

Vesa Koskinen

Rakenteiden kuormituskehän tiedonhallinta

Opinnäytetyö

Kevät 2010

Tekniikan yksikkö

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Talonrakennustekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö
Koulutusohjelma: Rakennustekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Vesa Koskinen

Työn nimi: Rakenteiden kuormituskehän tiedonhallinta

Ohjaaja: Jorma Tuomisto

Vuosi: 2010

Sivumäärä: 32

Liitteiden lukumäärä: 2 kpl

Tampereen teknillinen yliopisto (TTY) oli tilannut Seinäjoen ammattikorkeakoulun rakenteiden kuormituskehälle ison teräskoettestisarjan kevääksi 2010. Samanlaisesti kuormituskehälle on asennettu uutta laitteistoa ja tietokoneohjelmistoa, kuten MGCplus-mittavahvistin ja CatmanEasy-tietokoneohjelmisto.

Opinnäytetyön tarkoituksena on saattaa kuormituskehän vanha ja uusi tekniikka toimimaan yhdessä, ja teräskokeita varten tarvitaan erilaisten anturitekniikoiden käyttöönottoa, kuten venymäliuska-anturit ja siirtymäanturit.

Ennen varsinaisia TTY:n kokeita suoritettiin esikoe, jotta nähtiin miten uuden tekniikan käyttöönotto on onnistunut ja voidaanko varsinaiset testit suorittaa.

Avainsanat: Kuormituskehä, CatmanEasy, MGCplus, testaus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology
Degree programme: Construction Engineering
Specialisation: Building Construction

Author: Vesa Koskinen

Title of thesis: Data management of a structural loading frame

Supervisor: Jorma Tuomisto

Year: 2010

Number of pages: 32

Number of appendices: 2

Tampere University of Technology (TUT) has ordered a large number of steel exam test series for the spring of 2010. The tests are carried out on the structural loading frame of Seinäjoki University of Applied Sciences. At the same time, new hardware and computer software on the structural loading frame was installed, such as MGCplus-measuring amplifier and CatmanEasy computer software.

The purpose of the thesis is to bring the structural loading frame's old and new technology to work together, and a variety of sensor technologies is needed for TUT's steel exam series, such as strain gage sensors and sensors for the transition.

Before the actual steel experiments, a preliminary test is carried out, to see how the new technology is successful, and whether the actual tests can be carried out.

Keywords: Loading tests, CatmanEasy, MGCplus, testing

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä

Thesis abstract

SISÄLTÖ

Kuvioluettelo

1	JOHDANTO	7
1.1	Työn tausta	7
1.2	Työn tavoite	7
1.3	Työn rakenne	7
2	LAITTEISTON YLEISKUVAUS	8
2.1	Kuormituskehä	8
2.2	Hydrauliikka	10
2.3	Elektroniikkayksikkö	11
2.4	FMT-Progsys-ohjelmisto	12
2.5	MGCplus-tiedonkeräysyksikkö	13
2.6	CatmanEasy-tiedonkeräysohjelmisto	14
3	LAITTEISTON KÄYTTÖ.....	16
3.1	Yleiskuvaus	16
3.2	Voima-anturit.....	16
3.3	Siirtymäanturit	17
3.4	Venymäliuska-anturit.....	18
3.5	Termoparit.....	19
3.6	Muut liittyvät järjestelmät.....	19
4	TESTIJÄRJESTELYT KUORMITUSKOKEESSA	20
4.1	Kuormituskoe-esimerkki	20
4.2	Anturien kiinnitykset ja sijoittelu.....	22
4.2.1	Venymäliuskat.....	22
4.2.2	Siirtymäanturit	24
4.3	Koekappaleen sijoittelu	25
4.4	CatmanEasy-ohjelmiston ympäristön räätälöinti	27
4.5	Mittaustiedot ja niiden jälkikäsittely	29
4.6	Esimerkkikokeen tulosten analysointi.....	29

5 YHTEENVETO.....	31
LÄHTEET	32

LIITTEET

Liite 1: CatmanEasy-ohjelman käyttö

Liite 2: Voima-anturin tietoja

Kuvioluettelo

Kuvio 1. Kuormituskehä.....	8
Kuvio 2. Tunkkien siirtokelkka.....	8
Kuvio 3. Testattavien rakenteiden tukijalusta.....	9
Kuvio 4. Lähiohjauskotelo.....	9
Kuvio 5. Kuormitusalustan kiinnitysosat.....	10
Kuvio 6. Hydrauliiikkayksikkö.....	11
Kuvio 7. Käynnistyskotelo.....	11
Kuvio 8. Elektroniikkayksikkö etupaneelit avattuna.....	12
Kuvio 9. BASE-ikkuna.....	13
Kuvio 10. MGCplus-tiedonkeräisyksikkö.....	14
Kuvio 11. Ruudunkaappaus CatmanEasy-ohjelmasta.....	15
Kuvio 12. Voima-anturi.....	17
Kuvio 13. Tunkin siirtymäanturi.....	17
Kuvio 14. Venymäliuska-anturit teräskoekappaleessa.....	18
Kuvio 15. Minitec-kehärakenne kuormituskehällä.....	19
Kuvio 16. Esikokeen piirustus.....	21
Kuvio 17. AP815i-liitin ja liitosryhmät.....	22
Kuvio 18. Venymäliuskojen juotosta.....	23
Kuvio 19. Venymäliuska-anturin liimaus.....	24
Kuvio 20. Siirtymäanturit ja alumiininen pidike.....	25
Kuvio 21. Koekappale valmiina testiin.....	26
Kuvio 22. Ultraäänitarkastuslaite.....	27
Kuvio 23. DAQ jobs.....	27
Kuvio 24. Testin visualisointi.....	28
Kuvio 25. Testin tulokset.....	30

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Vuoden 2009 lopulla Seinäjoen ammattikorkeakoululle rakenteiden kuormituskehälle hankittiin uutta laitteistoa, kuten MGCplus-merkkinen mittavahvistinlaite ja siihen liittyvä CatmanEasy-ohjelmisto. Uusiin laitteisiin on mahdollista liittää erilaisia anturilaitteita, kuten esimerkiksi venymäliuska-antureita ja siirtymäantureita. Opinnäytetyön tarkoituksena on tutustua uuteen tekniikkaan ja saattaa se käyttökuuntoon.

Tampereen teknillinen yliopisto (TTY) tilasi vuoden 2010 kevääksi 20 kappaleen sarjan teräskoetestejä. Näissä testeissä uusi tekniikka otetaan käyttöön ja siirtymä- ja venymäliuska-anturit kytketään MGCplus-laitteeseen.

1.2 Työn tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on yhdistää vanha ja uusi laitteisto toimimaan yhdessä. Ennen varsinaista TTY:n testisarjaa suoritetaan esikoe. Jos esikoe onnistuu hyvin, TTY lähettää tilaukseen ja tuotantoon 20 kappaleen testisarjan, joka testataan kuormituskeuhällä.

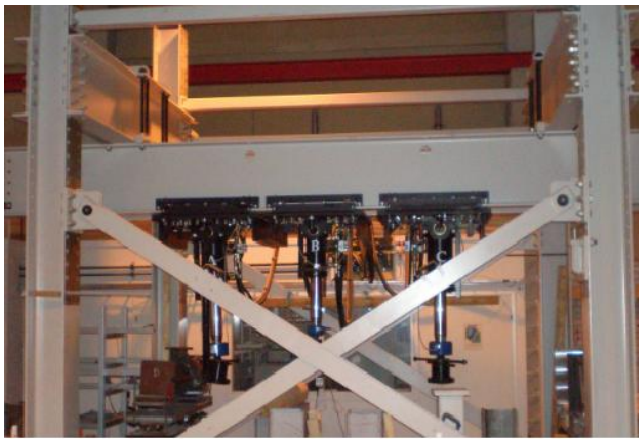
1.3 Työn rakenne

Opinnäytetyön toisessa luvussa kuvaillaan kuormituskehän laitteistoa ja ohjelmistoa yleisesti. Kolmannessa luvussa keskitytään testauslaitteiston käyttötapoihin ja mahdollisuuksiin. Neljännessä luvussa käsitellään teräskoekappaleen testaamista ja viidennessä luvussa ovat yhteenvedot.

2 LAITTEISTON YLEISKUVAUS

2.1 Kuormituskehä

Kuviossa 1 on esillä kuormituskehän yleiskuva, josta nähdään testauslaitteiston teräsrunko ja testausylinterikokoonpanot A, B ja C. A ja C sylinterien enimmäiskuormitus on ± 400 kN. B sylinterin enimmäiskuormitus on ± 150 kN. Tunkkien sylinterikelkkoja (Kuvio 2) voi liikuttaa kuormituspalkkia myöten vapaasti testaustilanteiden mukaan.



Kuvio 1. Kuormituskehä.

Isompia tunkkeja A ja C voidaan käyttää staattisissa kuormituskokeissa ja tunkki B soveltuu myös dynaamisiin kokeisiin. (Tuomisto 2010.)



Kuvio 2. Tunkkien siirtokelkka.



Kuvio 3. Testattavien rakenteiden tukijalusta.

Kuvion 3 testattavien rakenteiden tukijalustan korkeutta voidaan säätää käyttämällä sen alla erikorkuisia tukipalkkeja. Tunkin iskupituus antaa lisää pelivaraa korkeuden asemointiin.



Kuvio 4. Lähiohjauskotelo.

Kuvion 4 lähiohjauskoteloä käytetään tunkkien manuaaliseen asemointiin ennen kuormituskokeita.



Kuvio 5. Kuormitusalustan kiinnitysosat.

Kuormituskehä on kiinnitetty massiiviseen betonilaattaan, jonka mitat ovat 4 m * 16 m ja laatan paksuus on 1 m. Laattaan on upotettu kuviossa 5 näkyviä M64-sisäkierrehylsyjä, joihin voidaan kiinnittää koekappaleita ja antureiden tukirakenteita. (Tuomisto 2010.)

2.2 Hydrauliiikka

Kuormituskehän hydrauliikkakoneisto on asennettu kiinteästi ja säädetty tukevasti vaaka-asentoon joustavapohjaisten säätöjalkojen varaan hydrauliikkahuoneeseen. Hydrauliikkayksikkö perustuu hydrauliikkapumppu-sähkömoottori yhdistelmäkäyttöön. Hydrauliikkayksikössä on huomioitu myös laajennusmahdollisuus toiselle sähkömoottori-pumppuyhdistelmälle. Hydrauliikkayksikön nykyinen maksimituotto on 47 l/min. Laajennettu maksimituotto olisi ≈ 150 l/min, mikä mahdollistaisi tehokkaammat dynaamiset ominaisuudet. Hydrauliikkapumpun tyyppi on tilavuussäätöinen radiaalimäntäpumppu. (Matertest Oy 1999.)



Kuvio 6. Hydraulikkayksikkö.



Kuvio 7. Käynnistyskotelo.

Kuvion 6 hydraulikkayksikkö käynnistetään ohjaushuoneessa olevassa käynnistyskotelosta (Kuvio 7). Testissä käytettävät tunkit ovat erikseen kytkettävä toimintaan tästä kotelosta. Käynnistys tehdään aluksi lepopaineeseen (on 10 % maksimipaineesta), jonka vallitessa tunkit voidaan asemoida. Varsinaisen kuormitustestin alussa kytketään täysi paine toimintaan.

2.3 Elektroniikkayksikkö

Matertest Oy:n valmistama elektroniikkayksikkö (Kuvio 8) ohjaa kuormituskehän tunkkien toimintaa. Elektroniikkayksikkö antaa ohjaussignaalit sylinterien servo-

venttiileille sekä kerää voima- ja siirtymäsignaalit antureilta (Matertest 2006). Matertestin elektroniikkayksiköstä johdetaan signaaleja uudempaan MGCplus-tiedonkeräysyksikköön testien monipuolisempaa jälkikäsitteilyä varten.



Kuvio 8. Elektroniikkayksikkö etupaneelit avattuna.

