702	19,0
12,248	7,0	21,760	20,0
14,300	8,0	22,972	25,0
15,653	9,0	23,669	30,0
17,633	10,0	24,604	35,0
18,724	11,0	24,736	40,0
19,683	12,0	25,076	45,0
19,956	13,0	26,490	50,0

Palkkien kuormituksessa suurimmaksi mitoittavaksi tekijäksi havaittiin kuormituslujuuden sijasta rakenteen painuma. Tämän vuoksi palkkia tulisi käyttää ainoastaan eristeenä kantavien Termokenkien välissä. Kantamattomasakin ulkoseinässä voi tulla suuria pistemäisiä kuormia johtuen seinien toiminnasta rakennuksen jäykistävänä rakenteena. Seinän mahdollinen aukotus lisää riskiä suureen yksittäiseen pistekuormaan.

Palkinkäyttö kantamattoman väliseinän alaosan korjaamiseen tulee tarkistaa tapauskohtaisesti. Käyttö riippuu seinän rakenteesta. RIL 205-1-2007 mukaan kuormaa voidaan olettaa kevyeltä väliseinältä 0,3 kN/m. Kestävyys on riittävä kevyen väliseinän alaosan korjaamiseen pelkällä Termopalkilla. Soveltuvuus on kuitenkin tarkistettava tapauskohtaisesti.

4 TERMOKENKIEN MALLINNUS JA LUJUUSLASKEN- TA SOLIDWORKS-OHJELMISTOLLA

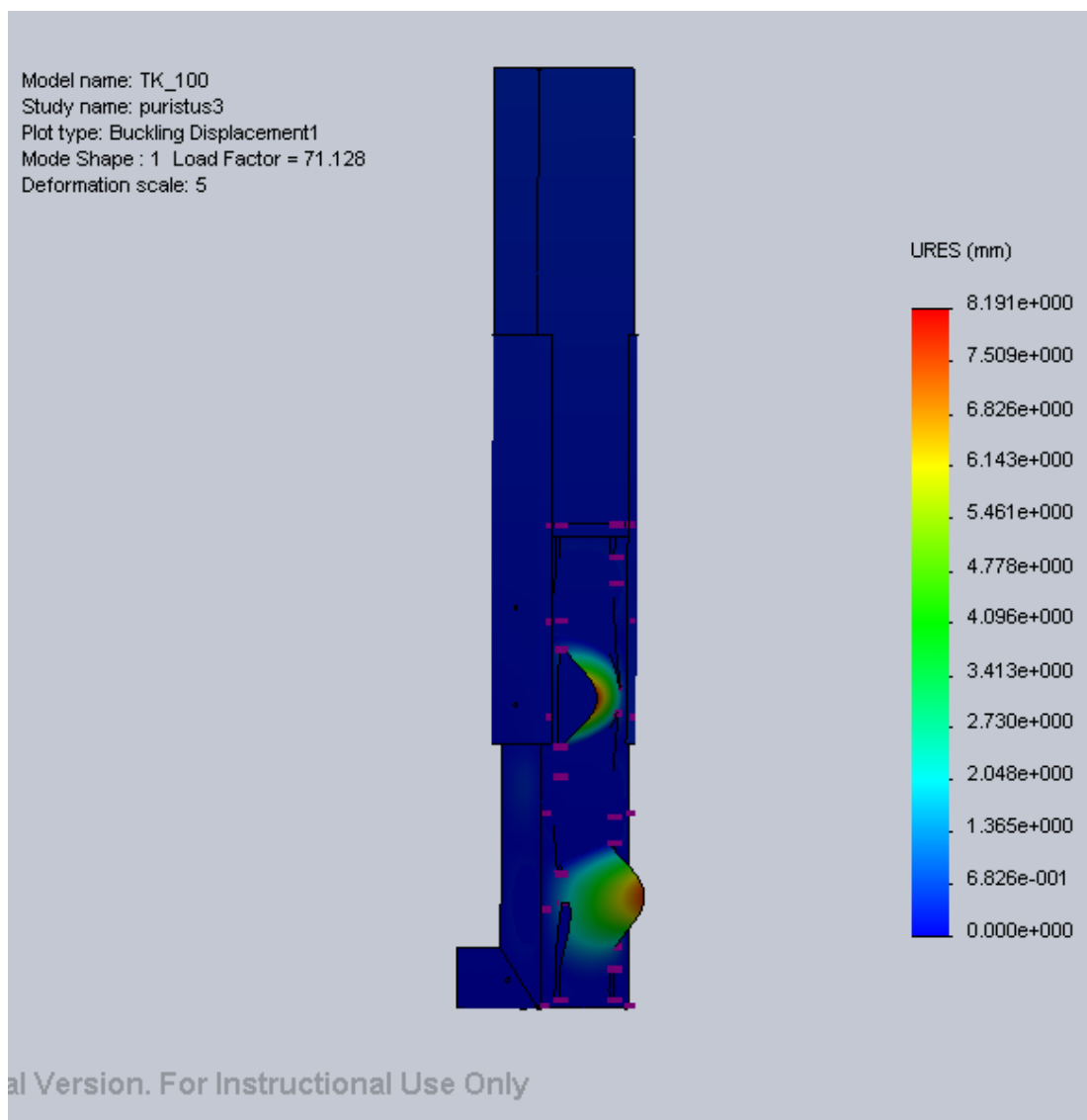
Termokenkien kehitystä auttamaan päätettiin tuote mallintaa SolidWorks-ohjelmistolla, jolla voidaan tehdä myös kappaleen lujuustarkasteluja. Tällä tavoin saatiin selville Termokengän teoreettinen lujuus, jota sitten verrattiin laboratoriossa tehtyihin puristuslujuuskokeiden tuloksiin. Lujuusarvot selvitetiin sekä 125 mm että 100 mm leveälle Termokengälle. Leveydeltään 125 mm Termokengän kuormitussimulaation tulos on esitetty kuvassa 9.



KUVA 9. Termokenkä 125 mm kuormitussimulaatio SolidWorks-ohjelmistolla

Mallinnuksen antama lujuus on 38,392 kN, mikä vastaa laboratoriotesteissä saatuja tuloksia.

Termokenkä mallinnettiin myös 100 mm:n profiililla. 100 mm:n Termokenkän kuormitussimulaation tulos on esitetty kuvassa 10. Simulaation antama lujuus on 71,128 kN, mikä on tuntuvasti suurempi kuin 125 mm:n profiilille saatu lujuus. Suurempi lujuus selittyy sillä, että 100 mm Termokenkän uumassa on vain kaksi riviä reikiä kun taas 125 mm:ssä on neljä reikäriviä, joten siinä on suhteessa vähemmän kiinteää osaa.



KUVA 10. Termokenkä 100 mm:n kuormitussimulaatio SolidWorks-ohjelmistolla.

Termokenkien nurjahdus tapahtuu mallissa samalla tavalla kuin laboratoriossa tehdyissä kuormituksissa. Leveydeltään 100 mm:n Termokengän todellisen lujuuden varmistamiseksi täytyy tehdä puristuskokeita laboratoriossa. Pelkän mallinnuksen perusteella ei voida varmasti todeta 100 mm:n Termokengän puristuslujuutta.

5 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli tutkia Termokengän ja Termopalkin puristuslujuuskestävyyttä. Termokengän kestävyyttä testattiin laboratoriossa tehdyin puristuskokein sekä mallintamalla SolidWorks–ohjelmistolla. Termopalkkia testattiin laboratoriossa tehdyin puristuskokein.

Laboratoriossa 125 mm:ä leveän Termokengän puristuslujuudeksi saatiin 33,37–44,29 kN. SolidWorks–mallinnus antoi kestävyudeksi 38,392 kN, mikä vastaa laboratorioskokeiden tasoa. SolidWorks–ohjelmistolla mallinnettiin myös 100 mm:n Termokenkä, jonka lujuudeksi tuli 71,128 kN, mikä on tuloksena todella luja. Tulosta vääristänee SolidWorks:n laskentamalliverkko, sillä todellisuudessa lujuus on todennäköisesti huomattavasti lähempänä 125 mm:n Termokengän lujuutta. Myös 100 mm:n ja 125 mm:n rakenteelliset erot selittävät lujuuseroa, sillä eri profiilien uumassa on eri määrä reikiä. Leveydeltään 100 mm:n profiilissa kiinteää osaa on suhteessa enemmän kuin 125 mm:ssä.

Termokenkien puristuskestävyys on riittävää kantavana rakenteena toimimiseen. Kuitenkin riittävä kestävyys tulee tarkistaa tapauskohtaisesti, sillä kuormitukset kantaville rakenteille vaihtelevat melko suuresti paikkakunnasta ja rakennuksen mallista sekä koosta riippuen. Leveydeltään 100 mm:n Termokengän todellinen puristuslujuus on vielä varmennettava puristuskokein. Termokenkien kantavuutta voisi saada suuremmaksi, jos käytettäisiin paksumpaa teräslevyä profiilin tekemiseen nykyisen 1,5 mm:n sijasta. Termokengät valmistetaan yksi kerrallaan, joten niiden laatu saattanee parantua, mikäli siirrytään valmistamaan Termokenkiä teollisesti ja mittatarkasti.

Termopalkkien puristustestaus tuotti odotetun tuloksen lujuuden suhteen. Ongelmaksi muodostui sen liiallinen painuminen kuormituksessa, joten sen käyttö kantavana rakenteena tulee tarkistaa tapauskohtaisesti. Kantamattomat ulkoseinät ovat usein jäykistäviä seiniä rakennuksessa eli ne ottavat vastaan rakennuksen pitkille sivuille tulevan tuulikuorman. Tuulikuormasta

saattaa muodostua pistemäinen kuormitus päätyseinän runkorakenteille, mikäli seinässä on aukkoja, kuten esimerkiksi ikkunoita tai ovia. Juuri ikkunoista ja ovista johtuen painumaa ei voida sallia. Termopalkkia tulee käyttää pääsääntöisesti vain eristeenä.

Termorakenne vaatii vielä lisätutkimuksia, sillä tarkasteltavia asioita ilmeni tutkimusten yhteydessä runsaasti lisää. Esimerkiksi Termokengän ja pystyrunkopuun liitoksen veto- ja taivutuslujuus tulisi saada selville mitoitus varten. Liitokseen kohdistuu vetolujuutta, kun tuuli aiheuttaa katolle nosteen. Tällöin koko nosteen voima kohdistuu Termokengän kiinnityksessä käytettyihin kahteen vetoniittiin ja kahteen naulaan. Myös tuulen paineesta johtuen tulisi suorittaa taivutuslujuuden tarkastelu, sillä tuulenpaine aiheuttaa momenttia Termokengän ja pystyrunkopuun liitokseen.

LÄHTEET

Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus. 1997. Ympäristöopas 28. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus. 1997. Ympäristöopas 29. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Mittakuvat. 2011. Takotek. Saatavissa: <http://www.takotek.fi/mittakuvat-2011-24-02.pdf>. Hakupäivä: 21.3.2011.

Pirinen, Juhani 2006. Pientalojen mikrobivauriot. Hengitysliiton julkaisuja 19/2006.

RT 80-10712. 1999. Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot.

RIL 205-1-2009. Puurakenteiden suunnitteluohje. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Seinien kosteusvaurioiden korjaus. 2010. Takotek Oy. Termotuote asennusohje.

LIITTEET

LIITE 1. Termopalkkien puristustulosteet 15.9.2010 (10 kpl)

LIITE 2. Termokenkien puristustulosteet 22.9.2010 (10 kpl)

LIITE 3. Termokenkien puristustulosteet 31.1.2011 (8 kpl)



Koekappaleryhmän yleiset tiedot

Thermopalkkien testaus 150910			
Thermopalkkien testaus 150910			
Palkki 1			
Tilaus	Thermopalkkien testaus		
Erä	Erä1		
Koekappale	1	Koestuspäivä	15.09.2010
Huom		Koestaja	Ari Oikarinen

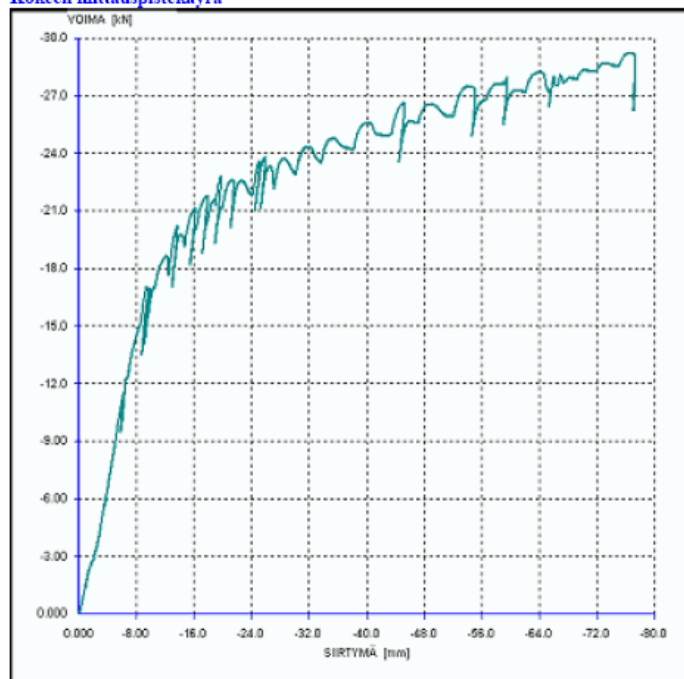
Lähtötiedot

Tuenta			
Etäisyydet:			
e1	0,00	mm	
e2	0,00	mm	
e3	0,00	mm	
e4	0,00	mm	
Hitausmomentti	I	1,00	10^3 mm^4
Kimmoduli	E	1,00	10^3 N/mm^2
Taivutusvastus	W	1,00	10^3 N/mm^2
Pituus			mm
Pinta-ala	0,0		mm^2

Lopputulokset

Sylinteri	A	B	C	D	Koeaika	1 740,62	s
Murtokuorma		-29,264	0,000	0,000	kN		
Siirtymä		-77,35	0,00	0,00	mm		
Min		Min			Min		
Min		Min			Min		
Min		Min			Min		
		Min			Min		