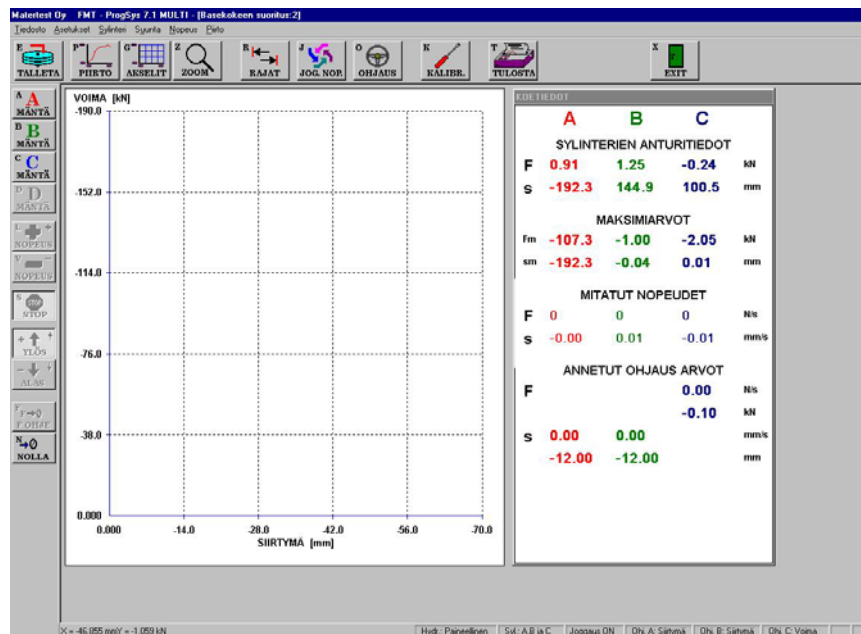
2.4 FMT-Progsys-ohjelmisto

FMT-ProgSys versio 7.1 on Matertest Oy:n kuormituskehälle kehittämä testausohjelmisto. Seinäjoen ammattikorkeakoulun (SeAMK) kuormituskehän tunkkeja hallinnoidaan tämän ohjelmiston avulla. Ohjelmisto käsittää useita eri testausohjelmia, joilla on paljon yhteisiä piirteitä ja käsitteitä. Kun on oppinut yhden ohjelman käytön, muiden ohjelmien oppiminen on helppoa. (Matertest Oy 1999.)

Järjestelmän testausohjelmat ovat:

- base
- multi
- veto
- puristus
- taivutus
- dynaaminen ohjelma DYN. (Matertest Oy 1999.)

Jokainen ohjelma sisältää BASE-ohjelman, joka on tarkoitettu koekappaleiden kiinnityksen hienosäätöihin ja yksinkertaisiin koestuksiin. (Matertest Oy 1999.)

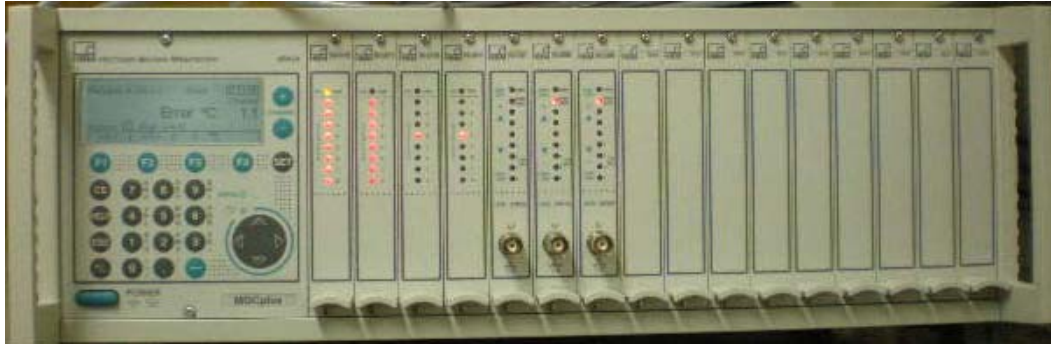


Kuvio 9. BASE-ikkuna.

2.5 MGCplus-tiedonkeräysyksikkö

HBM:n valmistama MGCplus-tiedonkeräysyksikkö on tuore hankinta kuormituskeskelle. Laitteessa on 16 korttipaikkaa. Jokaiseen korttipaikkaan voidaan haluttaessa liittää useampi anturi tai vastaavia mittalaitteita. Maksimissaan yhdellä MGCplus-laitteella voi kerätä jopa 128:aa eri signaalia. (HBM 2009.)

MGCplus koostuu keskusyksiköstä, virtalähteestä, korttipaikkoja yhdistävästä väylästä, pienestä näytöstä ja näppäimistöä. Laite kykenee toimimaan omillaankin, mutta tietysti tietokoneelta käsin sitä on helpompi hallinnoida CatmanEasy-ohjelmistolla. MGCplus käy käynnistyksensä aikana läpi kaikki korttipaikkansa. Laite tunnistaa automaattisesti kaikki aktiiviset kanavat ja alkaa vastaanottaa tietoa näistä kanavista. Kanava aktivoituu, jos siinä olevaan korttiin on kytketty anturi tai muunlainen mittalaite. (HBM 2009.)



Kuvio 10. MGCplus-tiedonkeräysyksikkö.

Toimintaperiaatteeltaan kuvion 10 MGCplus-tiedonkeräysyksikkö kerää antureilta tai muilta mittalaitteiltaan tulevia signaaleja (yleensä jännitteitä) ja vahvistaa niitä. Laitteen jokaisella kanavalla on oma A/D-muuntimensa (Analog to Digital Converter), joka muuntaa analogisen tiedon (jännite) digitaaliseen muotoon (Honkanen, [Viitattu 9.2.2010]). Jotta antureilta saatu jännite saataisiin tietokoneen näytölle haluttuina yksikköinä, esimerkiksi kilonewtoneina tai millimetreinä volttien sijaan, signaalit pitää jälkikäsitellä.

2.6 CatmanEasy-tiedonkeräysohjelmisto

CatmanEasyn versio 3.0 on HBM:n kehittämä Windows-pohjainen tietokoneohjelmisto MGCplus-laitteistolle. Ohjelmisto on tarkoitettu kuormituskehältä tai muista mittauslähteistä saadun datan keräämiseen, visualisointiin ja jälkikäsitelyyn. (HBM Academy 2009.)

		MGCplus_1_CH 2-8	2-8		No sensor assigned		-1,00e+06 % (OVFL)
		MGCplus_1_CH 3-1	3-1		DC voltage 10V		-0,0009275 kN
		MGCplus_1_CH 3-2	3-2		DC voltage 10V		-0,00520 kN
		MGCplus_1_CH 3-3	3-3		DC voltage 10V		0,04748 kN
		MGCplus_1_CH 3-4	3-4		No sensor assigned		-1,00e+06 kN (OVFL)
		MGCplus_1_CH 4-1	4-1		DC voltage 10V		-138,5 mm
		MGCplus_1_CH 4-2	4-2		DC voltage 10V		-0,01684 mm
		MGCplus_1_CH 4-3	4-3		DC voltage 10V		-4,932 mm
		MGCplus_1_CH 4-4	4-4		No sensor assigned		-1,00e+06 % (OVFL)
		MGCplus_1_CH 5	5		WA 200mm		0,04152 mm
		MGCplus_1_CH 6	6		No sensor assigned		-1,00e+06 % (OVFL)
		MGCplus_1_CH 7	7		No sensor assigned		-1,00e+06 % (OVFL)
		Computation channels					
		Tunkki 1+2			MGCplus_1_CH 3-1+MGCplus_1_		-0,00613 kN
		Tunkki 1+2 siirtymä			MGCplus_1_CH 4-1+MGCplus_1_		-138,5 mm
		Tunkki 1+ tunkki 3 voima			MGCplus_1_CH 3-1+MGCplus_1_		0,04655 kN

Kuvio 11. Ruudunkaappaus CatmanEasy-ohjelmasta.

Kuviossa 11 on kuvaruudunkaappaus DAQ channels-ikkunasta, josta näkyy mm. kanavalistat. Kanavat 3-1–3-3 ovat tunkkien voimasignaaleja (kN), kanavat 4-1–4-3 ovat tunkkien siirtymän signaaleja (mm). Kanavaan 5 on kuvan ottohetkellä kytkettynä induktiivinen siirtymän mittalaite.

3 LAITTEISTON KÄYTTÖ

3.1 Yleiskuvaus

Kuormituskehän käyttötarkoituksena on rakenteiden, liitosten ja materiaalien testaukset tutkimus- ja kehitystyöhön sekä opetustarkoitukseen. Isolla kuormituskehdällä onnistuvat kokonaisten rakenteiden kuormituskokeet, sillä rakenteen jänneväli voi olla jopa 15 m ja leveys 2,6 m sekä korkeus 1,8 metriin lattiasta. Päätytunnit tuottavat 400 kN:n voiman ja keskimäinen tunkki 150 kN. (SeAMK Tekniikka, [Viitattu 12.1.2010].)

3.2 Voima-anturit

Tunkkien voima-anturit ovat Yhdysvaltalaisen Interface-yhtiön rakentamia ja suunnitteleimia, ja niiden toiminta perustuu venymäliuskatekniikkaan. Kuormituskehän voima-antureista kaksi anturia on maksimikapasiteetiltaan 450 kN ja yksi 125 kN. Kuvion 12 voima-anturi on 450 kN kapasiteetin omaava anturi. Voima-anturien venymäliuskat on kytketty sähköisesti täyssiltaan ja silta on shunt-kalibroitu ± 0.01 %:n tarkkuusvastuksella. (Matertest Oy 1999.)

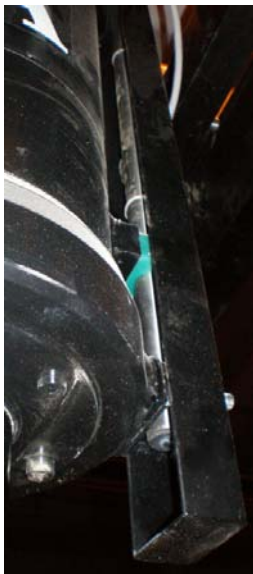
Lisätietoa voima-anturien teknisistä yksityiskohdista on liitteessä 2. Voima-anturin tietoja. (Malli 1232).



Kuvio 12. Voima-anturi.

3.3 Siirtymäanturit

Tunkkien siirtymää mittaavat kuvion 13 kotelossa näkyvät siirtymäanturit. Anturit voivat olla tyypiltään induktiivisia, joiden tarkkuus on luokkaa 0.4–0.1 mm, tai inkrementaaliantureita, joiden erotuskyky ja tarkkuudet ovat luokkaa 0.1–0.001 mm. (Matertest Oy 2006.)

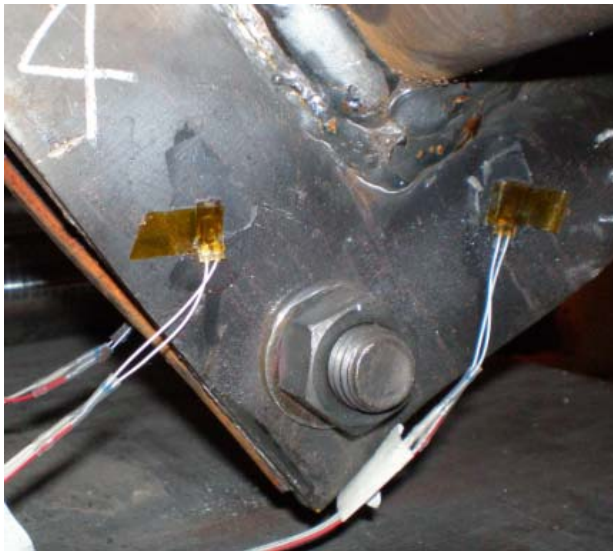


Kuvio 13. Tunkin siirtymäanturi.

3.4 Venymäliuska-anturit

Tyypillisesti venymäliuskat ovat ohuesta metallilangasta, metallikalvosta tai puoli-johteesta valmistettuja vastuksia, joiden toiminta perustuu siihen, että anturissa olevan metallijohteen muoto muuttuu venytyksen takia ja siksi myös johteen resistanssi muuttuu. Yleisin käytetty venymäliuskatyyppi on metallikalvoliuska, joka valmistetaan yleensä etsaamalla. (Koivuviita 1997.)

Venymäliuskat kytketään yleensä niin kutsuttuun Wheatstonen siltaan lämpötilan muutosten ja epähaluttujen voimien vaikutusten vähentämiseksi (Koivuviita 1997).



Kuvio 14. Venymäliuska-anturit teräskoekappaleessa.

Kuvion 14 tyyppisiä venymäliuska-antureita voi tilata tehtaalta valmiiksi johdotettuina, esim. 10 metrin johdoilla varustettuina. Venymäliuskat liimataan puhdistettuun koekappaleeseen ja johtojen toiset päät juotetaan tiedonkeräysyksikköön kiinnitettävään liitososaan. Yksityiskohdista kerrotaan tarkemmin kappaleessa 4.2.

MGCplus-tiedonkeräysyksikön nykyisellä korttivarustuksella voidaan kerätä yhtä-aikaisesti kahdeksan venymäliuskan mittaustiedot CatmanEasy-ohjelmistoon. MGCplus-yksikköön on mahdollista myös hankkia enemmän tähän tarkoitukseen soveltuvia liitoskortteja.

3.5 Termoparit

Termoparit ovat eniten käytettyjä lämpötila-antureita. Niiden toiminta perustuu jännitteeseen, joka syntyy kahden eri metallin liitokseen, joka on riippuvainen lämpötilasta. Termopareilla on laaja lämpötila-alue ja ne ovat halpoja sekä pitkälle standardisoituja. (Pietiko Oy, [Viitattu 10.2.2010].)

3.6 Muut liittyvät järjestelmät

Minitec-alumiiniprofiilijärjestelmät ovat teollisuuden käyttöön suunniteltuja komponentteja, joilla voidaan helposti ja nopeasti yksinkertaisen kiinnityksen myötä koota esimerkiksi erilaisia työasemia, suojarakenteita, kuljettimia, työtasoja, hyllyjä ja kaappeja. (Movetec Oy 2010.)