Kokeen mittauspistekäyrä





Koekappaleryhmän yleiset tiedot

Thermopalkkien testaus 150910

Thermopalkkien testaus 150910

Palkki 1

Tilaus Thermopalkkien testaus

Erä Erä1

Koekappale 2

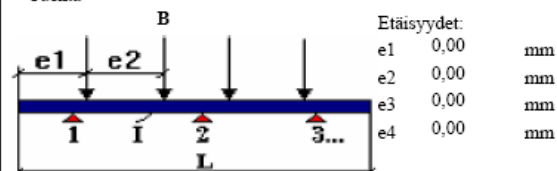
Huom

Koestuspäivä 15.09.2010

Koestaja Ari Oikarinen

Lähtötiedot

Tuenta



Etäisyydet:

e1 0,00 mm

e2 0,00 mm

e3 0,00 mm

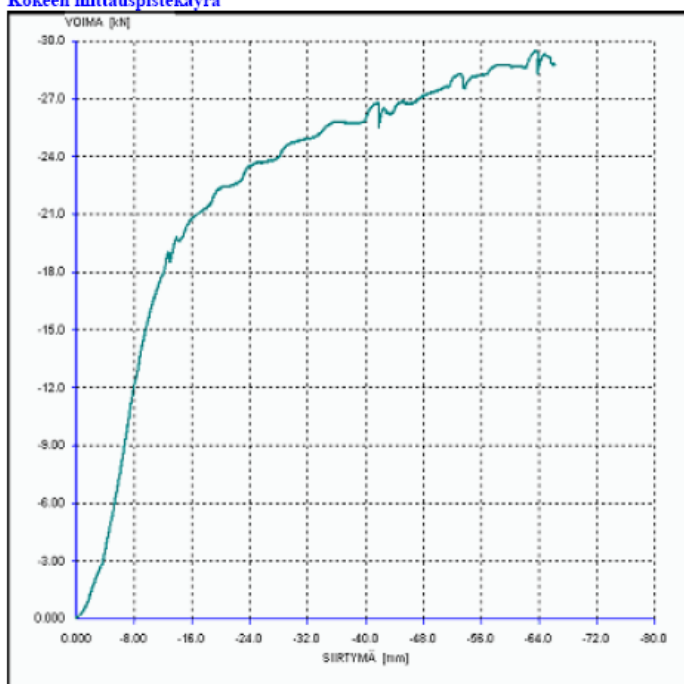
e4 0,00 mm

Hitausmomentti	I	1,00	10^3 mm^4	Pituus		mm
Kimmoduli	E	1,00	10^3 N/mm^2	Pinta-ala	0,0	mm^2
Taivutusvastus	W	1,00	10^3 N/mm^2			

Lopputulokset

Sylinteri	A	B	C	D		Koeaika	668,88	s
Murtokuorma		-29,525	0,000	0,000	kN			
Siirtymä		-66,51	0,00	0,00	mm			
Min			Min			Min		
Min			Min			Min		
Min			Min			Min		
			Min			Min		

Kokeen mittauspistekäyrä





Koekappaleryhmän yleiset tiedot

Thermopalkkien testaus 150910

Thermopalkkien testaus 150910

Palkki 1

Tilaus Thermopalkkien testaus

Erä Erä1

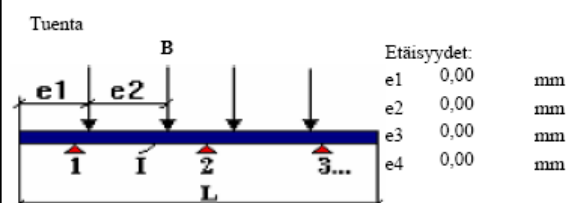
Koestuspäivä 15.09.2010

Koekappale 3

Koestaja Ari Oikarinen

Huom

Lähtötiedot

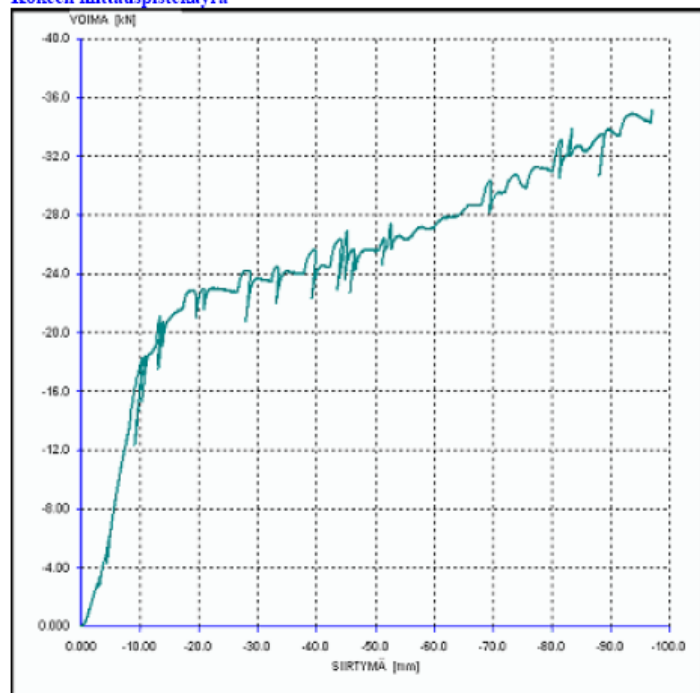


Hitausmomentti	I	1,00	10^3 mm^4	Pituus		mm
Kimmoduli	E	1,00	10^3 N/mm^2	Pinta-ala	0,0	mm^2
Taivutusvastus	W	1,00	10^3 N/mm^2			

Lopputulokset

Sylinteri	A	B	C	D		Koeaika	1 418,20	s
Murtokuorma		-36,086	0,000	0,000	kN			
Siirtymä		-98,10	0,00	0,00	mm			
Min			Min			Min		
Min			Min			Min		
Min			Min			Min		
			Min			Min		

Kokeen mittauspistekäyrä





Koekappaleryhmän yleiset tiedot

Thermopalkkien testaus 150910

Thermopalkkien testaus 150910

Palkki 1

Tilaus Thermopalkkien testaus

Erä Erä1

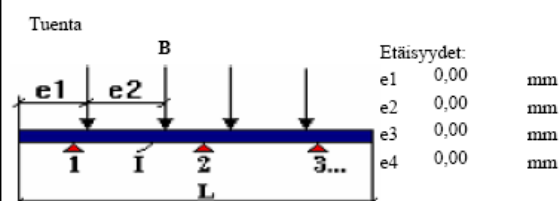
Koekappale 4

Huom

Koestuspäivä 15.09.2010

Koestaja Ari Oikarinen

Lähtötiedot

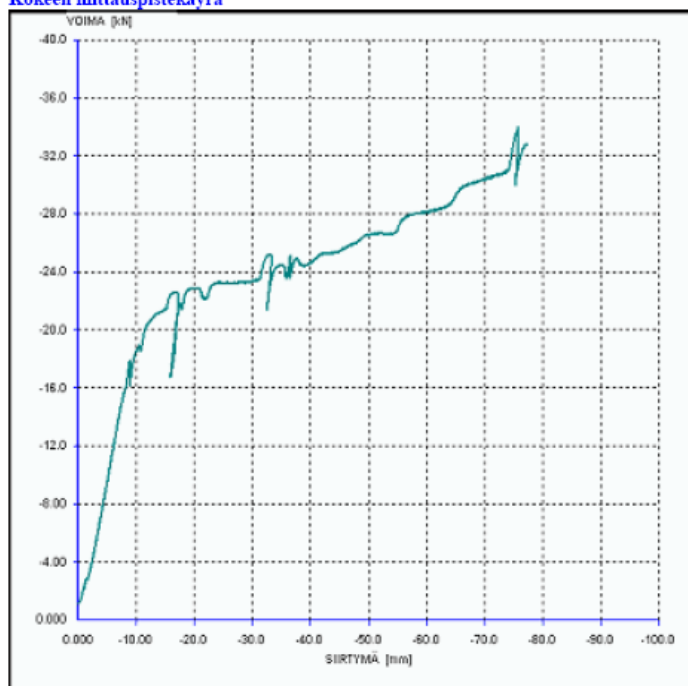


Hitausmomentti	I	1,00	10^3 mm^4	Pituus		mm
Kimmoduli	E	1,00	10^3 N/mm^2	Pinta-ala	0,0	mm^2
Taivutusvastus	W	1,00	10^3 N/mm^2			

Lopputulokset

Sylinteri	A	B	C	D	Koeaika	1 101,58	s
Murtokuorma		-34,019	0,000	0,000	kN		
Siirtymä		-77,52	0,00	0,00	mm		
Min		Min			Min		
Min		Min			Min		
Min		Min			Min		
		Min			Min		

Kokeen mittauspistekäyrä





Koekappaleryhmän yleiset tiedot

Thermopalkkien testaus 150910

Thermopalkkien testaus 150910

Palkki 1

Tilaus Thermopalkkien testaus
Erä Erä1
Koekappale 5
Huom

Koestuspäivä 15.09.2010
Koestaja Ari Oikarinen

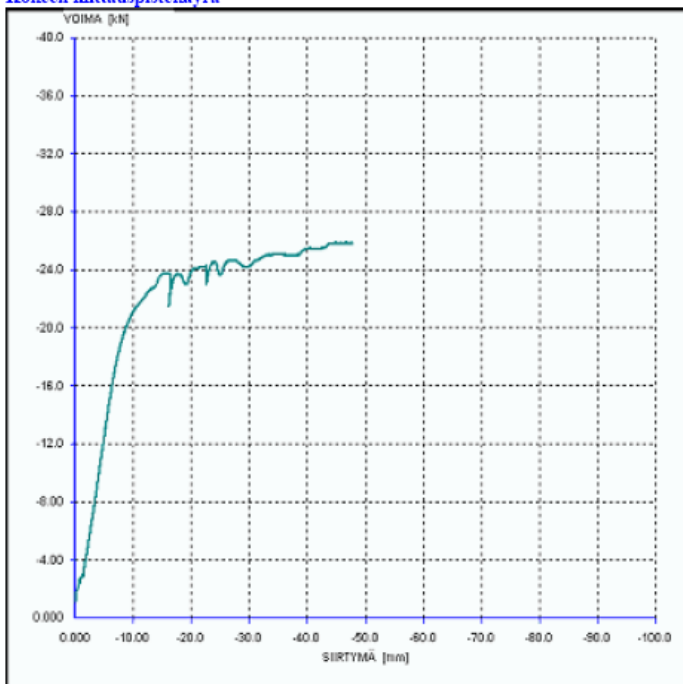
Lähtötiedot

Tuenta		Etäisyydet:	
		e1	0,00 mm
		e2	0,00 mm
		e3	0,00 mm
		e4	0,00 mm
Hitausmomentti	I	1,00	10^3 mm^4
Kimmoduli	E	1,00	10^3 N/mm^2
Taivutusvastus	W	1,00	10^3 N/mm^2
		Pituus	mm
		Pinta-ala	0,0 mm ²

Lopputulokset

Sylinteri	A	B	C	D	Koeaika	754,86	s
Murtokuorma		-25,859	0,000	0,000	kN		
Siirtymä		-47,83	0,00	0,00	mm		
Min		Min			Min		
Min		Min			Min		
Min		Min			Min		
		Min			Min		

Kokeen mittauspistekäyrä





Koekappaleryhmän yleiset tiedot

Thermopalkkien testaus 150910			
Thermopalkkien testaus 150910			
Palkki 1			
Tilaus	Thermopalkkien testaus		
Erä	Erä1	Koestuspäivä	15.09.2010
Koekappale	6	Koestaja	Ari Oikarinen
Huom			

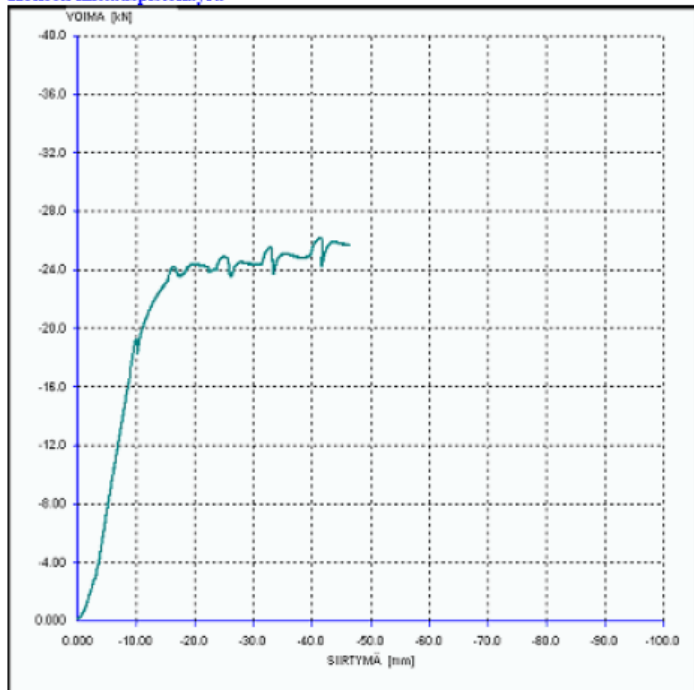
Lähtötiedot

Etäisyydet:			
e1	0,00	mm	
e2	0,00	mm	
e3	0,00	mm	
e4	0,00	mm	
Hitausmomentti	I	1,00	10 ³ mm ⁴
Kimmoduli	E	1,00	10 ³ N/mm ²
Taivutusvastus	W	1,00	10 ³ N/mm ²
Pituus			mm
Pinta-ala	0,0		mm ²

Lopputulokset

Sylinteri	A	B	C	D	Koeaika	665,78	s
Murtokuorma		-26,191	0,000	0,000	kN		
Siirtymä		-46,62	0,00	0,00	mm		
Min		Min			Min		
Min		Min			Min		
Min		Min			Min		
		Min			Min		

Kokeen mittauspistekäyrä





Koekappaleryhmän yleiset tiedot

Thermopalkkien testaus 150910			
Thermopalkkien testaus 150910			
Palkki 1			
Tilaus	Thermopalkkien testaus		
Erä	Erä1		
Koekappale	7	Koestuspäivä	15.09.2010
Huom		Koestaja	Ari Oikarinen

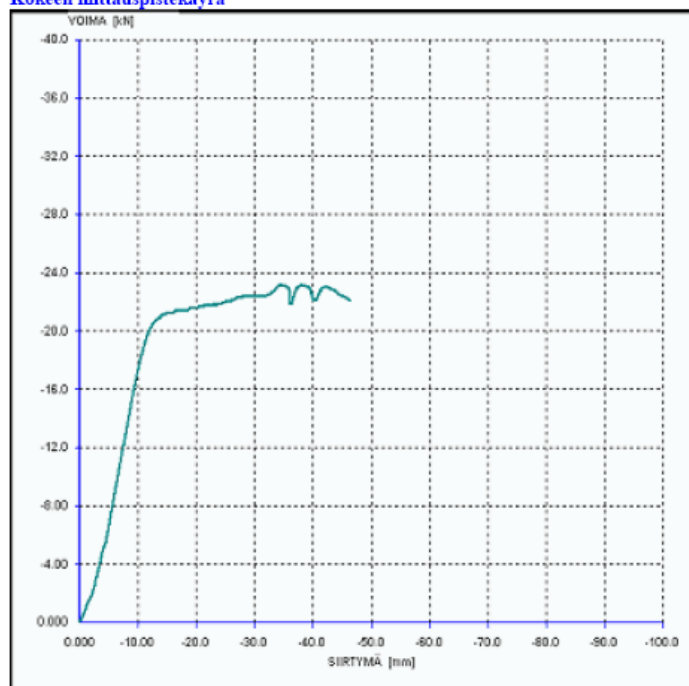
Lähtötiedot

Tuenta			
Etäisyydet:			
e1	0,00	mm	
e2	0,00	mm	
e3	0,00	mm	
e4	0,00	mm	
Hitausmomentti	I	1,00	10^3 mm^4
Kimmoduli	E	1,00	10^3 N/mm^2
Taivutusvastus	W	1,00	10^3 N/mm^2
Pituus			mm
Pinta-ala	0,0		mm^2

Lopputulokset

Sylinteri	A	B	C	D	Koeaika	668,28	s
Murtokuorma		-23,162	0,000	0,000	kN		
Siirtymä		-46,59	0,00	0,00	mm		
Min		Min			Min		
Min		Min			Min		
Min		Min			Min		
		Min			Min		

Kokeen mittauspistekäyrä





Koekappaleryhmän yleiset tiedot

Thermopalkkien testaus 150910

Thermopalkkien testaus 150910

Palkki 1

Tilaus Thermopalkkien testaus

Erä Erä1

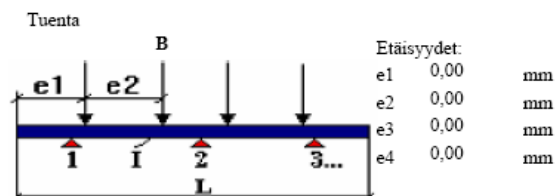
Koekappale 8

Huom

Koestuspäivä 15.09.2010

Koestaja Ari Oikarinen

Lähtötiedot

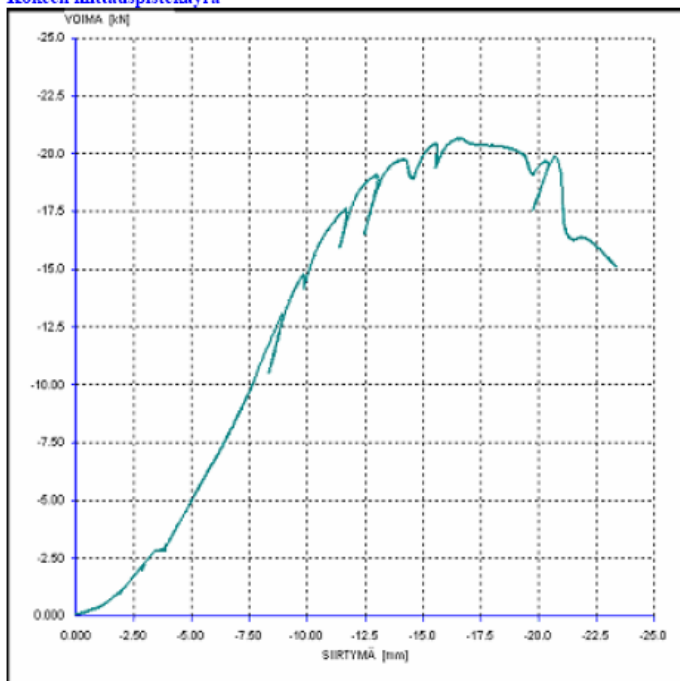


Hitausmomentti	I	1,00	10^3 mm^4	Pituus		mm
Kimmoduli	E	1,00	10^3 N/mm^2	Pinta-ala	0,0	mm^2
Taivutusvastus	W	1,00	10^3 N/mm^2			

Lopputulokset

Sylinteri	A	B	C	D	Koeaika	341,21	s
Murtokuorma		-20,656	0,000	0,000	kN		
Siirtymä		-23,64	0,00	0,00	mm		
Min		Min			Min		
Min		Min			Min		
Min		Min			Min		
		Min			Min		

Kokeen mittauspistekäyrä





Koekappaleryhmän yleiset tiedot

Thermopalkkien testaus 150910			
Thermopalkkien testaus 150910			
Palkki 1			
Tilaus	Thermopalkkien testaus		
Erä	Erä1	Koestuspäivä	15.09.2010
Koekappale	9	Koestaja	Ari Oikarinen
Huom			

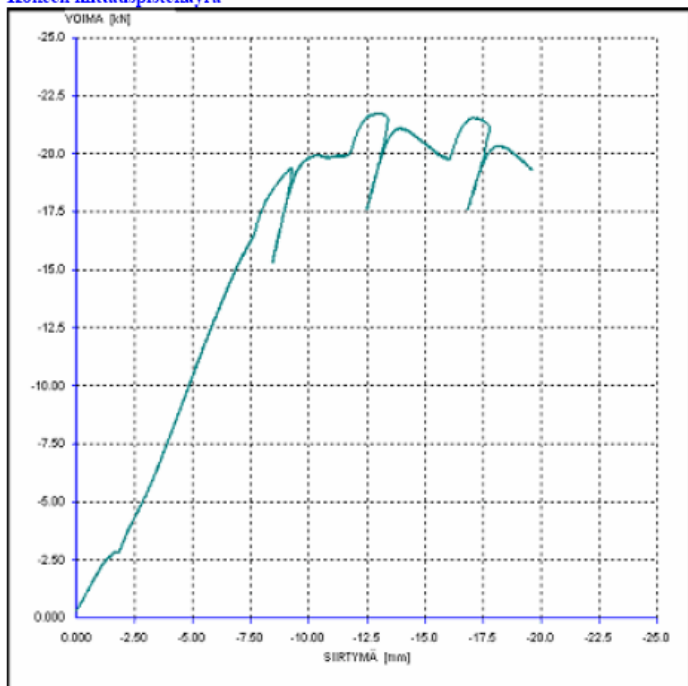
Lähtötiedot

Tuenta			
Etäisyydet:			
e1	0,00	mm	
e2	0,00	mm	
e3	0,00	mm	
e4	0,00	mm	
Hitausmomentti	I	1,00	10^3 mm^4
Kimmoduli	E	1,00	10^3 N/mm^2
Taivutusvastus	W	1,00	10^3 N/mm^2
Pituus			mm
Pinta-ala	0,0		mm^2

Lopputulokset

Sylinteri	A	B	C	D	Koeaika	430,22	s
Murtokuorma		-21,717	0,000	0,000	kN		
Siirtymä		-19,70	0,00	0,00	mm		
Min		Min			Min		
Min		Min			Min		
Min		Min			Min		
		Min			Min		

Kokeen mittauspistekäyrä





Koekappaleryhmän yleiset tiedot

Thermopalkkien testaus 150910			
Thermopalkkien testaus 150910			
Palkki 1			
Tilaus	Thermopalkkien testaus		
Erä	Erä1	Koestuspäivä	15.09.2010
Koekappale	10	Koestaja	Ari Oikarinen
Huom			

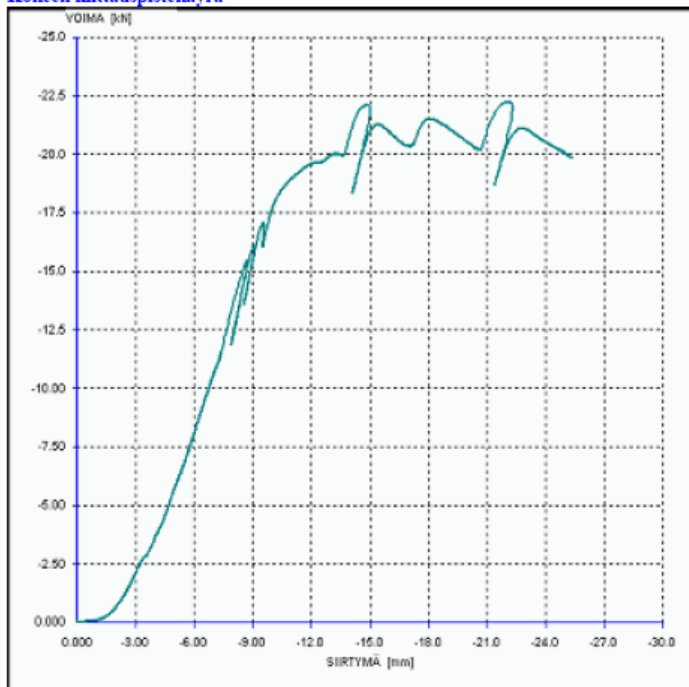
Lähtötiedot

Tuenta			
Etäisyydet:			
e1	0,00	mm	
e2	0,00	mm	
e3	0,00	mm	
e4	0,00	mm	
Hitausmomentti	I	1,00	10^3 mm^4
Kimmoduli	E	1,00	10^3 N/mm^2
Taivutusvastus	W	1,00	10^3 N/mm^2
Pituus			mm
Pinta-ala	0,0		mm^2

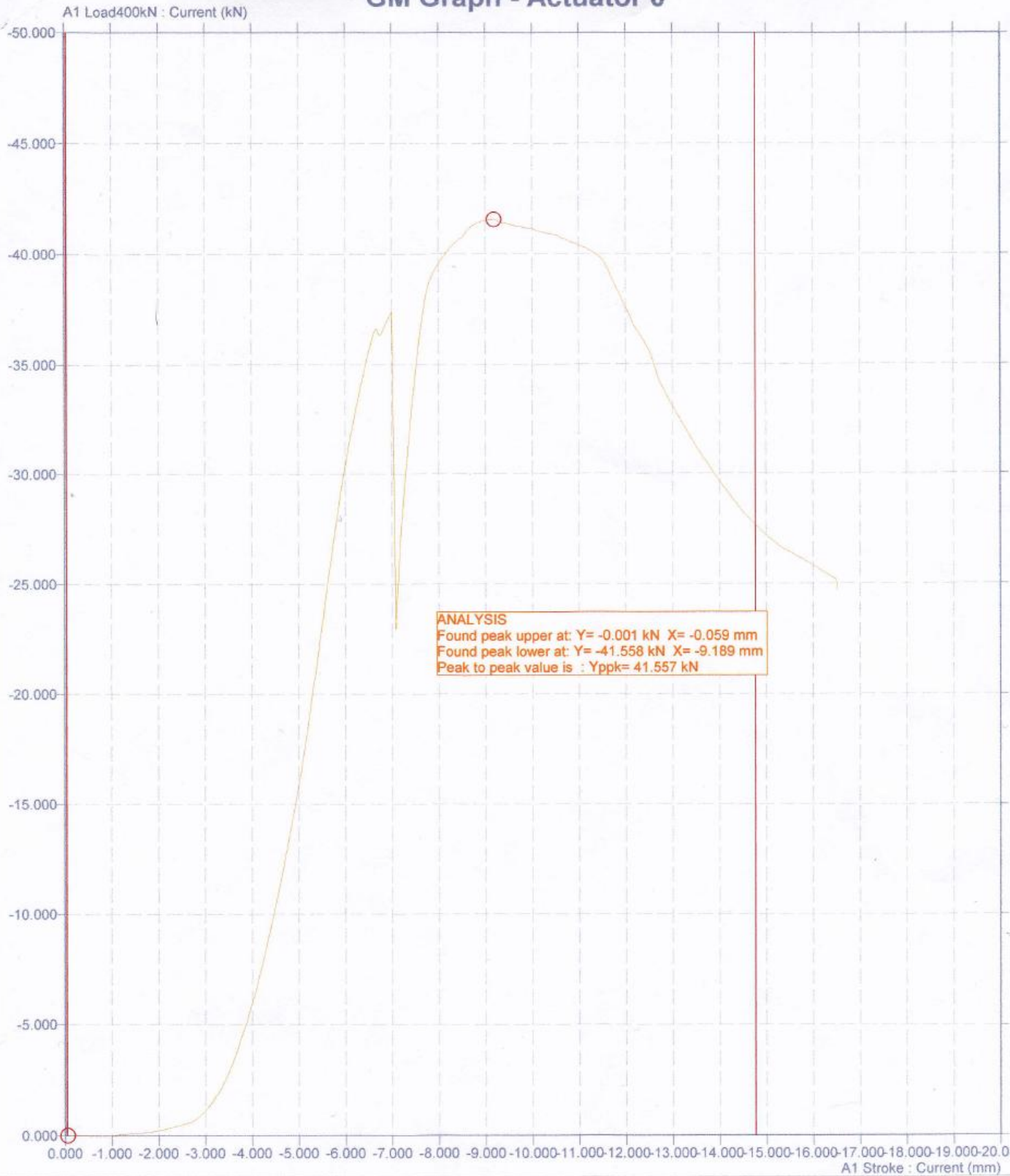
Lopputulokset

Sylinteri	A	B	C	D	Koeaika	570,21	s
Murtokuorma		-22,211	0,000	0,000	kN		
Siirtymä		-25,36	0,00	0,00	mm		
Min			Min		Min		
Min			Min		Min		
Min			Min		Min		
			Min		Min		