TTY:n terästestejä varten kuormituskehälle koottiin kuvion 15 mukainen Minitec-kehärakenne, johon kiinnitettiin siirtymää mittaavat anturit.



Kuvio 15. Minitec-kehärakenne kuormituskehällä.

4 TESTIJÄRJESTELYT KUORMITUSKOKEESSA

4.1 Kuormituskoe-esimerkki

Tampereen teknillinen yliopisto oli tilannut 20 kappaleen sarjan kuvion 16 mukaisia teräskoekappaleita testattavaksi SeAMK:n kuormituskehään. 12.3.2010 suoritettiin kuitenkin esitesti, jotta nähtiin, miten kuormituskehän uusi järjestelmä (MGCplus ja CatmanEasy) käytännössä toimii ja voidaanko päätestit suorittaa.

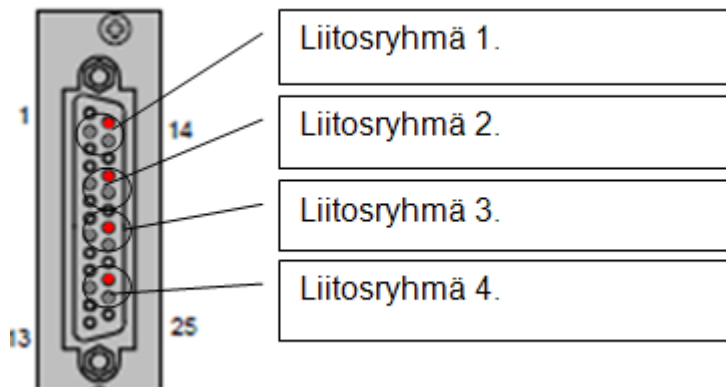
Kuvion 16 koekappale on jänneväliltään metrin pituinen suorakaiteen muotoinen teräsputkiprofiili. Keskellä on pulttiliitokset, joiden kestävyyttä testeissä mitataan. Koekappale on epäsymmetrisessä asennossa, jolloin puristuksen aikana siihen syntyy vääntömomenttia. Tunkin vaakasiirtymä on koekappaleen akselin suuntaan nähden estetty.

4.2 Anturien kiinnitykset ja sijoittelu

Tässä otsikkotasossa käsitellään venymäliuska- ja siirtymäanturien valmistelua ja kiinnitystä koekappaleeseen.

4.2.1 Venymäliuskat

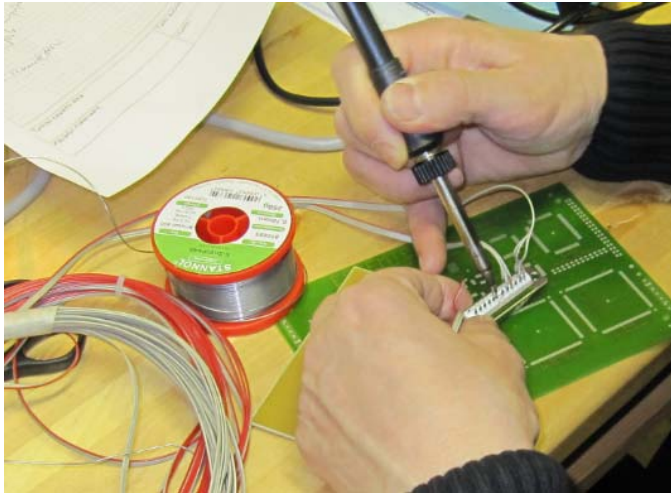
Koekappaleeseen kiinnitetään liimaamalla neljä venymäliuska-anturia. Kaikista neljästä anturista lähtee kolme johtoa, jotka kolvataan kiinni AP815i-merkkiseen liittimeen.



Kuvio 17. AP815i-liitin ja liitosryhmät (pohjautuu HBM. Measuring Amplifier Systemsin kuvaan).

Yksi venymäliuskan kolmesta johdosta on väriltään punaharmaa, joka liitetään kuviossa 17 punaisella merkittyihin liittimiin. Loput johdot ovat harmaita ja ne liitetään kuviossa 17 harmaalla merkattuihin paikkoihin. Yhteen liittimeen voidaan kerralla liittää neljä venymäliuska-anturia. (HBM 2009.)

Ensimmäiseksi kolvausta suorittaessa on hyvä lämmittää kolvilla johdonpäät ja levittää johtojen päihin pieni tinamäärä. Jotta kylmäjuotoksia ei syntyisi, lämmitetään kolvilla liitintä muutama sekunti, minkä jälkeen tehdään juotos pienellä tinamäärällä.



Kuvio 18. Venymäliuskojen juotosta.

Paikat, joihin venymäliuska-antureita kiinnitetään, tulee hioa huolellisesti puhtaaksi ja tasaiseksi. Hionta suoritettiin paineilmakäyttöisellä hiontalaitteella ja käytettiin erityistä hiontatahnaa metallipinnalle. Kiinnityspinnan puhtaus varmistetaan pyyhkimällä pinta alkoholipohjaisella puhdistusaineella. Pikaliimaa kaadetaan kiinnityskohtaan pieni pisara ja levitetään kevyesti, minkä jälkeen venymäliuska-anturi painetaan kiinni ja pidetään käsin kiinni liimauskohtaa vasten noin minuutti kunnes liima kuivuu.



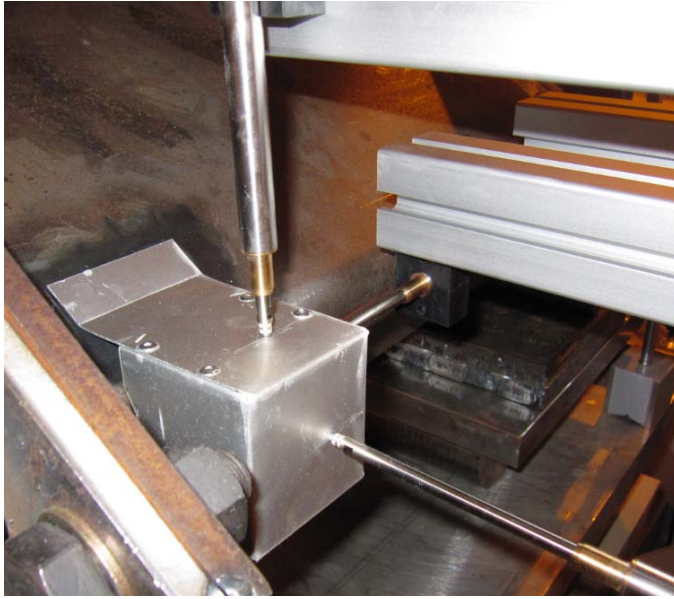
Kuvio 19. Venymäliuska-anturin liimaus.

Venymäliuska-anturit liimattiin koekappaleen keskelle molemmin puolin lähelle alapinnan pulttiliitoksia kuvion 19 mukaisesti.

4.2.2 Siirtymäanturit

Minitec-kehärakenteeseen kiinnitetään kolme kappaletta siirtymää mittaavia antureita. Yksi antureista mittaa pystysuoraa siirtymää samaan tapaan kuin tunkin oma siirtymäanturi. Toinen anturi mittaa vaakatasossa koekappaleen aksiaalisuuntaan, ja kolmas anturi kohtisuoraan koekappaleen aksiaalisuuntaan nähden.

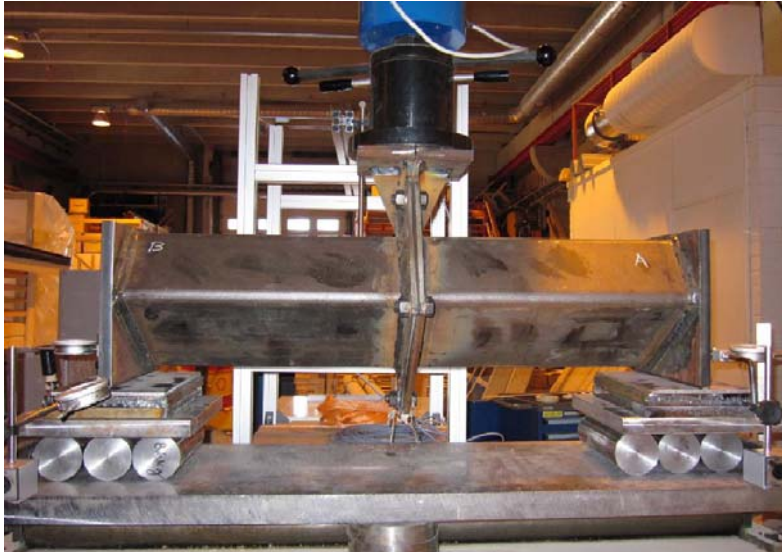
Alumiinilevystä taitettiin kuvion 20 mukainen pidike, joka liimattiin koekappaleen kylkeen. Siirtymäanturit painavat ja liikkuvat pidikettä vasten testauksen aikana.



Kuvio 20. Siirtymäanturit ja alumiininen pidike.

4.3 Koekappaleen sijoittelu

Koekappale nostettiin hallinosturin avulla teräksiselle testauspöydälle, johon se mahtui sopivasti. Teräskoekappaleella on vapaa tuenta, sen molempien päiden alle on asetettu kolme kappaletta teräksisiä rullia ja niiden päälle teräslevyjä. Koekappale voi testauksen aikana liikkua akselinsa suuntaan rullien päällä, mutta itse tunkin liike tähän suuntaan on estetty. Tunkin päässä oleva pallonivel antaa jonkin verran liikkumisvaraa joka suuntaan. Testauspöydän molemmat päädyt varmistettiin pidikkeillä, jotta rullat ja koekappale eivät voi vahingossa pudota.



Kuvio 21. Koekappale valmiina testiin.

Tunkin rullilla liikkuvaa sylinterikelkkaa voi liikuttaa testauslaitteiston kuormituspalkkia myöten vapaasti haluttuun kohtaan. Kelkka lukitaan tiukasti kohdilleen siihen suunnitellulla avaimella. Tunkin ollessa täysin yläasennossa vapaata tilaa koekappaleen väliin jäi vain noin 1 cm. Tunkki keskitettiin tarkasti koekappaleen puristuspintaan. Kuorma tunkilta koekappaleeseen tulee kuviossa 21 näkyvän niin kutsutun ”helikopteritason” kautta.

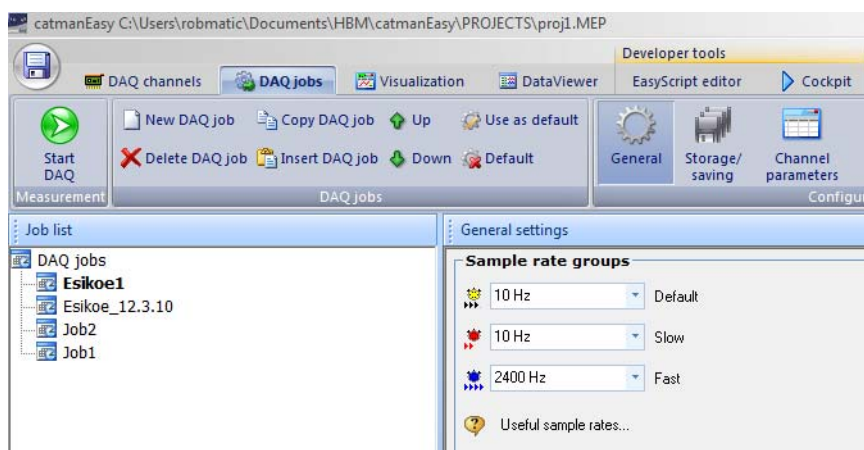
Ennen testauksen aloitusta haluttiin vielä varmistua koekappaleen profiilin paksuudesta. Profiilin paksuus varmistettiin mittaamalla kuvion 22 kannettavalla ultraäänitarkastuslaitteella. Profiilin paksuuden keskiarvoksi saatiin varmistettua 7,9 mm.



Kuvio 22. Ultraäänitarkastuslaite.