Kokeen mittauspistekäyrä



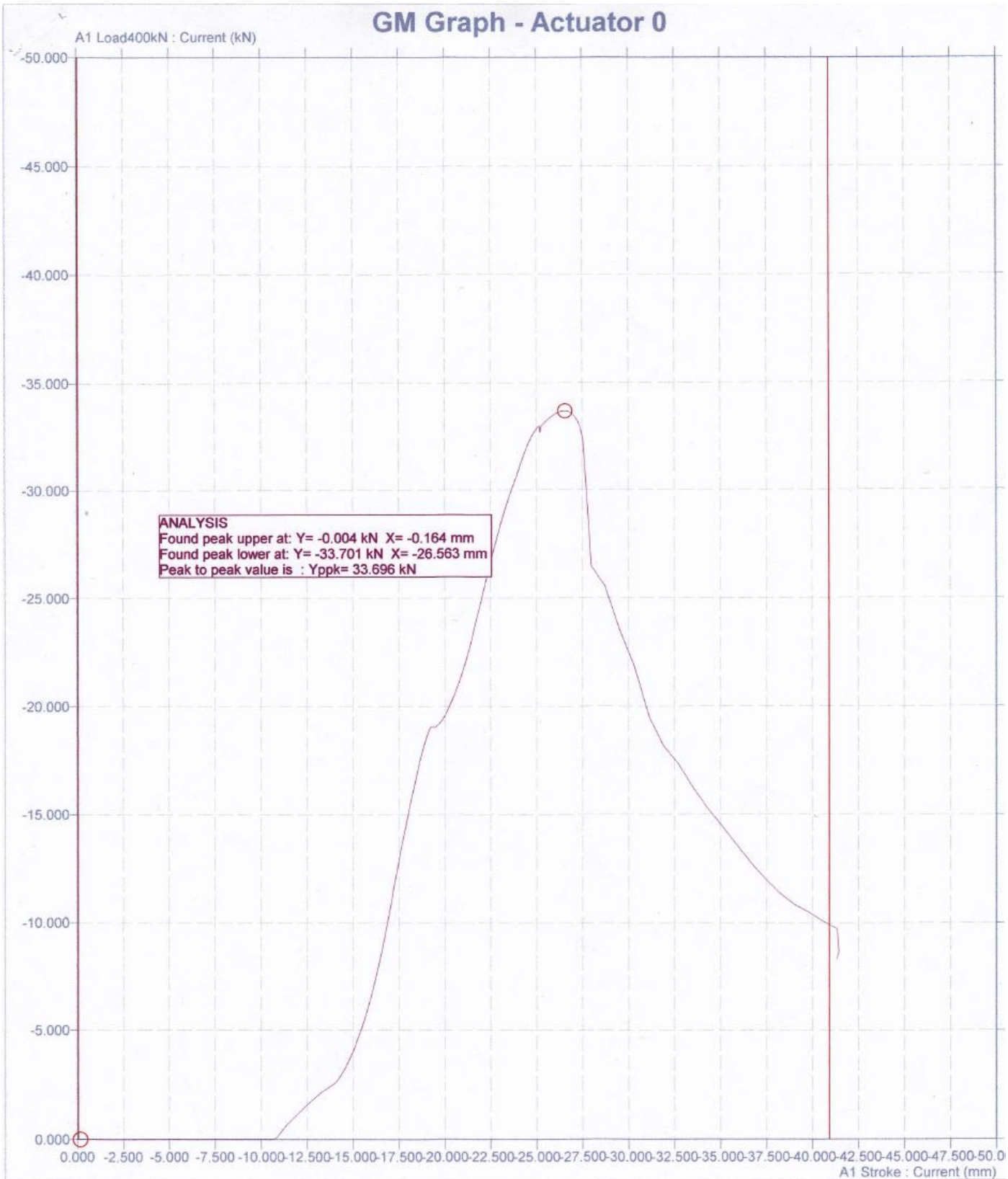
GM Graph - Actuator 0



Filename : [C:\Workshop 96\HeikkilRousu1.W01 - 1]
Number of bytes in subfile: 8684
Total number of data points: 515

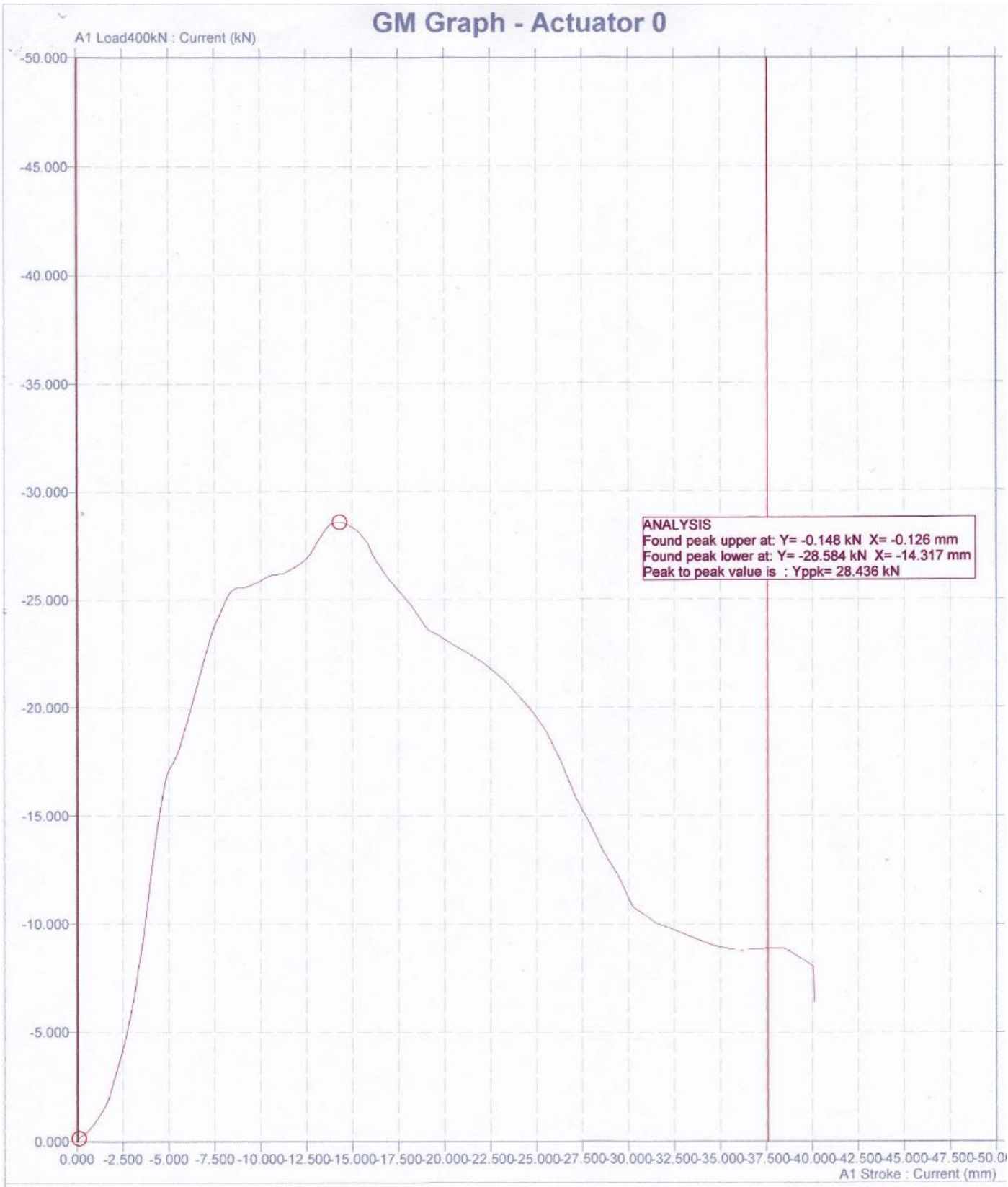
Source of data:
WS3 File Version: 1.05
Actuator/Step/Capture: 1 - 1 - 1
Date/Time: 22/09/2010 - 10:51:27

----- DATA MANAGER 96 -----



Filename : [C:\Workshop 96\Heikki\Rousu2.W01 - 1]
Number of bytes in subfile: 71852
Total number of data points: 4463

Source of data:
WS3 File Version: 1.05
Actuator/Step/Capture: 1 - 1 - 1
Date/Time: 22/09/2010 - 12:06:24
----- DATA MANAGER 96 -----

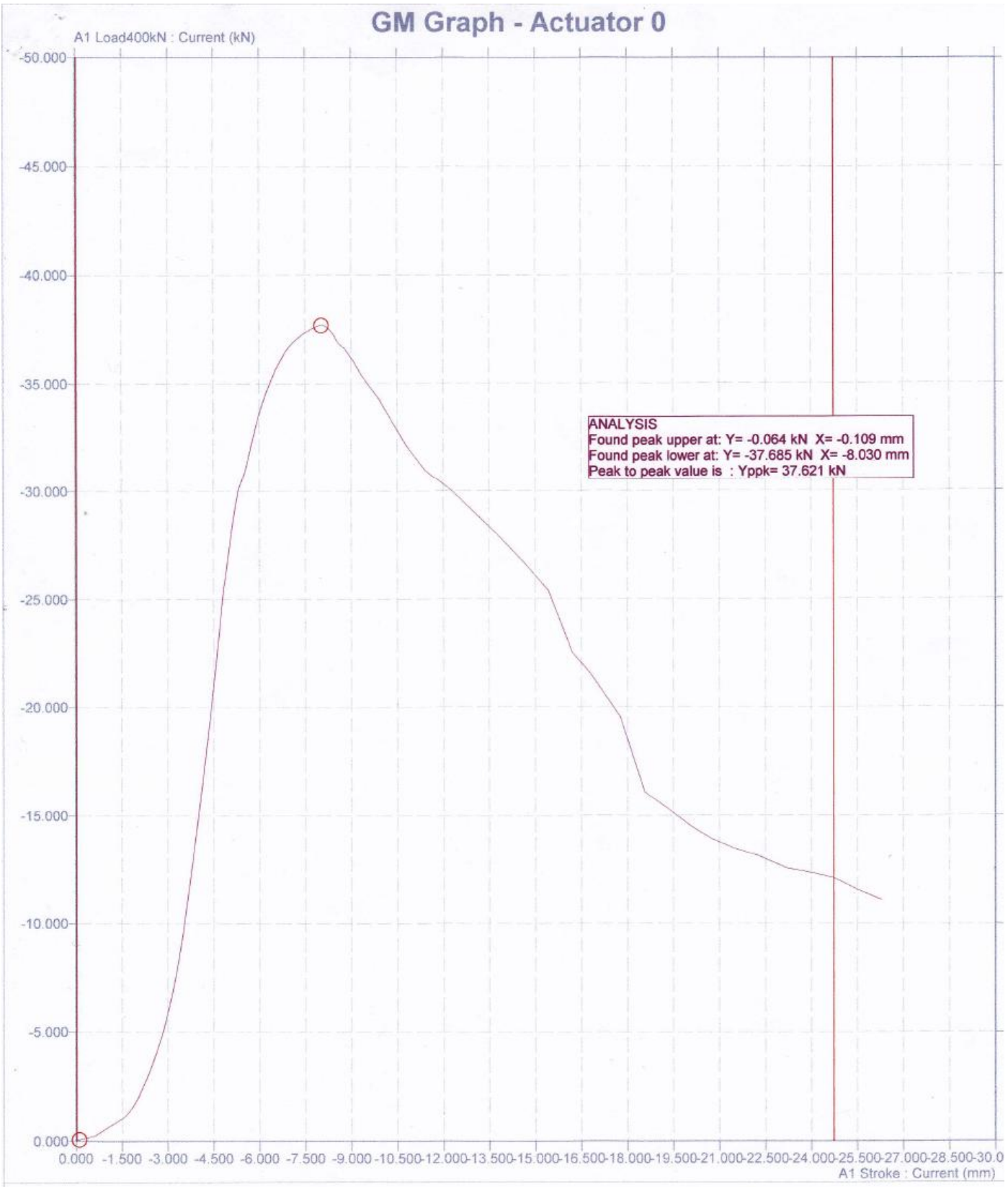


ANALYSIS
Found peak upper at: Y= -0.148 kN X= -0.126 mm
Found peak lower at: Y= -28.584 kN X= -14.317 mm
Peak to peak value is : Yppk= 28.436 kN

Filename : [C:\Workshop 96\Heikki\Rousu3.W01 - 1]
Number of bytes in subfile: 61996
Total number of data points: 3847

Source of data:
WS3 File Version: 1.05
Actuator/Step/Capture: 1 - 1 - 1
Date/Time: 22/09/2010 - 12:31:04

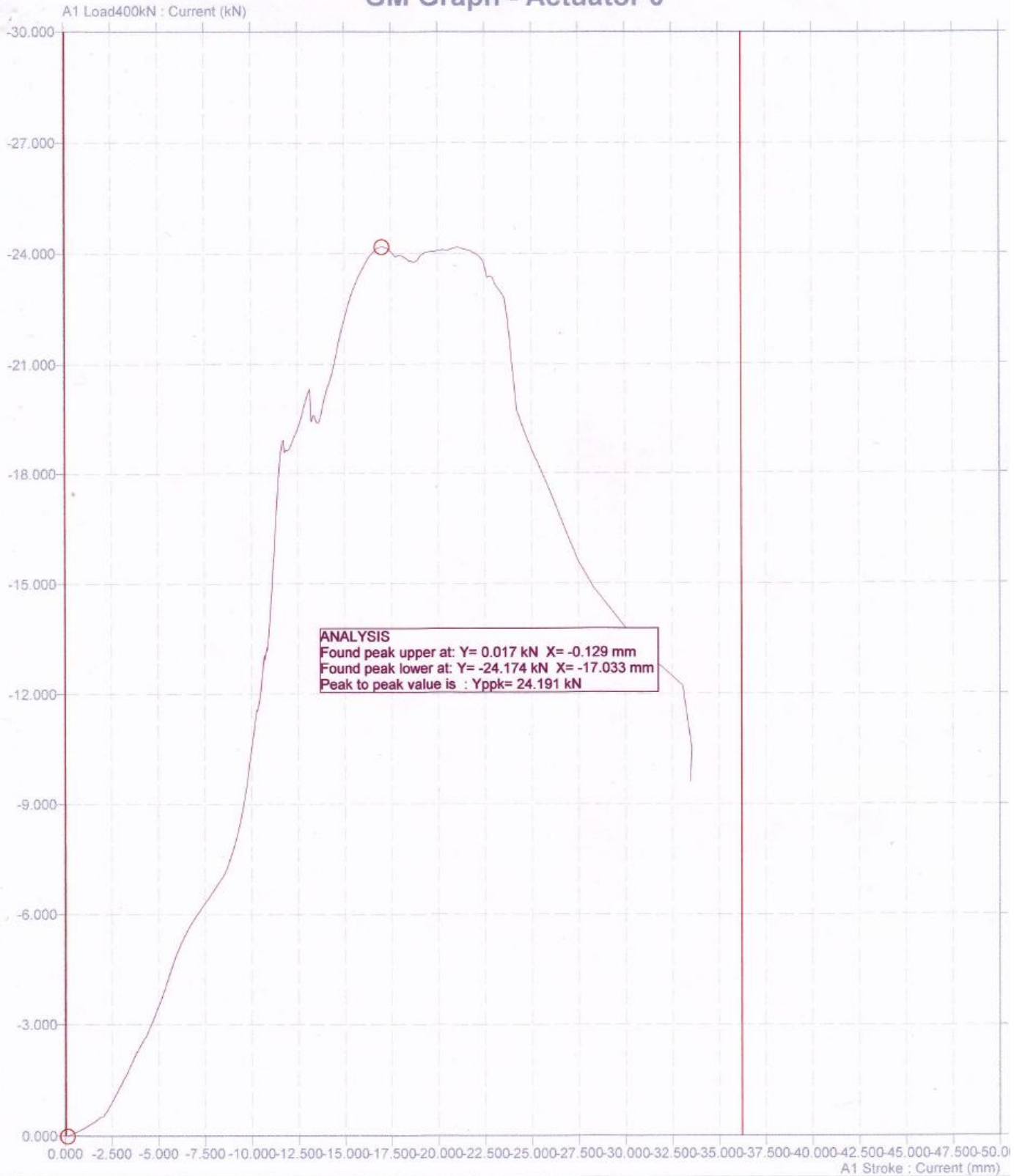
----- DATA MANAGER 96 -----



Filename : [C:\Workshop 96\Heikki\Rousu4.W01 - 1]
Number of bytes in subfile: 79804
Total number of data points: 4960

Source of data:
WS3 File Version: 1.05
Actuator/Step/Capture: 1 - 1 - 1
Date/Time: 22/09/2010 - 12:56:00
----- DATA MANAGER 96 -----

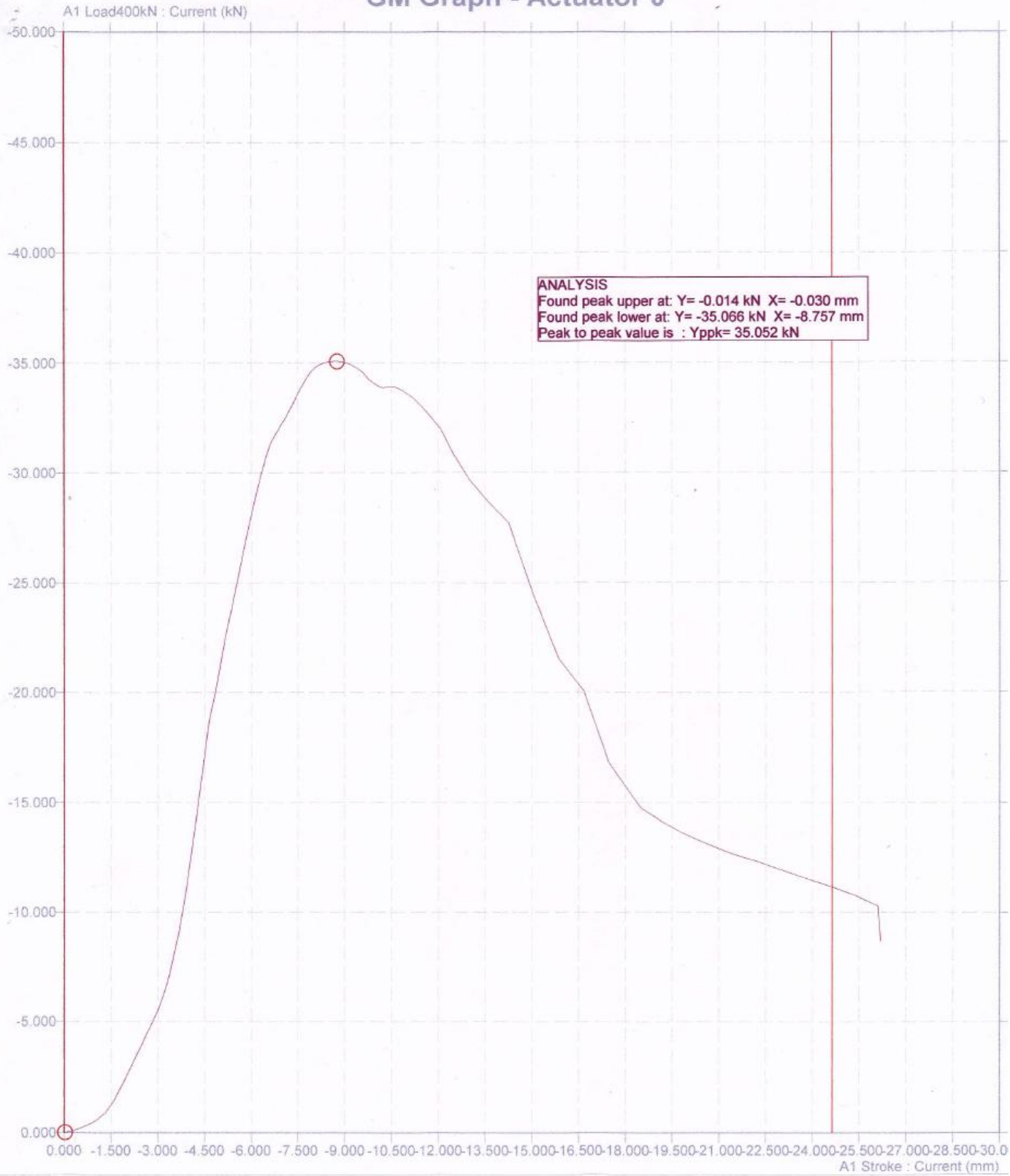
GM Graph - Actuator 0



Filename : [C:\Workshop 96\Heikki\Rousu5.W01 - 1]
Number of bytes in subfile: 53708
Total number of data points: 3329

Source of data:
WS3 File Version: 1.05
Actuator/Step/Capture: 1 - 1 - 1
Date/Time: 22/09/2010 - 13:14:44
----- DATA MANAGER 96 -----

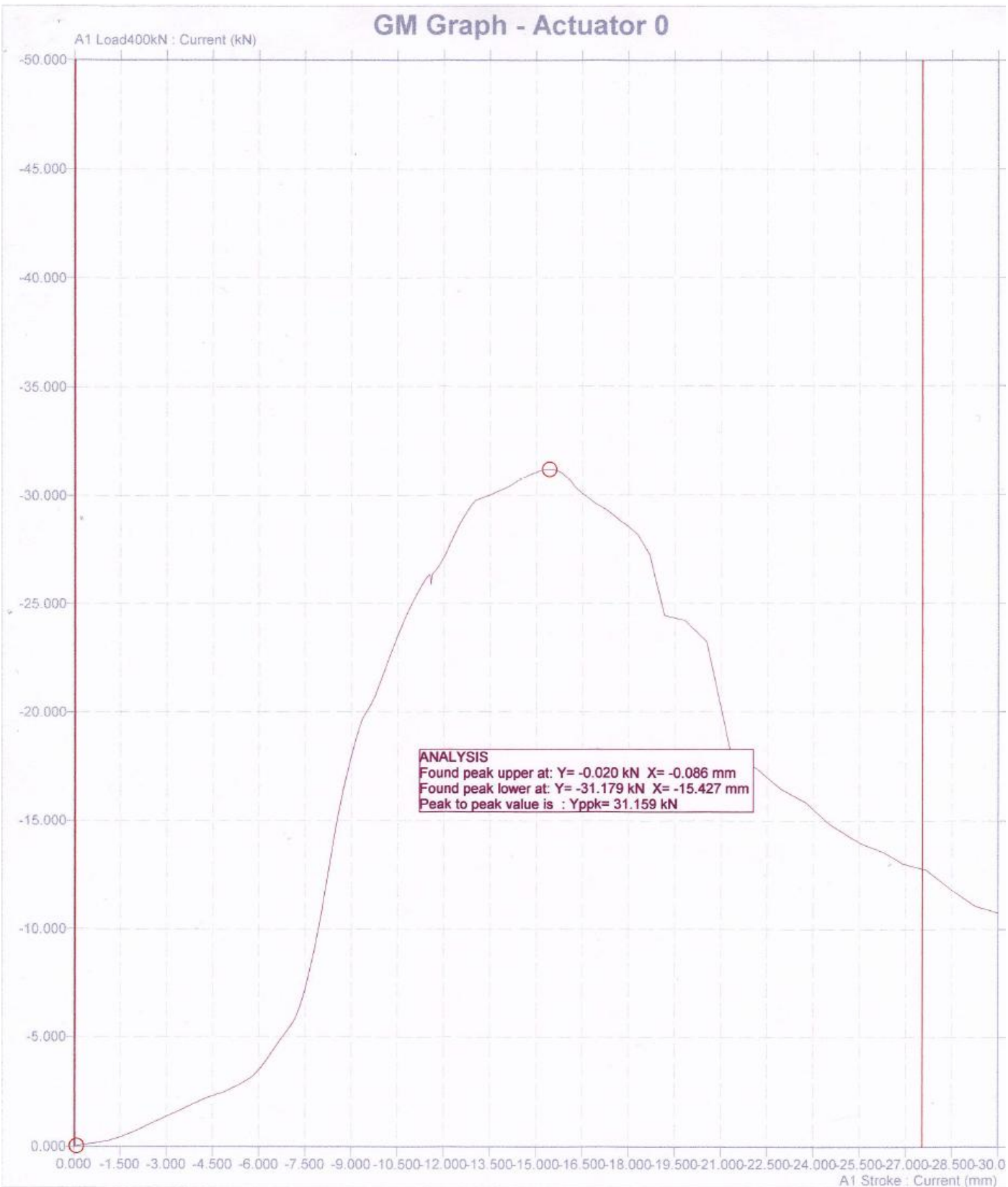
GM Graph - Actuator 0



Filename : [C:\Workshop 96\Heikki\Rousu6.W01 - 1]
Number of bytes in subfile: 74876
Total number of data points: 4652

Source of data:
WS3 File Version: 1.05
Actuator/Step/Capture: 1 - 1 - 1
Date/Time: 22/09/2010 - 13:33:46

----- DATA MANAGER 96 -----

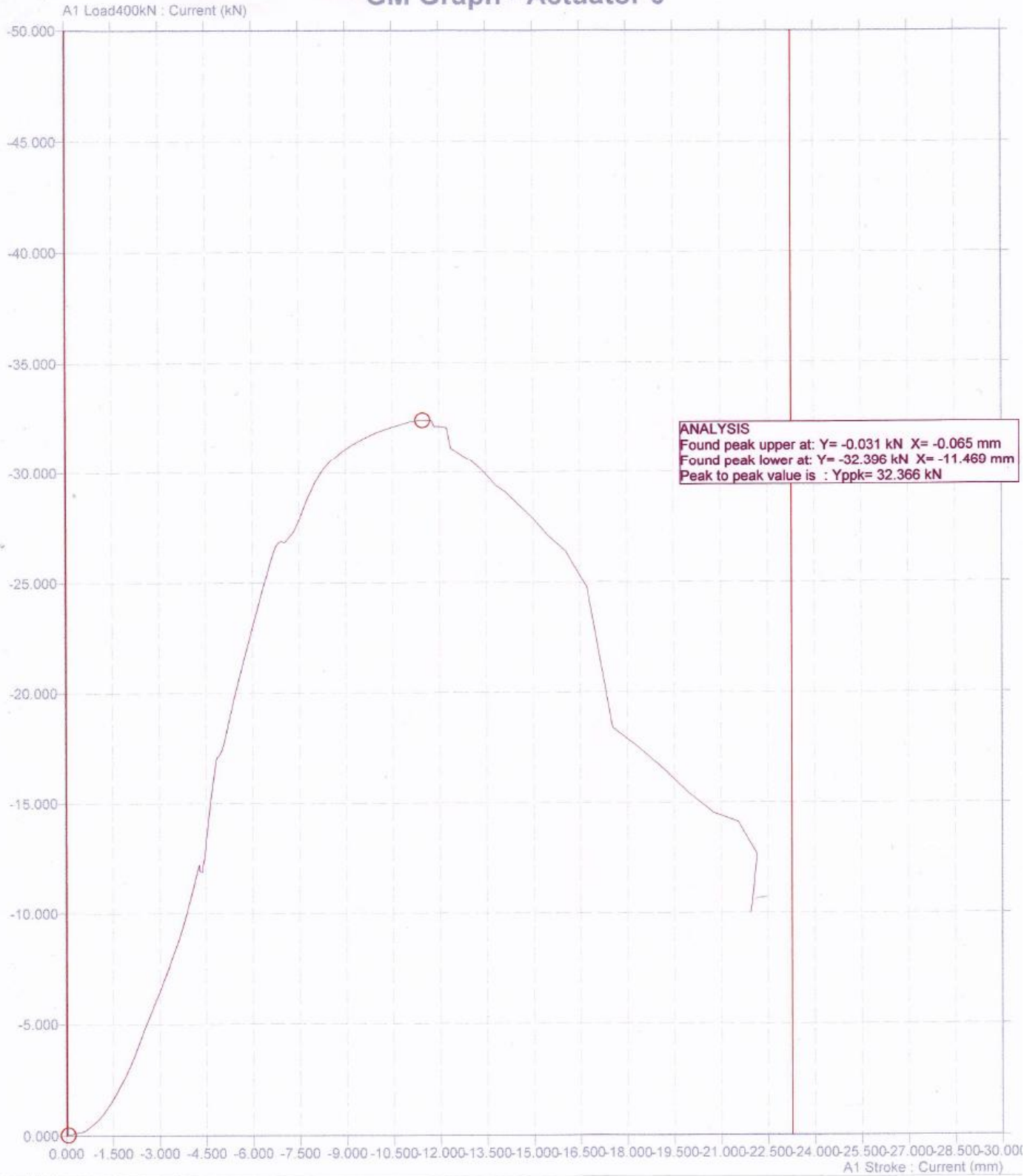


Filename : [C:\Workshop 96\Heikki\Rousu7.W01 - 1]
Number of bytes in subfile: 66924
Total number of data points: 4155