4.4 CatmanEasy-ohjelmiston ympäristön räätälöinti

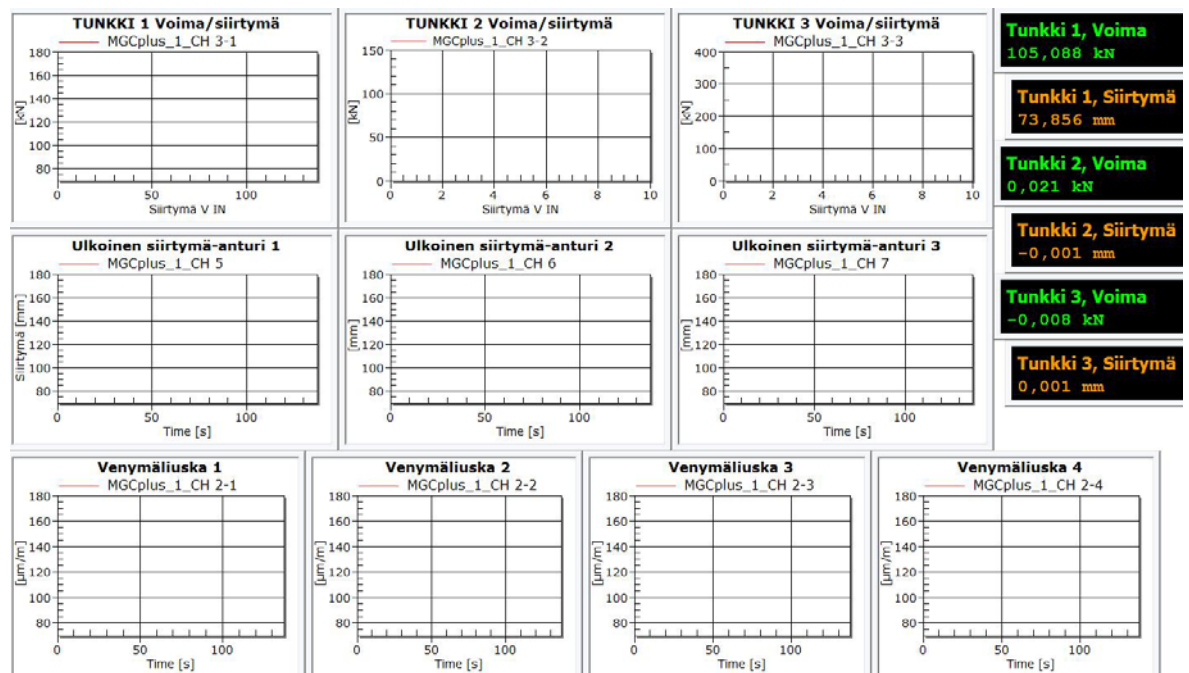
Tarkempi kuvaus CatmanEasy-ohjelmasta löytyy liitteestä 1. CatmanEasy-ohjelman käyttö. Tässä kerrotaan tärkeimmät määitykset koekappaleen testausta varten.



Kuvio 23. DAQ jobs.

Kuvion 23 DAQ jobs-valikosta tehdään uusi mittaustiedosto esimerkiksi nimellä ”Esikoe1”. Otsikon sample rate groups alta vaihdetaan mittausnopeudeksi 10 Hz, eli ohjelma kerää mittausdataa antureilta 10 kertaa sekunnin aikana. Esivalintana on 50 Hz mutta siitä kertyy helposti liian suuria mittaustiedostoja. Kohdasta channel parameters valitaan epäaktiivisiksi kaikki ne mittauskanavat, joita ei tarvita testissä, jotta turhaa mittausdataa ei kerry.

Aikaisemmin on suunniteltu valmiiksi kuvion 24 mukainen testin reaaliaikainen visualisointi, jossa ylhäällä ovat tunkkien voima/siirtymäkuvaajat. Keskellä ovat Minitec-kehään kiinnitetyt siirtymä-anturit. Alhaalla ovat koekappaleeseen liimattujen venymäliuska-anturien graafiset kuvaajat. Ylhäällä oikeassa kulmassa ovat tunkkien voimat ja siirtymät numeerisessa muodossa.



Kuvio 24. Testin visualisointi.

4.5 Mittaustiedot ja niiden jälkikäsittely

Tunkkia hallinnoitiin testissä ProgSys 7.1-multi-ohjelmalla, johon asetettiin käytettäväksi voimaohjaus siirtymäohjauksen sijasta. Voimaohjaus soveltuu paremmin käytettäväksi hyvin jäykille kappaleille, kuten teräkselle. Siirtymäohjaus puolestaan soveltuu paremmin rakenteisiin, joissa esimerkiksi palkin taipuma kasvaa melko nopeasti (Matertest Oy 1999). Voimaohjaukseen säädettiin kuormitusnopeuden arvoksi 100 N/s. Murtumisen tarkkailun aloitusvoimaksi asetettiin 50 kN, ja testi loppuu automaattisesti jos voima alenee -30 %.

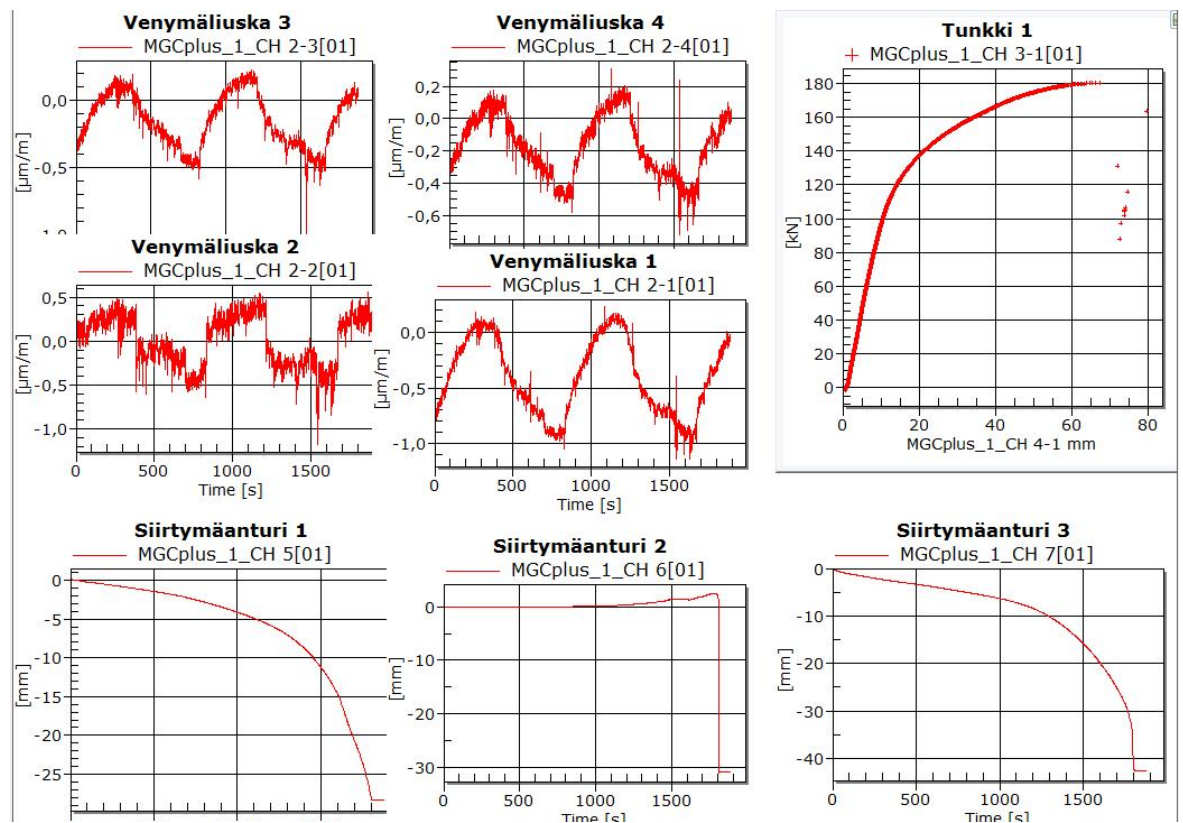
CatmanEasy-ohjelma laitettiin käsikäyttöisesti päälle mittaamaan testauksen alkaessa ja pois päältä testin loppuessa. Catman asetettiin keräämään mittausdataa tunkilta, siirtymä-antureilta sekä venymäliuska-antureilta. Samanaikaisesti myös vanha tietokone piirsi multi-ohjelmallaan tunkin voima/siirtymäkuvaajaa, joka on käytännössä sama Catmanin piirtämän kuvaajan kanssa.

Testin päätyttyä mittaustiedot tallennettiin Catmanin omaan tiedostomuotoon. Tallennuksen jälkeen voidaan koska tahansa myöhemmin palata testin tulosten pariin numeerisessa ja visuaalisessa muodossa Catmanin omassa analyysitulossa. Testien tuloksia voidaan myös muuntaa muihin yleisiin tiedostomuotoihin, kuten ASCII- ja Excel-muotoon. Lisää testien tulosten jälkikäsittelystä on liitteessä 1. CatmanEasy-ohjelman käyttö.

4.6 Esimerkkikokeen tulosten analysointi

TTY:n erilaisilla laskentamalleilla päädyttiin etukäteen tulokseen, jossa koekappale kestää noin 140 kN:n rasituksen. Käytännön lujuuskokeissa päästään kuitenkin yleensä aina yli laskentalujuuksien, koska laskennoissa käytetään erilaisia varmuuskertoimia.

Kuten kuvion 25 tunkin 1 voima/siirtymäkuvaajasta nähdään, koekappale kesti noin 180 kN:n rasituksen siirtymän ollessa noin 60 mm.



Kuvio 25. Testin tulokset.

Siirtymäanturin 2 kuvaajasta näkyy selvästi tilanne, joka tapahtui testin lopetuksen yhteydessä. Koekappale oli kovassa jännityksessä, ja kun testi lopetettiin, tunkin paine aleni liian nopeasti ja koekappale liikahti silminnähden tunkin paineen jäädessä noin 100 kilonewtoniin.

Esitestin tuloksiin ei ollut vielä tarvetta tarkemmin syventyä, sillä esitesti järjestettiin lähinnä tekniikan toimivuuden toteamiseksi, mutta paikalla ollut TTY:n tutkijaryhmä oli tyytyväinen kuvion 25 esitestin tuloksiin ja päädyttiin yhteisymmärrykseen, että varsinaiset pääkokeet toteutetaan tällä järjestelyllä. Pääkokeet testataan myöhemmin keväällä 2010 varsinaisten koekappaleiden valmistuttua.

5 YHTEENVETO

Tässä työssä käsiteltiin SeAMK:n rakenteiden kuormituskehää ja tutustuttiin sen vanhaan ja uuteen teknologiaan sekä pyrittiin saavuttamaan järjestelmän sulava kokonaistoimivuus. TTY:n tilaama terästestisarja on hyvä mittari uuden järjestelmän toimivuudelle, sillä siinä tarvitaan monen osa-alueen yhtäaikaista käyttöönottoa. Matertestin vanha elektroniikkayksikkö ohjaa kuormituskehän toimintaa ja kerää mittaussignaaleita, jotka johdetaan uuteen MGCplus-yksikköön. MGCplussasta mittausdata saadaan vielä CatmanEasy-tietokoneohjelmistoon entistä monipuolisempaan tarkasteluun. MGCplus-yksikköön on mahdollista liittää monipuolisesti mittausantureita, joista TTY:n testeihin otettiin käyttöön venymäliuska- ja siirtymäanturit.

Työn tärkeimpänä tehtävänä voidaan pitää kuormituskehän valmistelemista tilattu- ja teräskokeita varten. 12.3.2010 pidetyn esitestin tuloksien perusteella tehtävässä onnistuttiin hyvin ja testit suoritetaan myöhemmin kevään aikana.

Tulevaisuutta ajatellen SeAMK:n kuormituskehä on valmiina palvelemaan entistä monipuolisempaa tutkimus- ja kehitystyöhön sekä opetustarkoituksiin.

LÄHTEET

- AP815i-liitin. Ei päiväystä. HBM. Measuring Amplifier System, MGCplus. [www-dokumentti]. [Viitattu 10.3.2010]. Saatavissa: http://www.hbm.cz/Prospekty/Elektronika/IMT/MGCplus_split/p_MGC_plus_split_e.pdf
- HBM Academy. 2009. CatmanEasy/AP. Seminar papers.
- HBM. 2009. Operating Manual, Amplifier system MGCplus.
- Honkanen, H. Ei päiväystä. A/D-muuntimet. [www-dokumentti]. [Viitattu 9.2.2010]. Saatavissa: http://gallia.kajak.fi/opmateriaalit/yleinen/honHar/ma/ADDA_ADconv.pdf
- Koivuviita. 1997. Ohjaustekniikka. Anturitekniikan perusteet. [www-dokumentti]. Suomen Eduserver Ky. [Viitattu 10.2.2010]. Saatavissa: http://personal.inet.fi/yrittys/kkov.eduserver/yhteinen/anturitekniikka3_54_84.pdf
- Matertest Oy. 1999. Testauslaitteisto FMT –SS-DYN-MULTI 2x400 kN + 150 kN. Käyttöohjeet I.
- Matertest Oy. 2006. FMT-aineenkoetuslaitteet. [www-dokumentti]. [Viitattu 26.2.2010]. Saatavissa: <http://www.matertest.fi/Docs/FMT-SSfi.pdf>
- Movetec Oy. 2010. Minitec-profiilijärjestelmät tuote-info. [www-dokumentti]. [Viitattu 10.2.2010]. Saatavissa: <http://www.movetec.fi/fi/moveinfo210/>
- Pietiko Oy. Ei päiväystä. Termopareista. [www-dokumentti]. [Viitattu 10.2.2010]. Saatavissa: <http://www.pietiko.fi/mittarikirjallisuus/Termopari.pdf>
- SeAMK Tekniikka. Ei päiväystä. [www-dokumentti]. [Viitattu 12.1.2010]. Saatavissa: http://www.seamk.fi/Suomeksi/Tutustu_SeAMKiin/Yksikot/SeAMK_Tekniikka/Laboratoriot/Rakennustekniikka.iw3
- Tampereen teknillinen yliopisto (TTY). 2010. Esikokeen piirustus. Rakennetun ympäristön tiedekunta, Rakennustekniikan laitos, Metallirakentamisen tutkimuskeskus, Seinäjoki.
- Tuomisto, J. 2010. Laboratorioinsinööri. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Suullinen haastattelu 15.3.2010.