Source of data:
WS3 File Version: 1.05
Actuator/Step/Capture: 1 - 1 - 1
Date/Time: 22/09/2010 - 13:48:40

----- DATA MANAGER 96 -----

GM Graph - Actuator 0

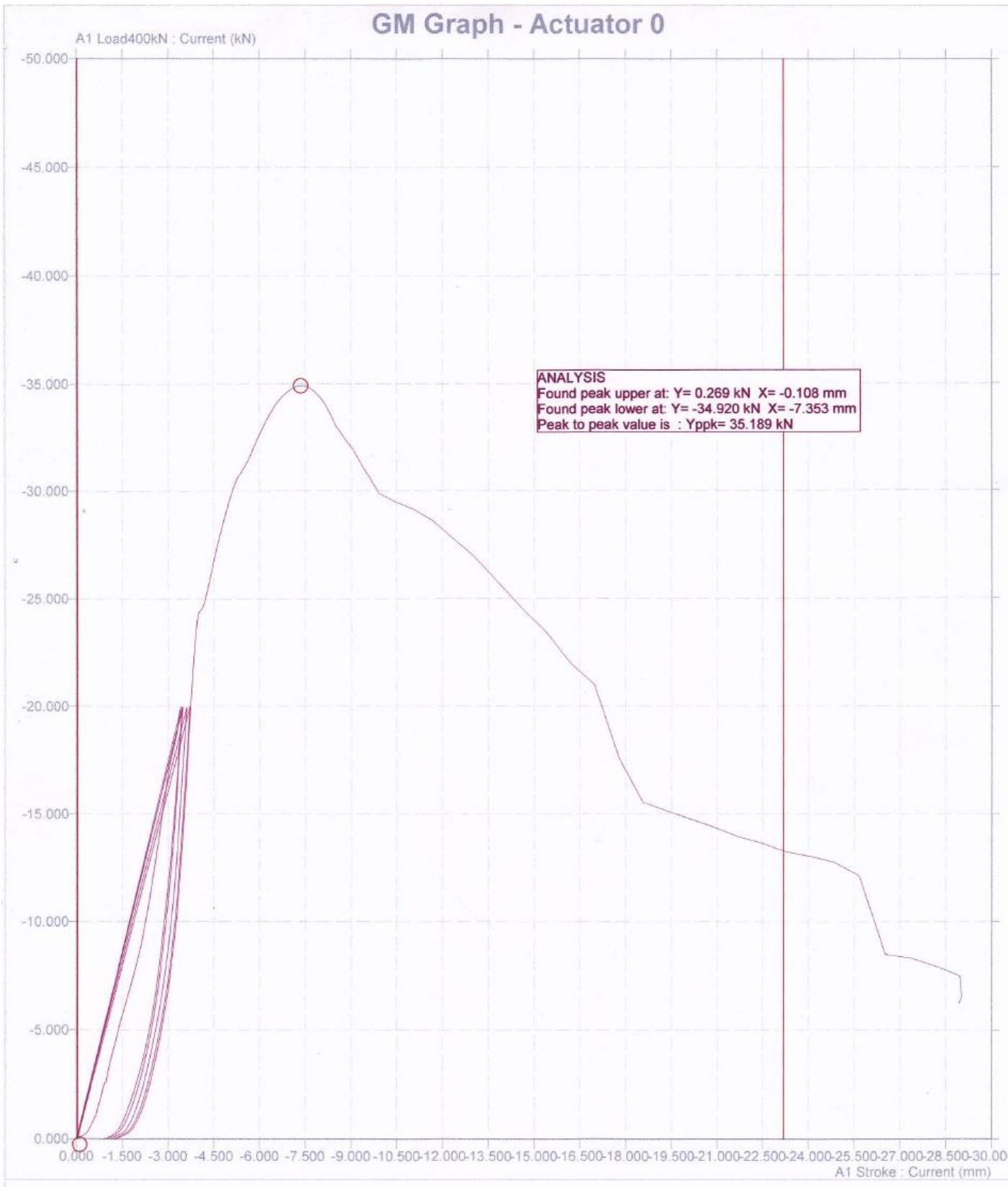


ANALYSIS
Found peak upper at: Y= -0.031 kN X= -0.065 mm
Found peak lower at: Y= -32.396 kN X= -11.469 mm
Peak to peak value is : Yppk= 32.366 kN

Filename : [C:\Workshop 96\Heikki\Rousu8.W01 - 1]
Number of bytes in subfile: 69164
Total number of data points: 4295

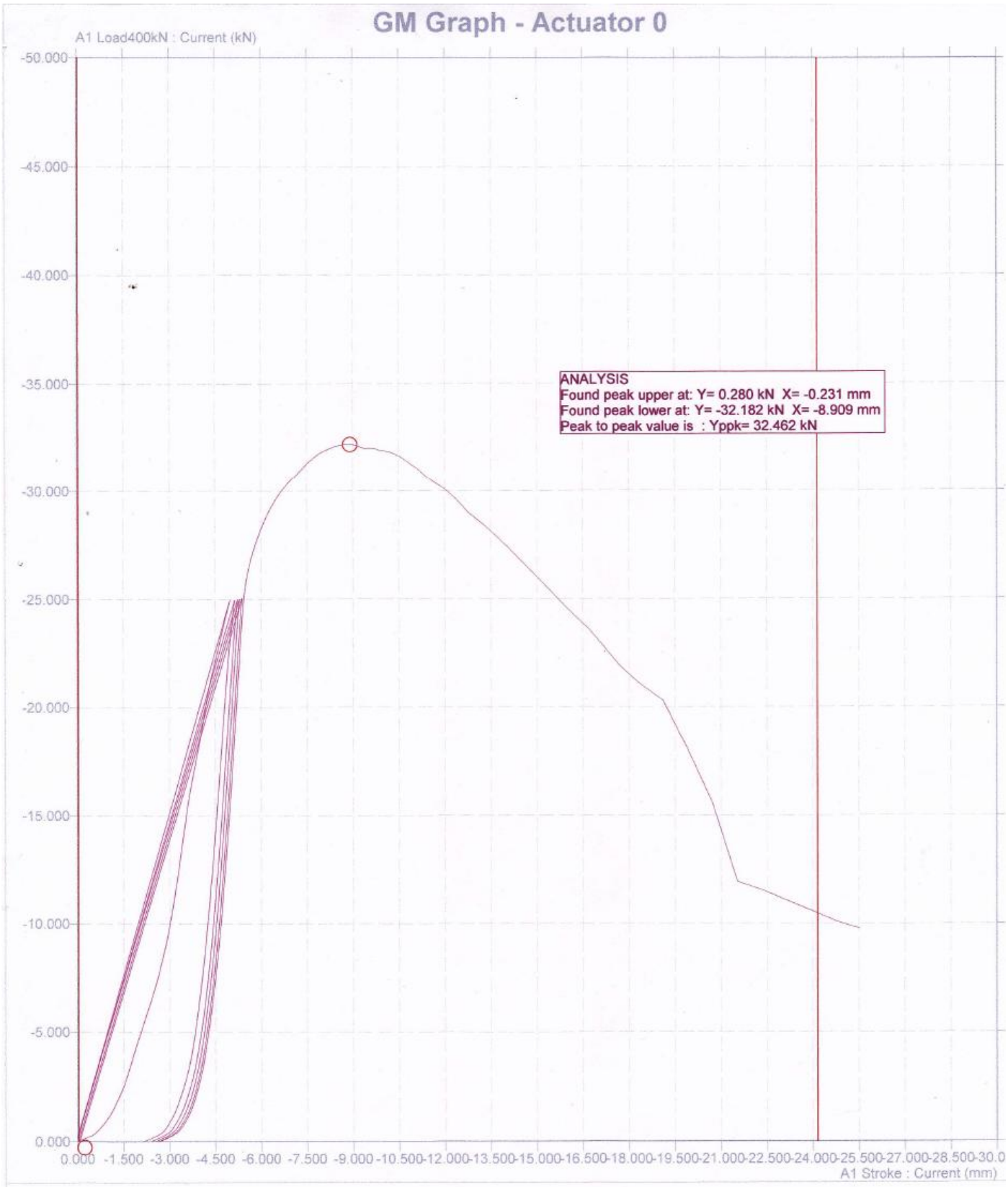
Source of data:
WS3 File Version: 1.05
Actuator/Step/Capture: 1 - 1 - 1
Date/Time: 22/09/2010 - 14:16:16

----- DATA MANAGER 96 -----



Filename : [C:\Workshop 96\HeikkilRousu9 W01 - 1]
Number of bytes in subfile: 186380
Total number of data points: 11621

Source of data:
WS3 File Version: 1.05
Actuator/Step/Capture: 1 - 1 - 1
Date/Time: 22/09/2010 - 14:54:06
----- DATA MANAGER 96 -----

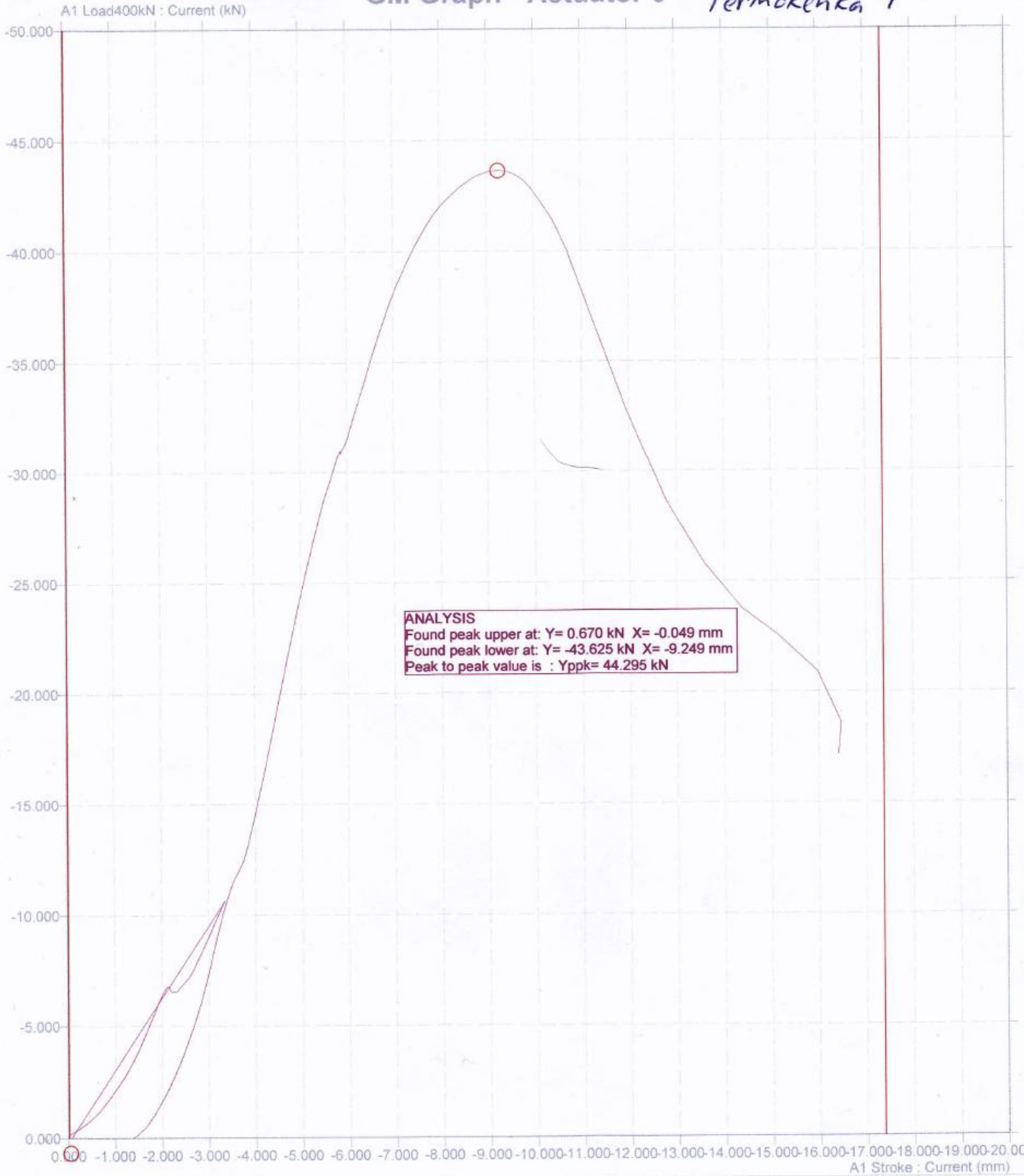


Filename : [C:\Workshop 96\Heikki\Rousu10.W01 - 1]
Number of bytes in subfile: 192876
Total number of data points: 12027

Source of data:
WS3 File Version: 1.05
Actuator/Step/Capture: 1 - 1 - 1
Date/Time: 22/09/2010 - 15:32:31