LIITTEET

Liite 1. CatmanEasy-ohjelman käyttö

Vesa Koskinen

CatmanEasy-ohjelman käyttö

Opinnäytetyöliite

Kevät 2010

Tekniikan yksikkö

Talonrakennustekniikka

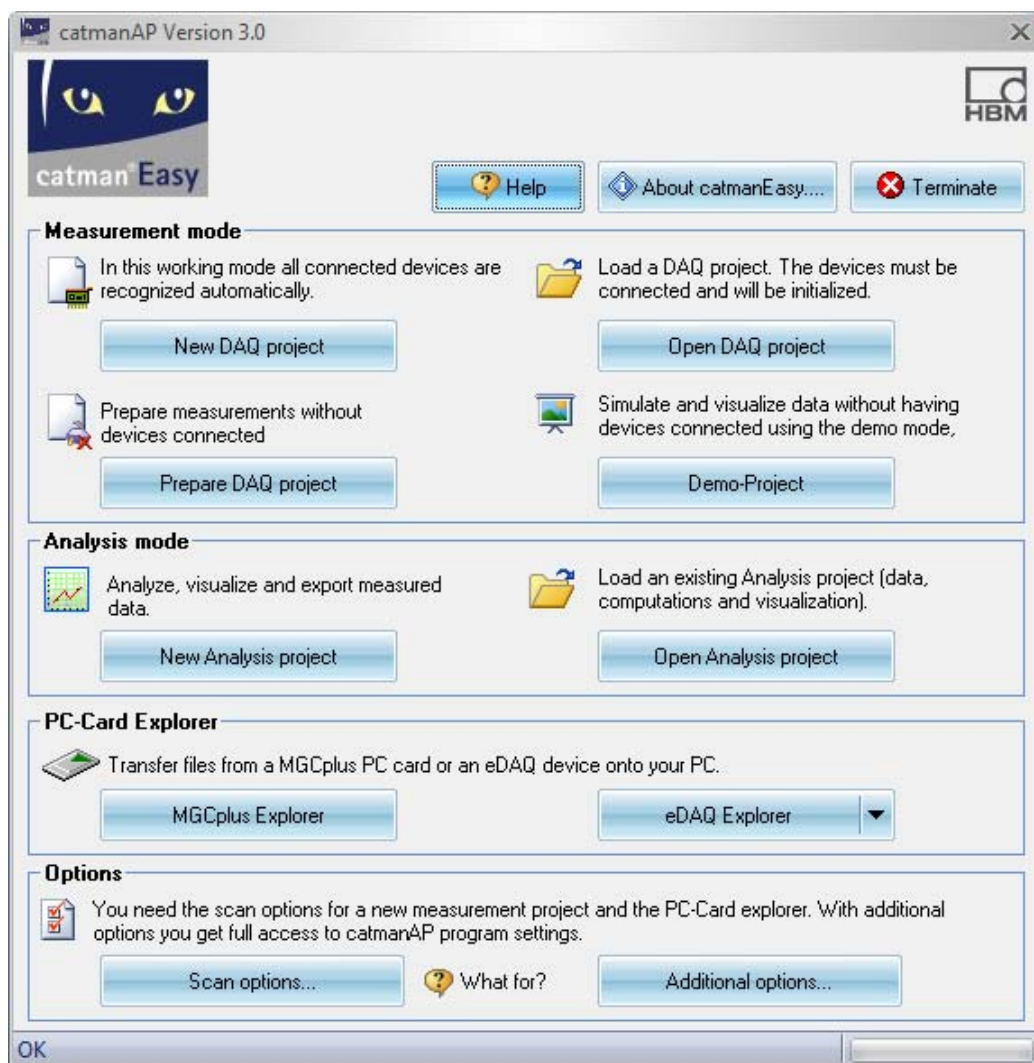


CatmanEasy –ohjelman käyttöohjeistus

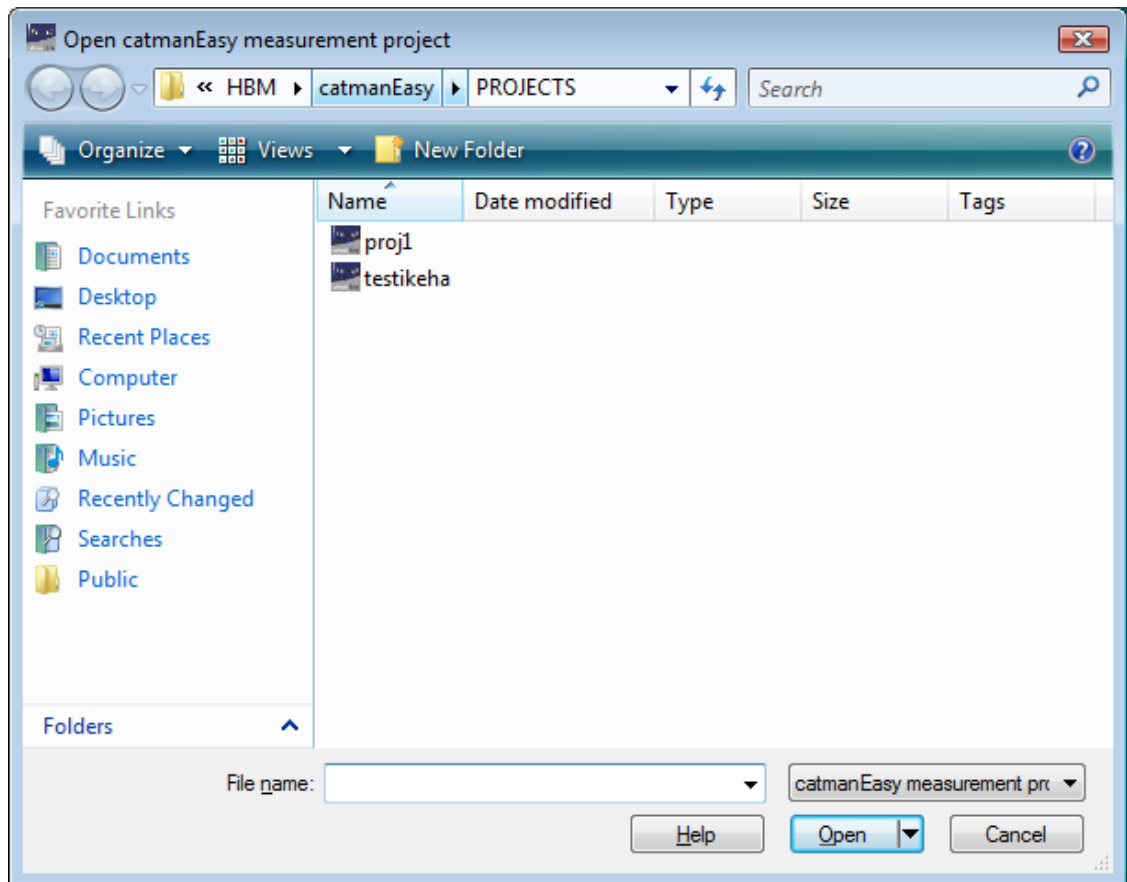
Ohjeet perustuvat HBM Academy Seminar papers-dokumentteihin ja käyttäjän omiin kokemuksiin

Ennen tietokone-ohjelman käynnistystä kytke virta elektroniikkayksikköön ja MGCplus -yksikköön.

Avaa tietokoneelta ohjelma CatmanEasy-AP, jolloin aukeaa seuraava ikkuna:



Valitse Open DAQ project



Avaa seuraavaksi tiedosto esimerkiksi **proj1**

catmanEasy DAQ project: < C:\Users\robmatic\Documents\HB.....\catmanEasy\PROJECTS\proj1.MEP >

Channel tools

DAQ channels DAQ jobs Visualization DataViewer Sensordatabase Computation chan

Start Initialize Live readings Measure General Sample rates Sensor Zero balance Limit value monitoring

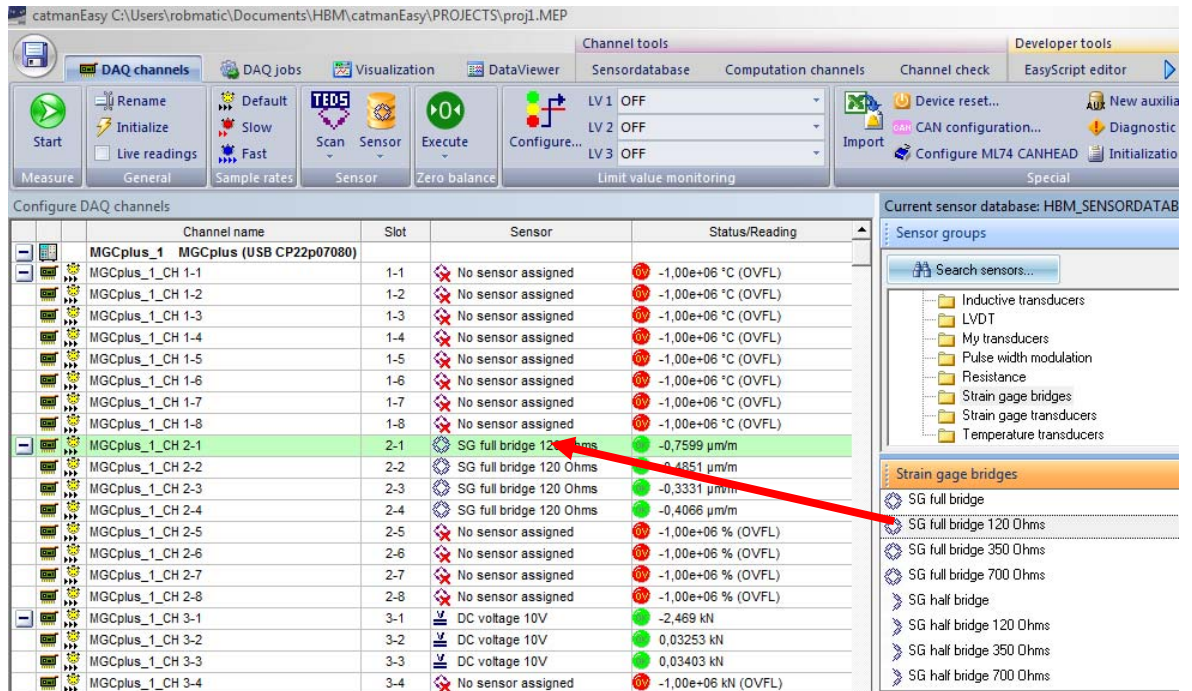
LV 1 OFF
LV 2 OFF
LV 3 OFF

Configure...