----- DATA MANAGER 96 -----

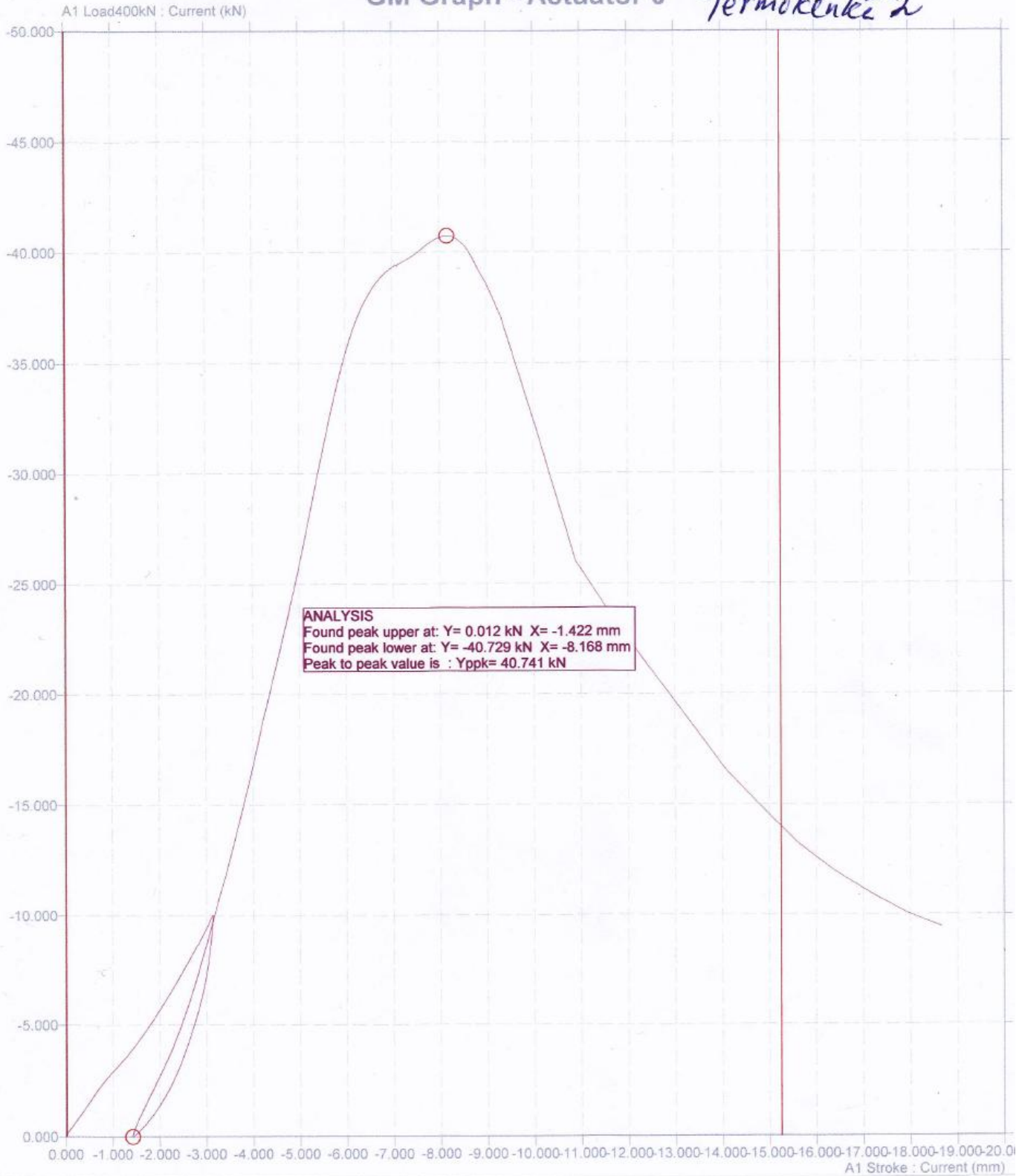
GM Graph - Actuator 0 *Termokenkä 1*



Filename.: [C:\Workshop 96\Heikki\Termokenkä1.W01 - 1]
Number of bytes in subfile: 115276
Total number of data points: 7177

Source of data:
WS3 File Version: 1.05
Actuator/Step/Capture: 1 - 1 - 1
Date/Time: 31/01/2011 - 10:47:08
----- DATA MANAGER 96 -----

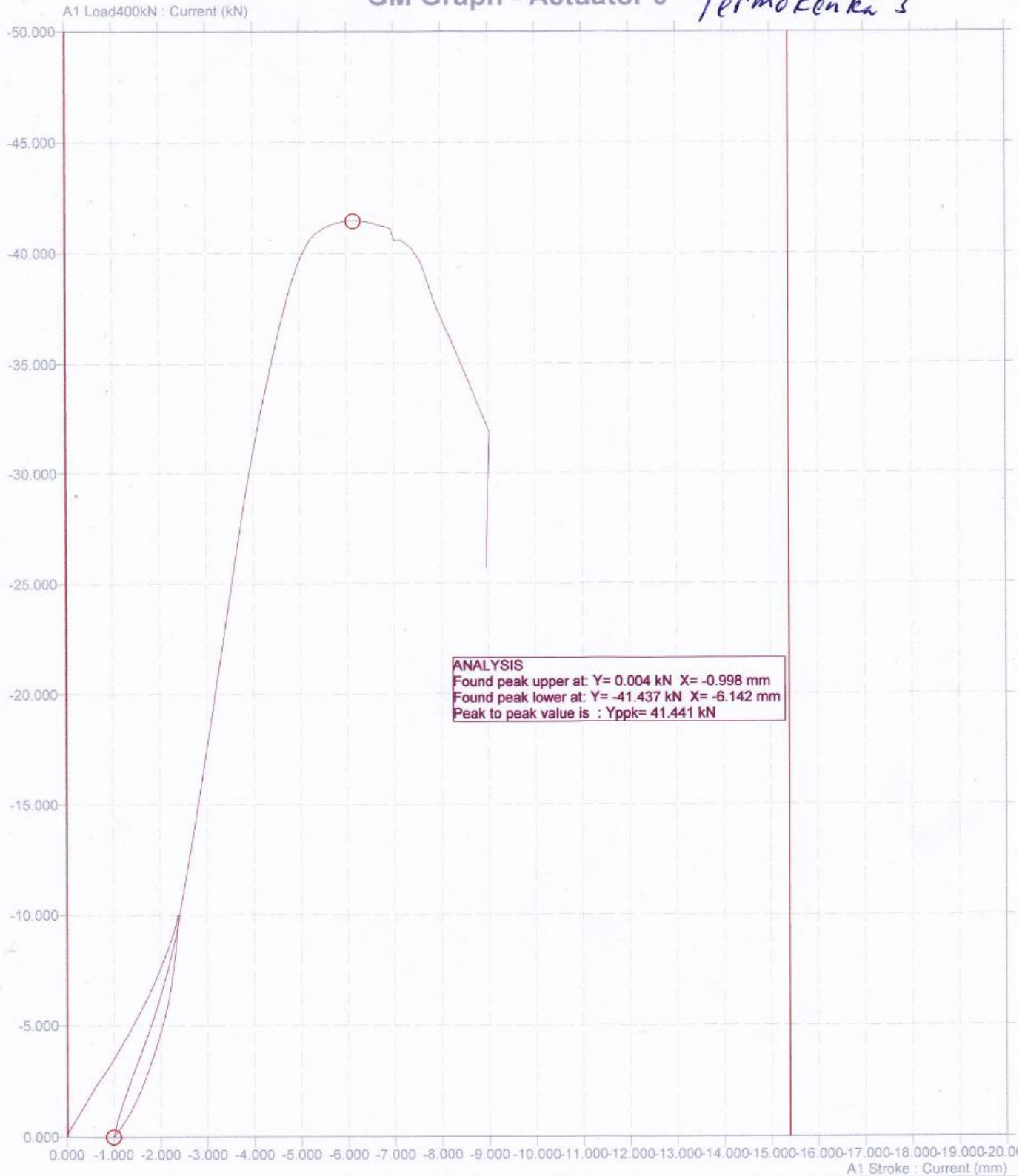
GM Graph - Actuator 0 *Termokenkä 2*



Filename : [C:\Workshop 96\Heikki\Termokenkä2.W01 - 1]
Number of bytes in subfile: 123372
Total number of data points: 7683

Source of data:
WS3 File Version: 1.05
Actuator/Step/Capture: 1 - 1 - 1
Date/Time: 31/01/2011 - 12:29:55
----- DATA MANAGER 96 -----

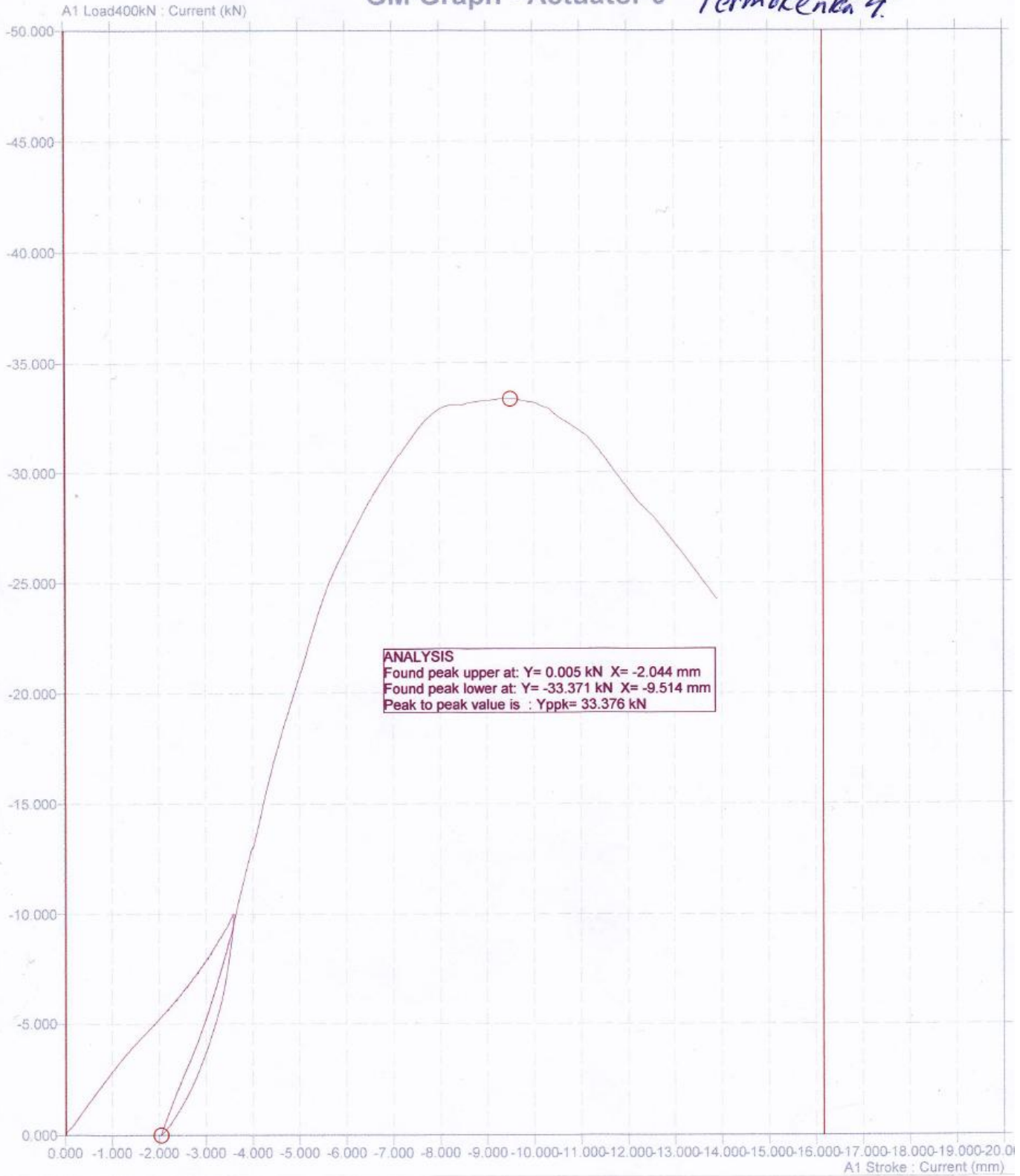
GM Graph - Actuator 0 *Termokenkä 3*



Filename : [C:\Workshop 96\Heikki\Termokenkä3.W01 - 1]
Number of bytes in subfile: 124940
Total number of data points: 7781

Source of data:
WS3 File Version: 1.05
Actuator/Step/Capture: 1 - 1 - 1
Date/Time: 31/01/2011 - 12:59:44
----- DATA MANAGER 96 -----

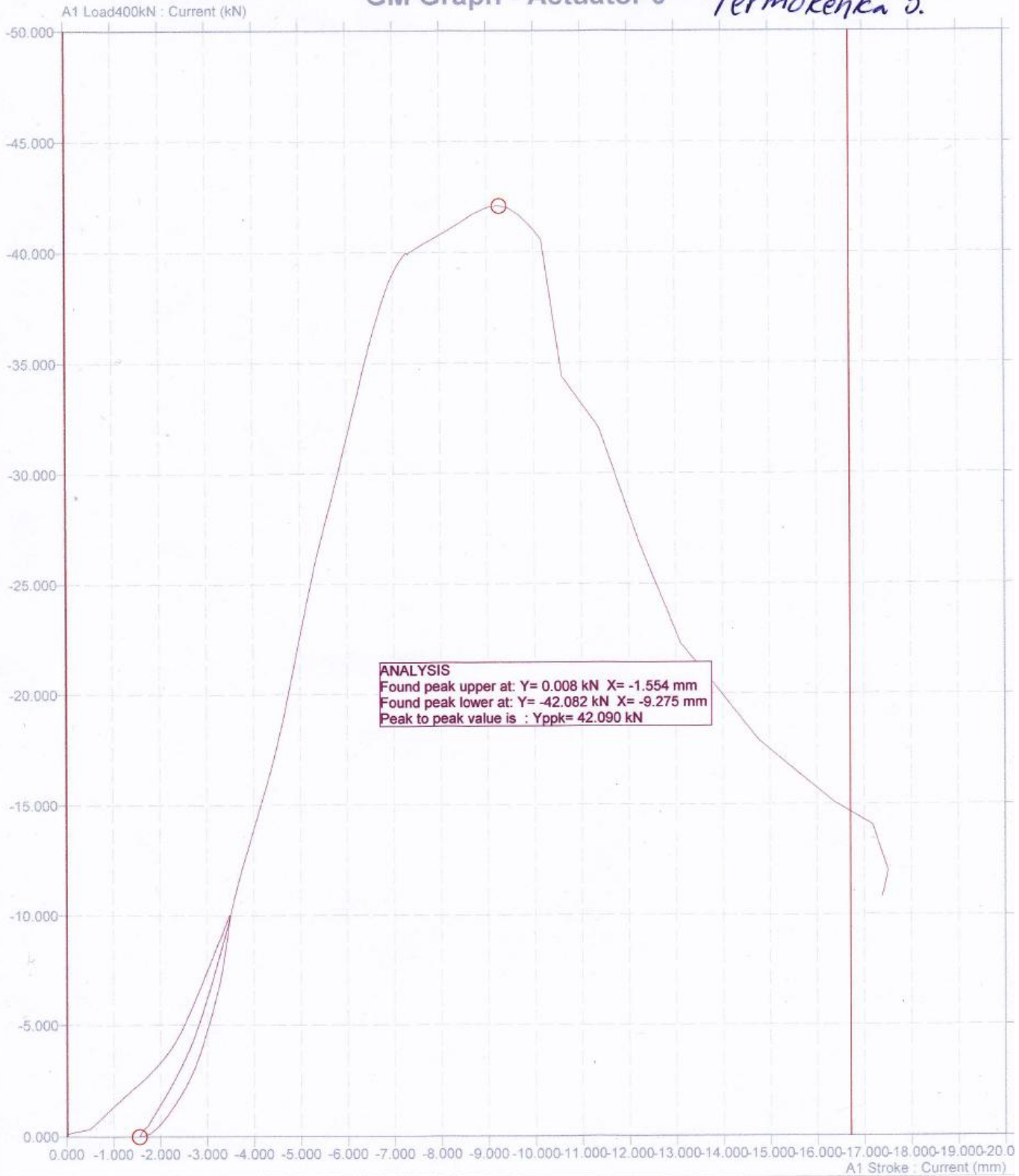
GM Graph - Actuator 0 *Termokenkä 4*



Filename : [C:\Workshop 96\Heikki\Termokenkä4.W01 - 1]
Number of bytes in subfile: 109036
Total number of data points: 6787

Source of data:
WS3 File Version: 1.05
Actuator/Step/Capture: 1 - 1 - 1
Date/Time: 31/01/2011 - 13:24:42
----- DATA MANAGER 96 -----

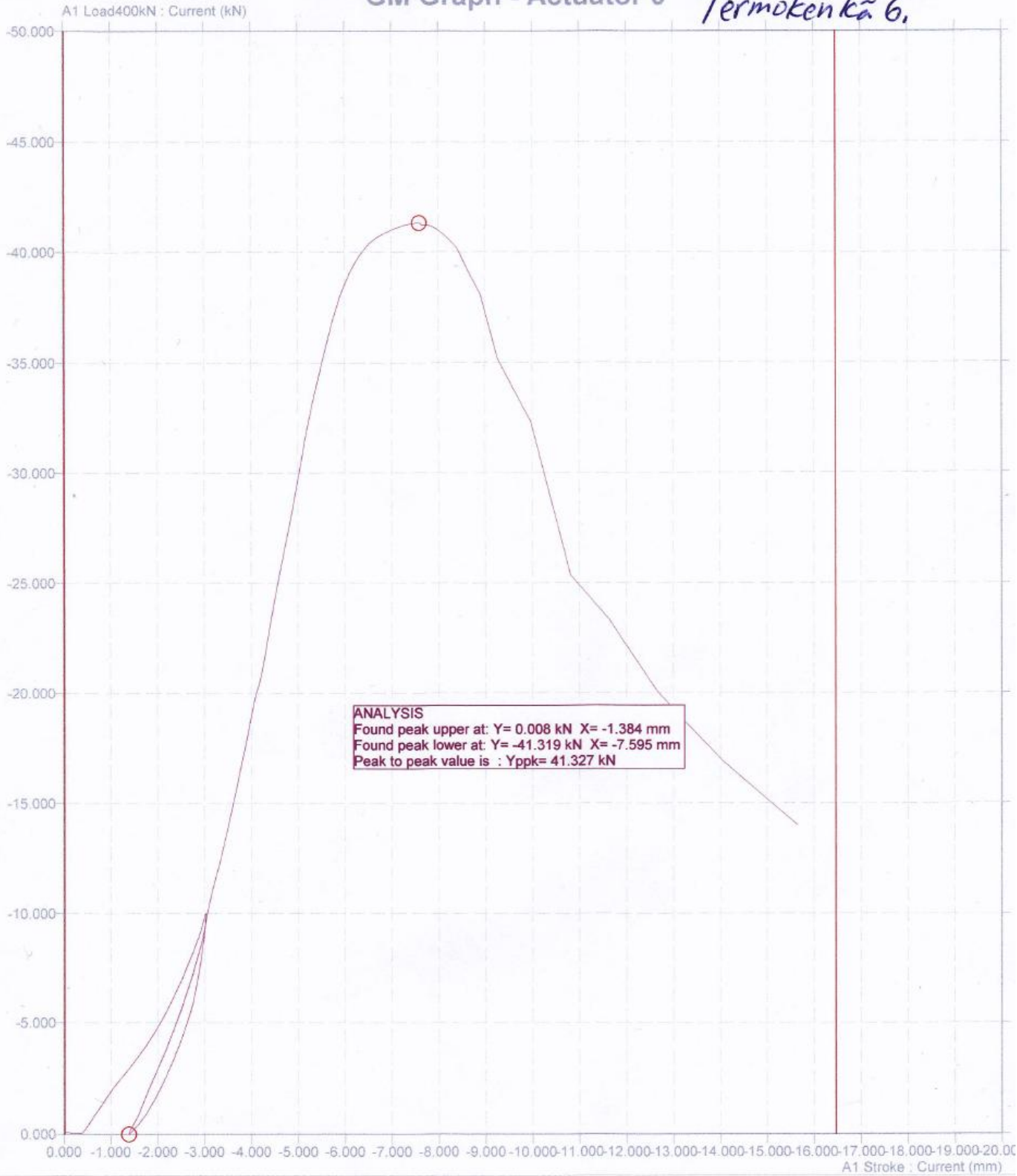
GM Graph - Actuator 0 *Termokenkä 5.*



Filename : [C:\Workshop 96\Heikkil\Termokenkä5.W01 - 1]
Number of bytes in subfile: 126284
Total number of data points: 7865

Source of data:
WS3 File Version: 1.05
Actuator/Step/Capture: 1 - 1 - 1
Date/Time: 31/01/2011 - 13:52:48
----- DATA MANAGER 96 -----

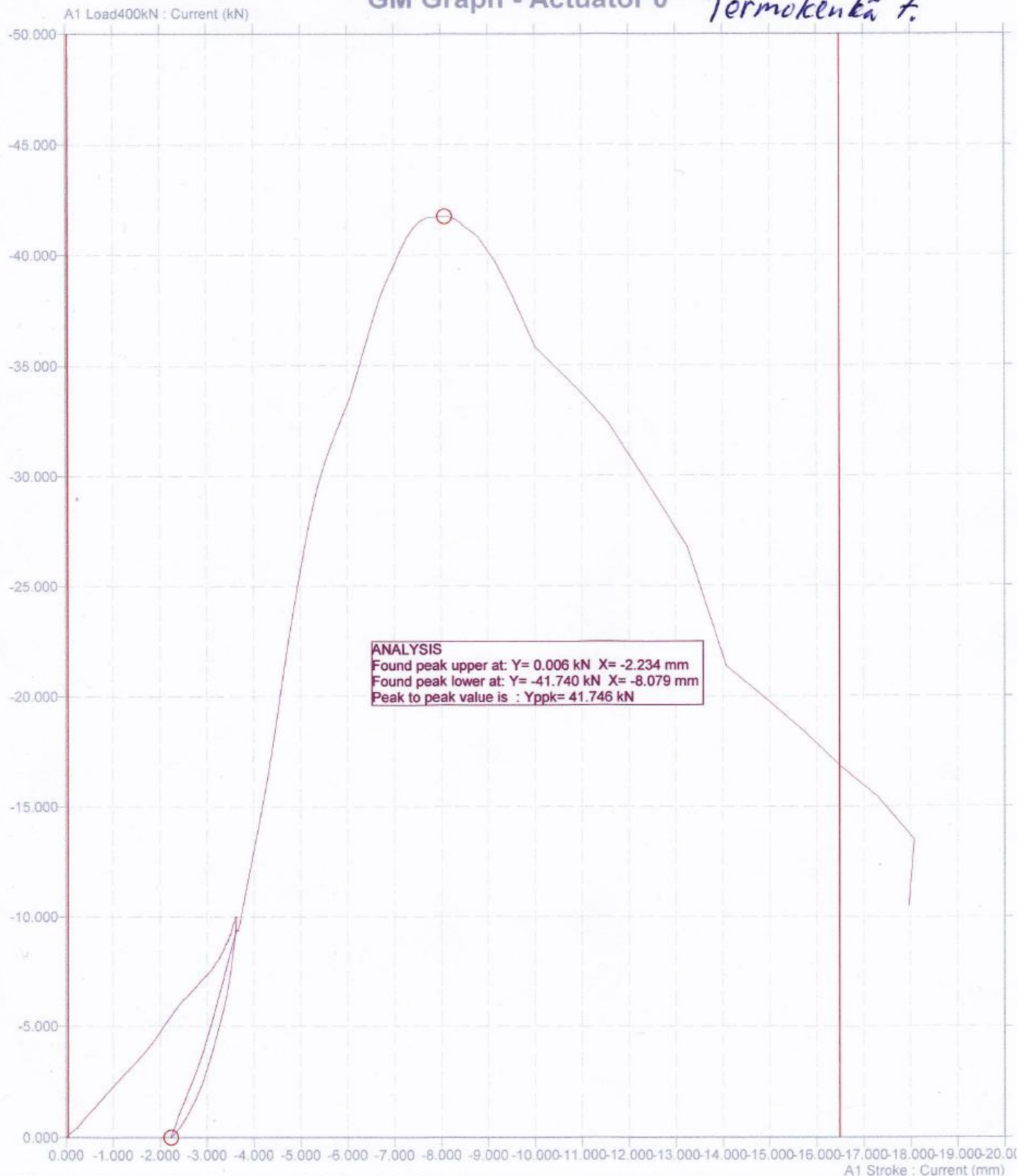
GM Graph - Actuator 0 *Termokenkä 6.*



Filename : [C:\Workshop 96\Heikki\Termokenka6.W01 - 1]
Number of bytes in subfile: 124492
Total number of data points: 7753

Source of data:
WS3 File Version: 1.05
Actuator/Step/Capture: 1 - 1 - 1
Date/Time: 31/01/2011 - 14:20:06
----- DATA MANAGER 96 -----

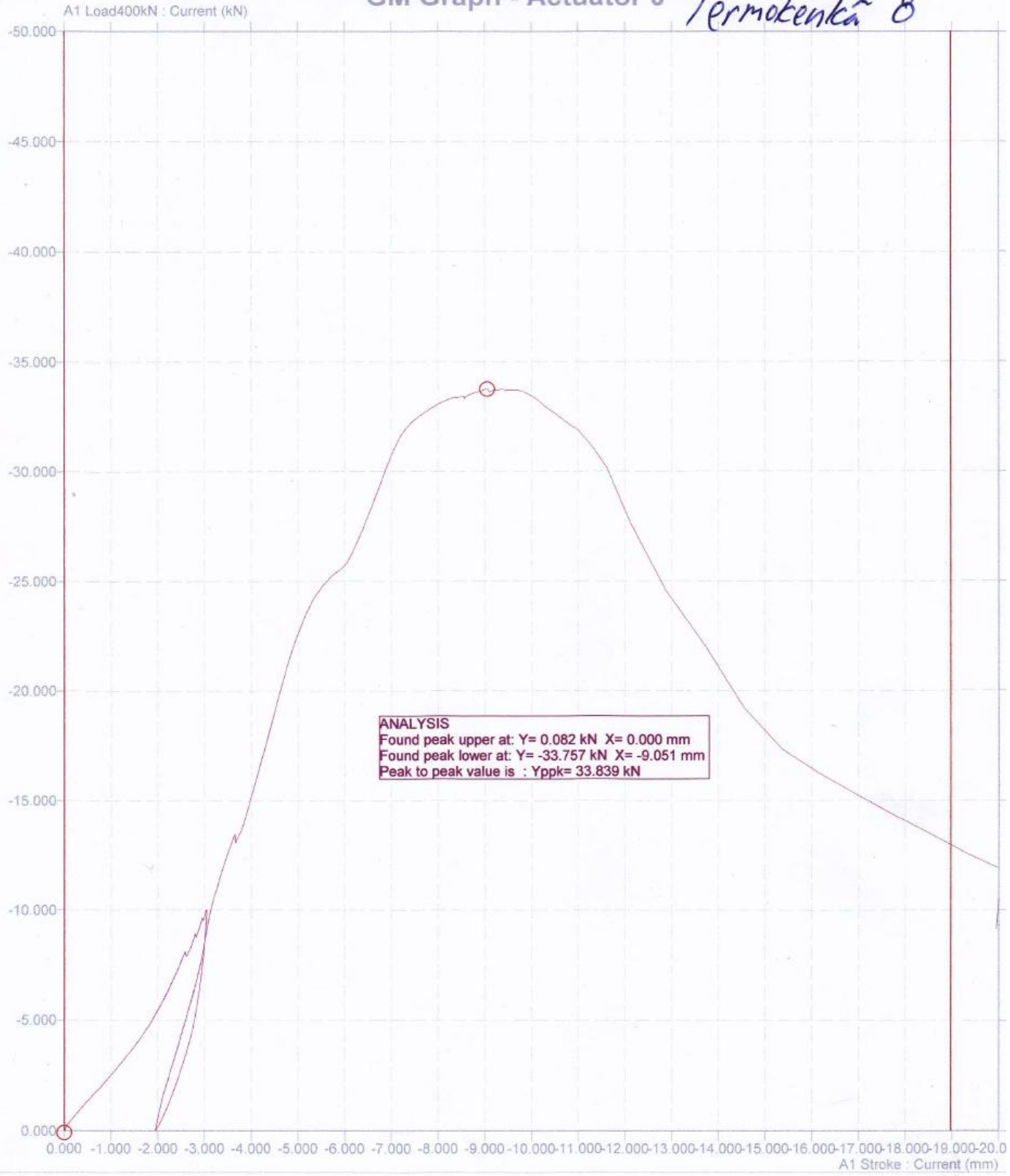
GM Graph - Actuator 0 *Termokenkä 7.*



Filename : [C:\Workshop 96\Heikki\Termokenkä7.W01 - 1]
Number of bytes in subfile: 125500
Total number of data points: 7816

Source of data:
WS3 File Version: 1.05
Actuator/Step/Capture: 1 - 1 - 1
Date/Time: 31/01/2011 - 14:49:18
----- DATA MANAGER 96 -----

GM Graph - Actuator 0 *Termokenkä 8*



Filename : [C:\Workshop 96\Heikki\Termokenkä8.W01 - 1]
Number of bytes in subfile: 109708
Total number of data points: 6829

Source of data:
WS3 File Version: 1.05
Actuator/Step/Capture: 1 - 1 - 1
Date/Time: 31/01/2011 - 15:14:21
----- DATA MANAGER 96 -----