Configure DAQ channels

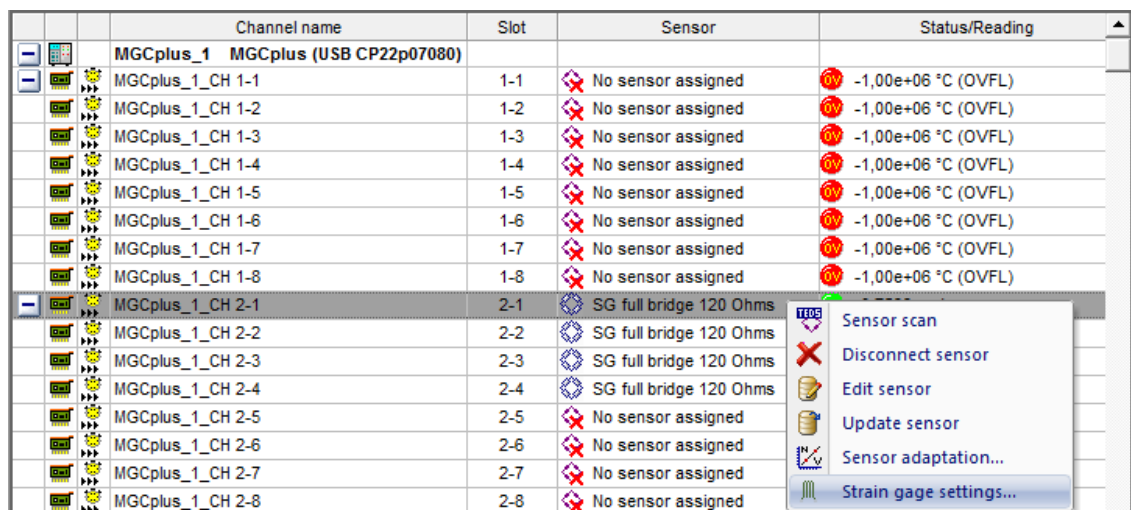
	Channel name	Slot	Sensor	Status/Reading
	MGCplus_1 MGCplus (USB CP22p07080)			
	MGCplus_1_CH 1-1	1-1	No sensor assigned	-1,00e+06 °C (OVFL)
	MGCplus_1_CH 1-2	1-2	No sensor assigned	-1,00e+06 °C (OVFL)
	MGCplus_1_CH 1-3	1-3	No sensor assigned	-1,00e+06 °C (OVFL)
	MGCplus_1_CH 1-4	1-4	No sensor assigned	-1,00e+06 °C (OVFL)
	MGCplus_1_CH 1-5	1-5	No sensor assigned	-1,00e+06 °C (OVFL)
	MGCplus_1_CH 1-6	1-6	No sensor assigned	-1,00e+06 °C (OVFL)
	MGCplus_1_CH 1-7	1-7	No sensor assigned	-1,00e+06 °C (OVFL)
	MGCplus_1_CH 1-8	1-8	No sensor assigned	-1,00e+06 °C (OVFL)
	MGCplus_1_CH 2-1	2-1	No sensor assigned	-1,00e+06 % (OVFL)
	MGCplus_1_CH 2-2	2-2	No sensor assigned	-1,00e+06 % (OVFL)
	MGCplus_1_CH 2-3	2-3	No sensor assigned	-1,00e+06 % (OVFL)
	MGCplus_1_CH 2-4	2-4	No sensor assigned	-1,00e+06 % (OVFL)
	MGCplus_1_CH 2-5	2-5	No sensor assigned	-1,00e+06 % (OVFL)
	MGCplus_1_CH 2-6	2-6	No sensor assigned	-1,00e+06 % (OVFL)
	MGCplus_1_CH 2-7	2-7	No sensor assigned	-1,00e+06 % (OVFL)
	MGCplus_1_CH 2-8	2-8	No sensor assigned	-1,00e+06 % (OVFL)
	MGCplus_1_CH 3-1	3-1	DC voltage 10V	-0,8555 kN
	MGCplus_1_CH 3-2	3-2	DC voltage 10V	-0,00810 kN
	MGCplus_1_CH 3-3	3-3	DC voltage 10V	0,04144 kN
	MGCplus_1_CH 3-4	3-4	No sensor assigned	-1,00e+06 kN (OVFL)
	MGCplus_1_CH 4-1	4-1	DC voltage 10V	-165,3 mm
	MGCplus_1_CH 4-2	4-2	DC voltage 10V	-0,00627 mm
	MGCplus_1_CH 4-3	4-3	DC voltage 10V	-10,82 mm
	MGCplus_1_CH 4-4	4-4	No sensor assigned	-1,00e+06 % (OVFL)
	MGCplus_1_CH 5	5	WA 200mm	0,02910 mm
	MGCplus_1_CH 6	6	No sensor assigned	-1,00e+06 % (OVFL)
	MGCplus_1_CH 7	7	No sensor assigned	-1,00e+06 % (OVFL)
	Computation channels			
	Tunkki 1+2		MGCplus_1_CH 3-1+MGCplus_1_	-0,8636 kN
	Tunkki 1+2 siirtymä		MGCplus_1_CH 4-1+MGCplus_1_	-165,3 mm
	Tunkki 1+ tunkki 3 voima		MGCplus_1_CH 3-1+MGCplus_1_	-0,8140 kN
	Tunkki 1+ tunkki 3 siirtymä		MGCplus_1_CH 4-1+MGCplus_1_	-176,1 mm

Kone tunnistaa käynnistyksen yhteydessä automaattisesti käytössä olevat aktiiviset kanavat. Kuvassa niistä näkyvät CH 3-1, 3-2, 3-3, jotka ovat tunkkien voimaisignaaleja, CH 4-1, 4-2, 4-3, jotka ovat tunkkien siirtymäsignaaleja. Kanavaan 5 on ruudunkaappauksen ottohetkellä kytkettynä erillinen induktiivinen siirtymään-turi. Kanavan 2 paikkoihin voidaan liittää esim. venymäliuska-antureita. **Computation channelissa** voi määrittää itse haluamiaan tehtäviä, voit esimerkiksi summa-ta tunkkien 1 ja 3 voima-arvot.



Sensorin asennus: Esimerkiksi venymäliuska-anturin asennus.

Etsi **DAQ channels** välilehden **Sensor groups** valikosta kuvan tapauksessa **Strain gage bridges** ja raahaa hiirellä **SG full bridge 120 Ohms** Sensori kanavaliistalle.



Venymäliuskan tarkempia asetuksia varten klikataan hiirellä **SG full bridge** kohtaa ja valitaan **"Strain gage settings"**.

Strain gage configuration

Help on strain gage configuration

2.07 Gage factor

4 Bridge factor

5 V Excitation voltage

Optionally you can correct temperature influences on strain gage signals by a compensation measuring point or by the temperature response polynomial to be found on your strain gage package.

More information about compensation of temperature influences

Temperature compensation using compensation S/G

Temperature compensation using temperature response polynomial

Temperature response polynomial

<input type="text"/>	P(0)	<input type="text"/>	α S/G
<input type="text"/>	P(1)	<input type="text"/>	α Material
<input type="text"/>	P(2)	<input type="text"/>	T _{Ref} (°C)
<input type="text"/>	P(3)		

Input from

Update in sensor database

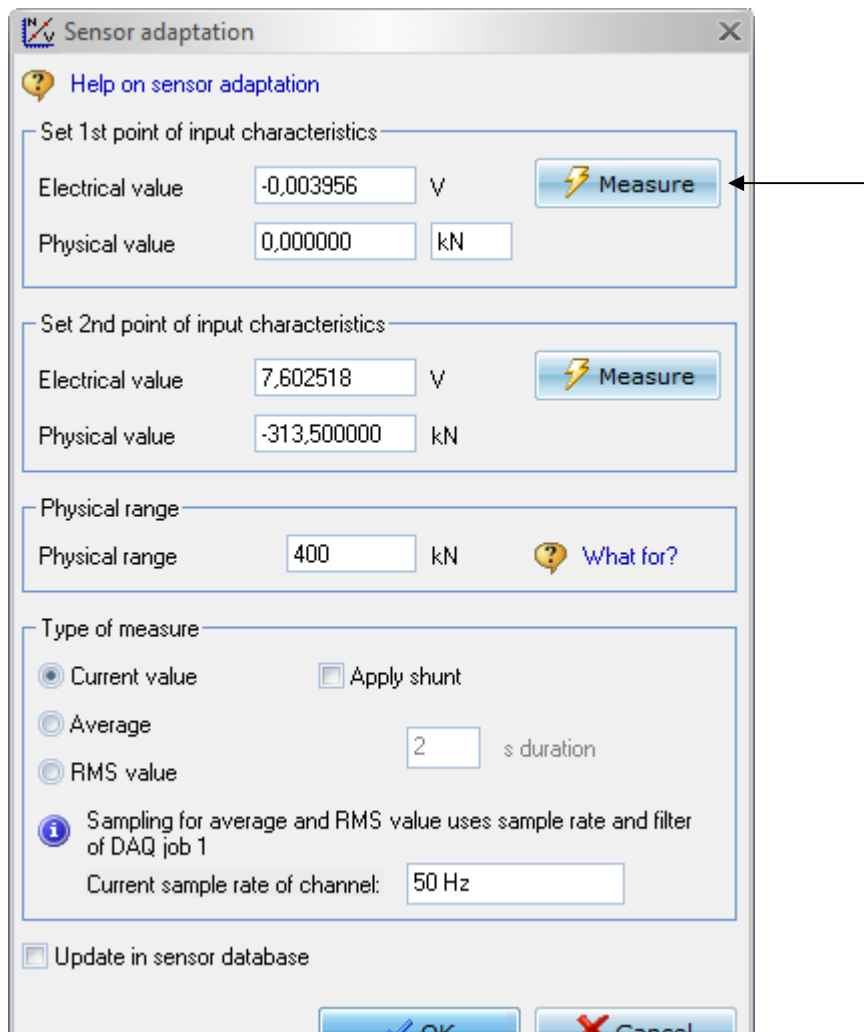
OK Cancel

Gage ja **Bridge factor** kohtiin laitetaan valmistajan antamat arvot, sekä sopiva jännitemäärä. Lopuksi ruksi **update in sensor databaseen** ja OK jotta arvot tallentuvat.

Configure DAQ channels				
	Channel name	Slot	Sensor	Status/Reading
	MGCplus_1 MGCplus (USB CP22p07080)			
	MGCplus_1_CH 1-1	1-1	No sensor assigned	-1,00e+06 °C (OVFL)
	MGCplus_1_CH 1-2	1-2	No sensor assigned	-1,00e+06 °C (OVFL)
	MGCplus_1_CH 1-3	1-3	No sensor assigned	-1,00e+06 °C (OVFL)
	MGCplus_1_CH 1-4	1-4	No sensor assigned	-1,00e+06 °C (OVFL)
	MGCplus_1_CH 1-5	1-5	No sensor assigned	-1,00e+06 °C (OVFL)
	MGCplus_1_CH 1-6	1-6	No sensor assigned	-1,00e+06 °C (OVFL)
	MGCplus_1_CH 1-7	1-7	No sensor assigned	-1,00e+06 °C (OVFL)
	MGCplus_1_CH 1-8	1-8	No sensor assigned	-1,00e+06 °C (OVFL)
	MGCplus_1_CH 2-1	2-1	No sensor assigned	-1,00e+06 % (OVFL)
	MGCplus_1_CH 2-2	2-2	No sensor assigned	-1,00e+06 % (OVFL)
	MGCplus_1_CH 2-3	2-3	No sensor assigned	-1,00e+06 % (OVFL)
	MGCplus_1_CH 2-4	2-4	No sensor assigned	-1,00e+06 % (OVFL)
	MGCplus_1_CH 2-5	2-5	No sensor assigned	-1,00e+06 % (OVFL)
	MGCplus_1_CH 2-6	2-6	No sensor assigned	-1,00e+06 % (OVFL)
	MGCplus_1_CH 2-7	2-7	No sensor assigned	-1,00e+06 % (OVFL)
	MGCplus_1_CH 2-8	2-8	No sensor assigned	-1,00e+06 % (OVFL)
	MGCplus_1_CH 3-1	3-1	DC voltage 10V	
	MGCplus_1_CH 3-2	3-2	DC voltage 10V	
	MGCplus_1_CH 3-3	3-3	DC voltage 10V	
	MGCplus_1_CH 3-4	3-4	No sensor assigned	
	MGCplus_1_CH 4-1	4-1	DC voltage 10V	
	MGCplus_1_CH 4-2	4-2	DC voltage 10V	
	MGCplus_1_CH 4-3	4-3	DC voltage 10V	

- Sensor scan
- Disconnect sensor
- Edit sensor
- Update sensor
- Sensor adaptation...

Esimerkiksi anturien kalibroimista varten, valitse listasta haluamasi kanava ja klikkaa hiiren oikealla näppäimellä **Sensor** kohdasta ja valitse **Sensor adaptation**.



Kuvassa tunkin 1 voima-anturin kalibroiminen. **Set 1st point** kohdassa painetaan ensin **Measure**, jolloin ohjelma laskee nollakuormituksella elektronisen arvon.

Set 2nd point kohdassa elektroniikkayksiköstä painetaan ko. tunkin testinappula alas ja samaan aikaan painetaan **Measure**, jolloin ohjelma laskee elektroniikkayksikön antaman testisignaalin (maksimikuormitus) perusteella oikean volttiarvon.

Physical range kohtaan laitetaan tunkin maksimi puristusarvo. Lopuksi kohtaan **Update in sensor database** ruksi ja OK.

Sensor adaptation

[Help on sensor adaptation](#)

Set 1st point of input characteristics

Electrical value V Measure

Physical value mm

Set 2nd point of input characteristics

Electrical value V Measure

Physical value mm

Physical range

Physical range mm What for?

Type of measure

Current value Apply shunt

Average s duration

RMS value

Sampling for average and RMS value uses sample rate and filter of DAQ job 1

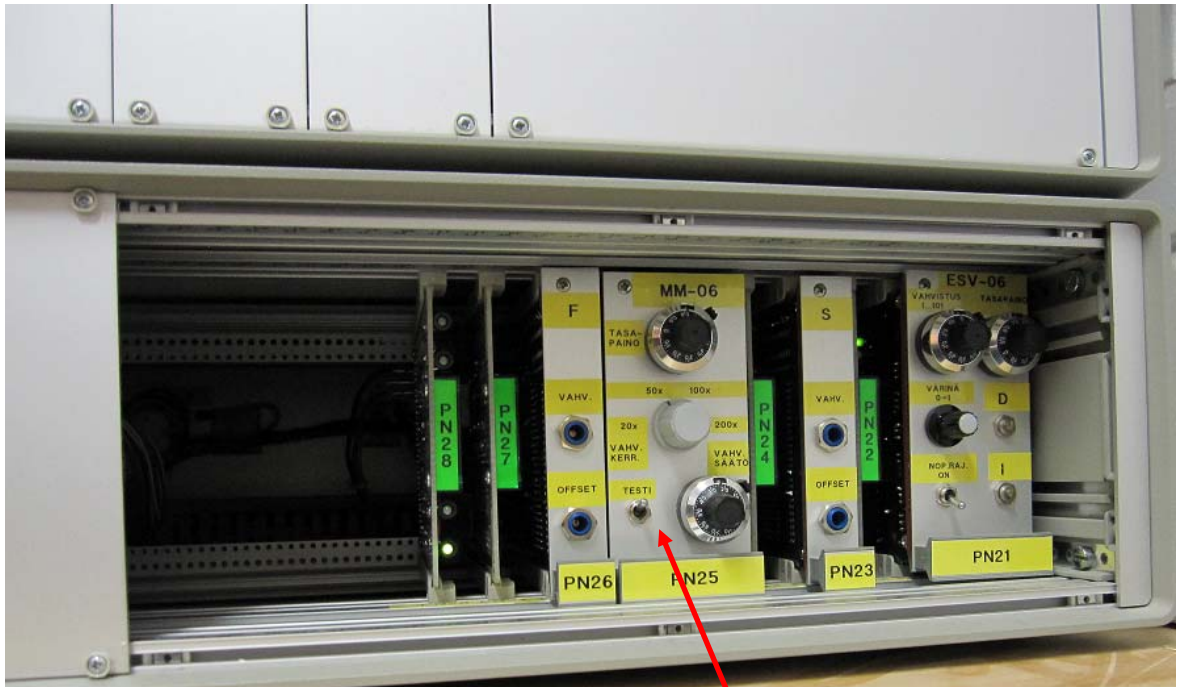
Current sample rate of channel: Hz

Update in sensor database

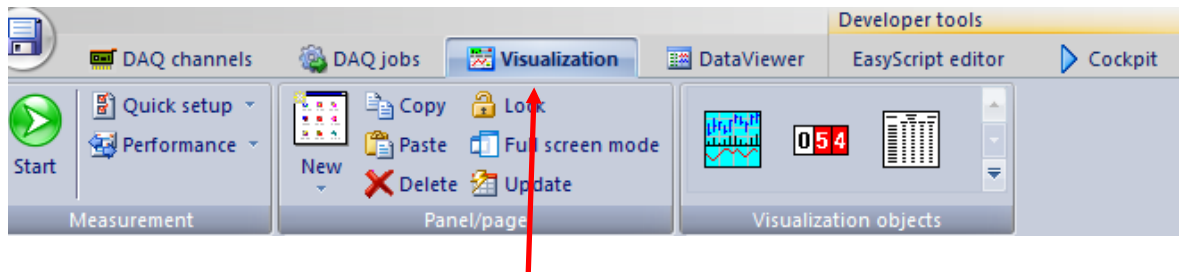
OK Cancel

Kuvassa tunkin 1 siirtymäanturin kalibroiminen. Tunkki säädetään FMT Progsysin ohjelmalla mahdollisimman lähelle nolla-arvoa, jonka jälkeen painetaan **Set 1st point** kohdassa **measure**, jolloin ohjelma laskee elektronisen arvon.

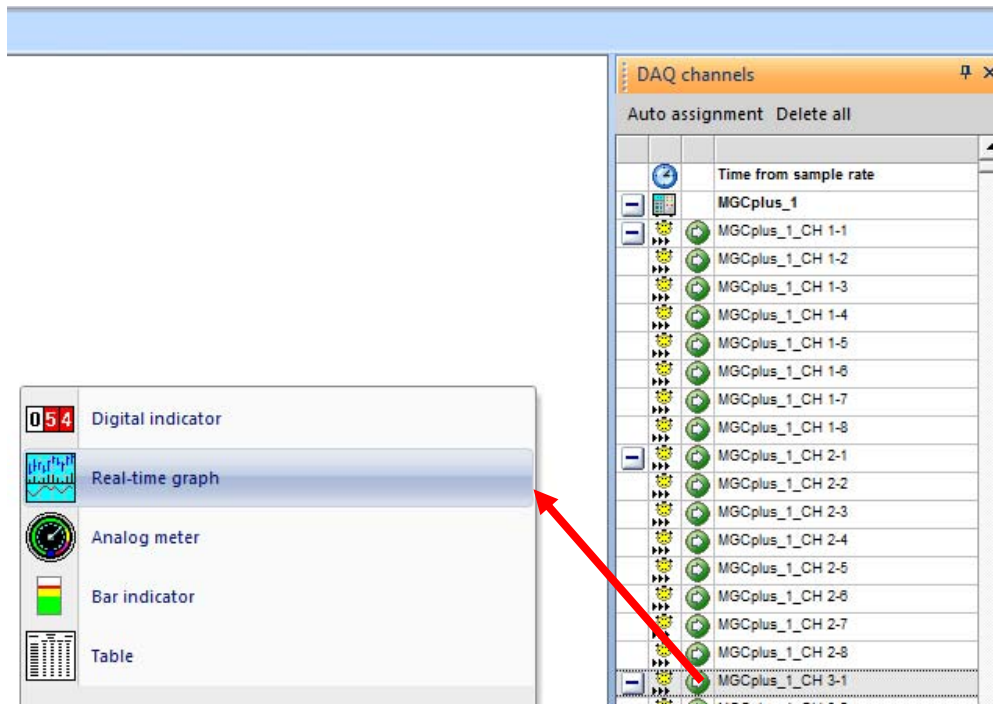
Set 2nd point kohdan asetusta varten tunkki ajetaan johonkin sopivaan mahdollisimman suureen tasalukuarvoon Progsys-ohjelman avulla. **Physical value** kohtaan syötettiin käsin Progsys-ohjelman näyttämä siirtymäarvo. Lopuksi rasti **Update in sensor database** kohtaan ja OK.



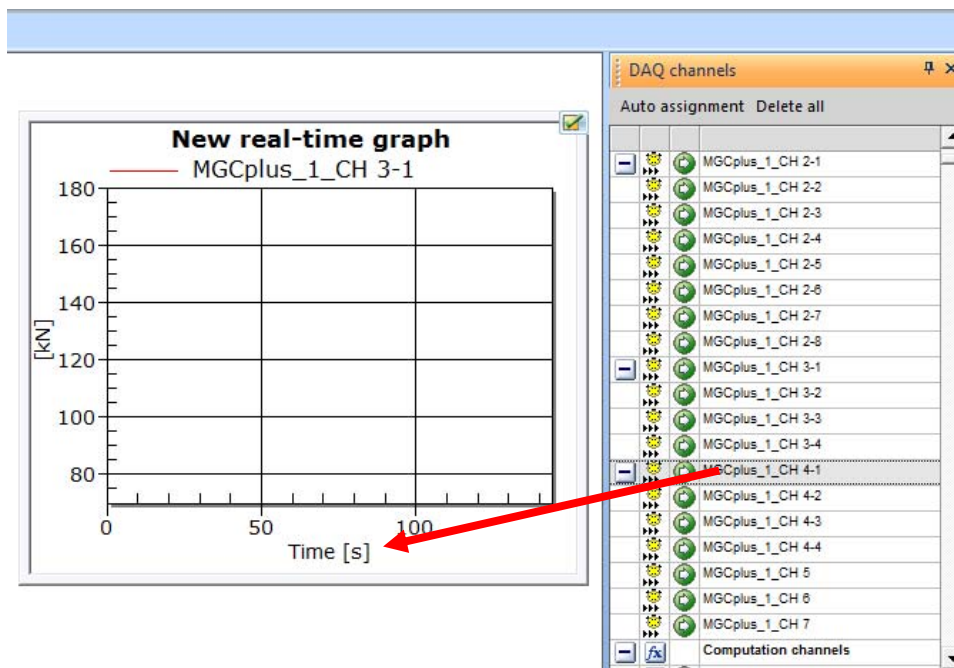
Valokuvassa näkyy elektroniikkayksikön tunkin 3 testinappula. Avaamalla kannet yläpuolelta pääsee käsiksi myös muiden tunkkien testinappuloihin.



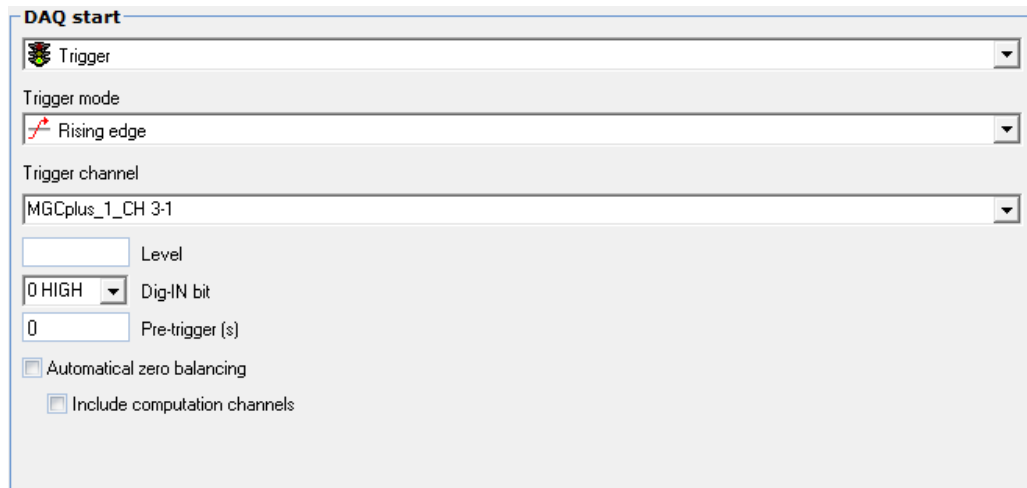
Jotta testauksen tulokset näkyvät myös reaaliaikaisesti testauksen aikana, pitää seuraavaksi suunnitella halutunlainen visualisointi. Valitse ylävalikosta kohta **Visualization**.



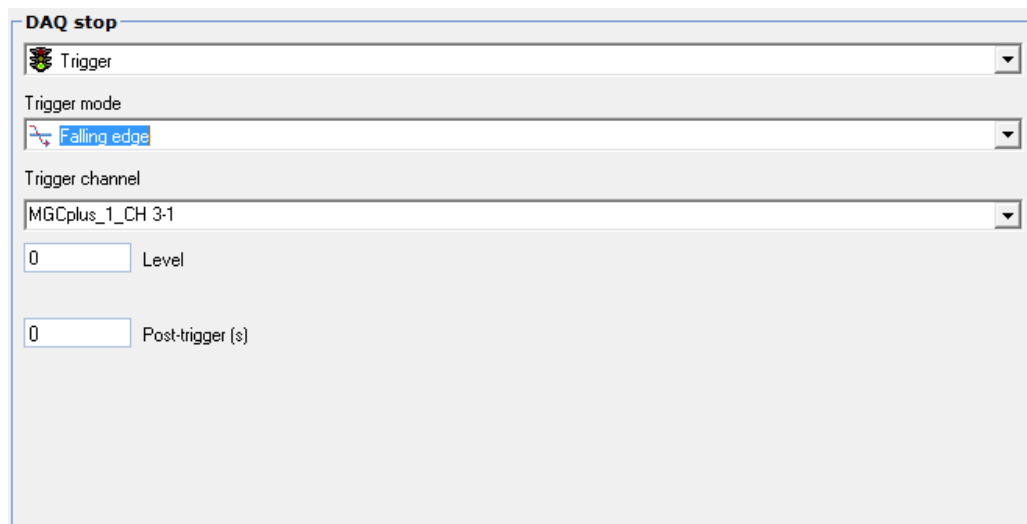
DAQ channels valikosta yksinkertaisesti raahataan hiirellä haluttu kanava visuaiointi alueelle ja valitaan tässä tapauksessa **Real-time graph**.



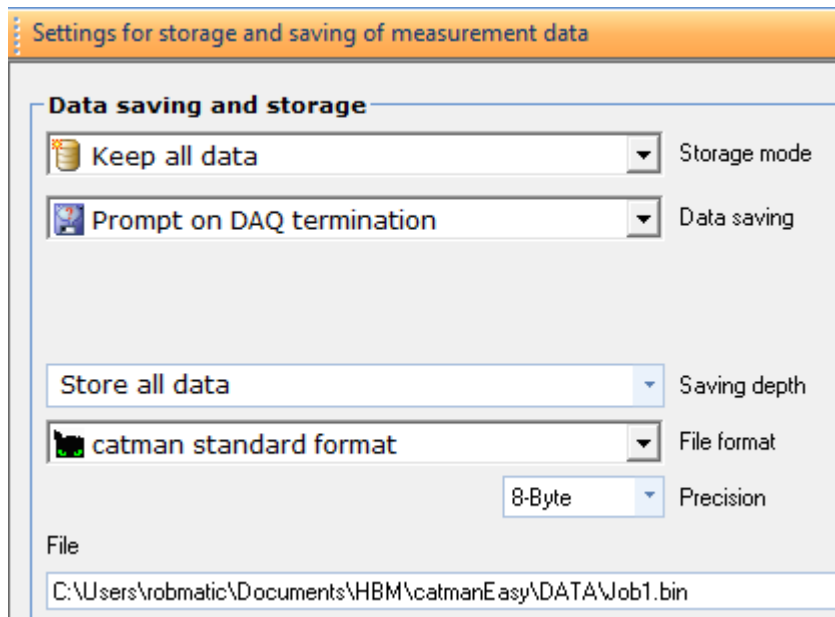
Näin syntyi graafinen kuvaaja, jossa y-akselilla on tunkin voimakuvaaja. Timen kohdalle x-akselille voidaan valikosta raahata tunkin siirtymä.



Ylävalikon **DAQ job** → **General settings** kohdasta voidaan halutessa laittaa **trigger** asetuksia päälle. Trigger asetukset tarkoittavat sitä, että missä kohtaa testaus-ohjelma itse automaattisesti aloittaa testin ja/tai lopettaa sen. Valitaan valikoista sopivin triggeri tila (esim. kuvassa on päällä rising edge), ja haluttu kanava, kuvassa kanava 3-1. **Level** kohtaan asetetaan haluttu taso, joka pitää ensin saavuttaa ennen kuin testaus alkaa. Kuvassa näkyy kanava 3-1, joka kerää tunkin 1 voimesignaaleja, joten tässä tapauksessa Level kohtaan syötetään arvot kilonewtoneina.



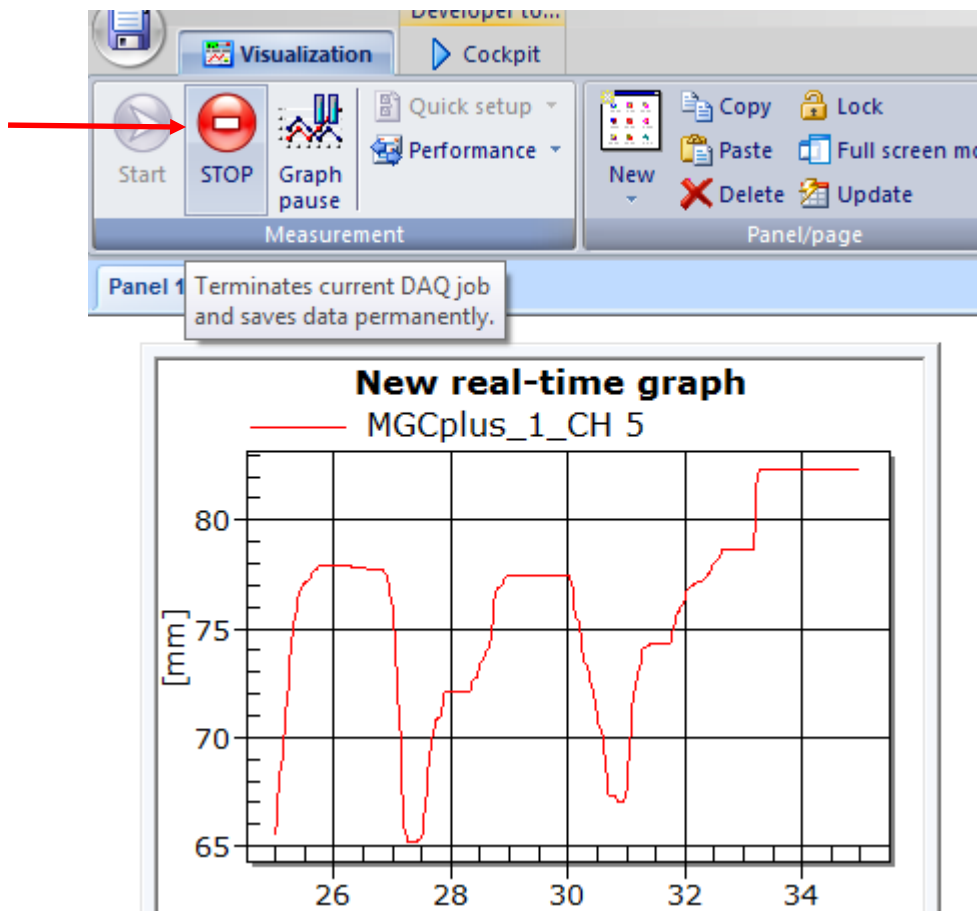
Samoin menetellään testauksen lopetus triggerin kanssa. Kuvan trigger asetuksessa on päällä falling edge, joten Leveliin syötetään lukema (kN) jonka alittuessa ohjelma lopettaa mittausdatan keräämisen.



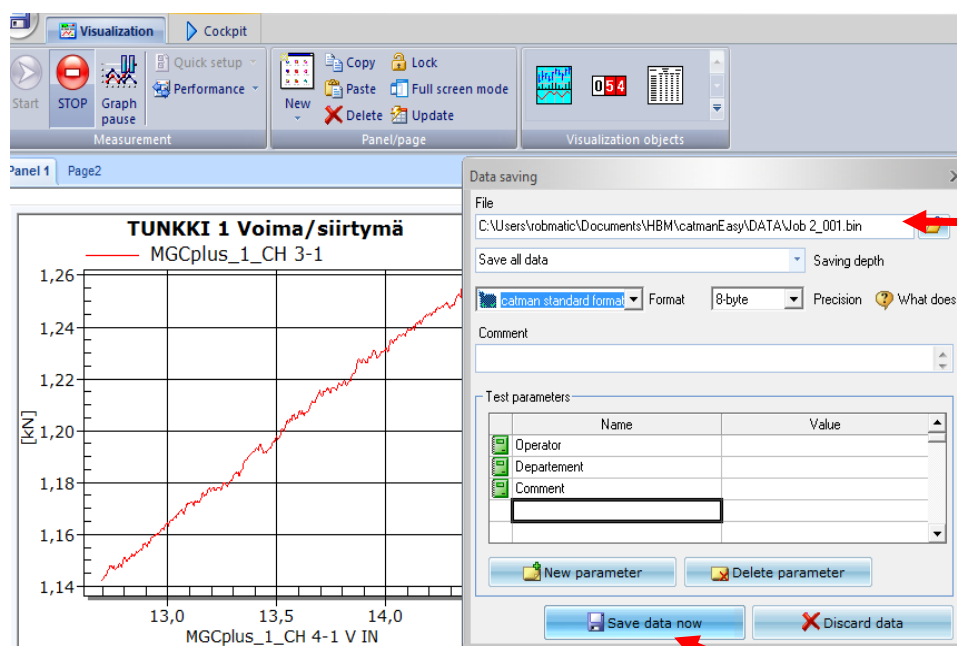
Ennen testejä tallennusmuodot ja osoitteen voi määrittää **DAQ jobista**.



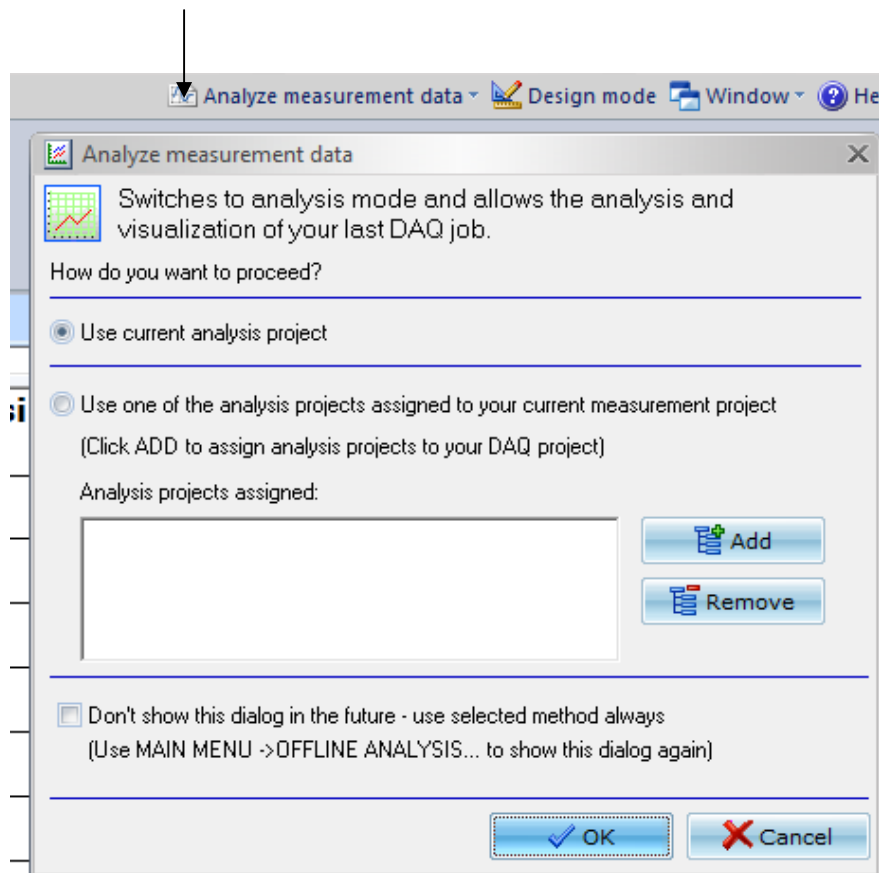
Kun itse testaaminen halutaan aloittaa, mennään **visualization** valikkoon ja painetaan vihreää starttinappulaa.



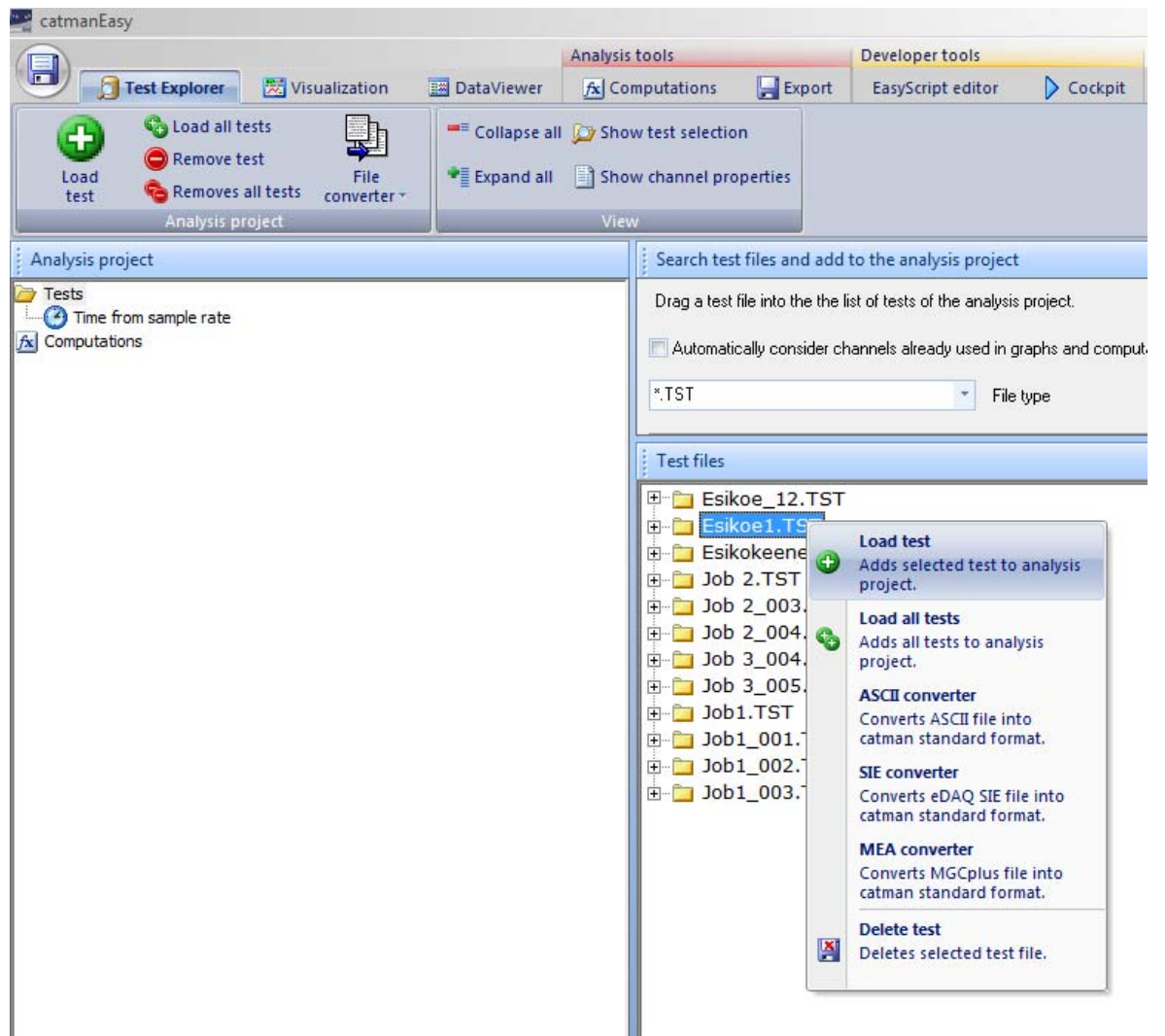
Ohjelma piirtää reaaliaikaista kuvaajaa testin aikana. Testi saadaan halutessa lopetettua stop napista.



Testin päätyttyä voidaan testi tallentaa, ja jälkianalyysijä varten painaa oikealta ylhäältä **"Analyze measurement data"**



Valitaan **Use current analysis project** ja OK.



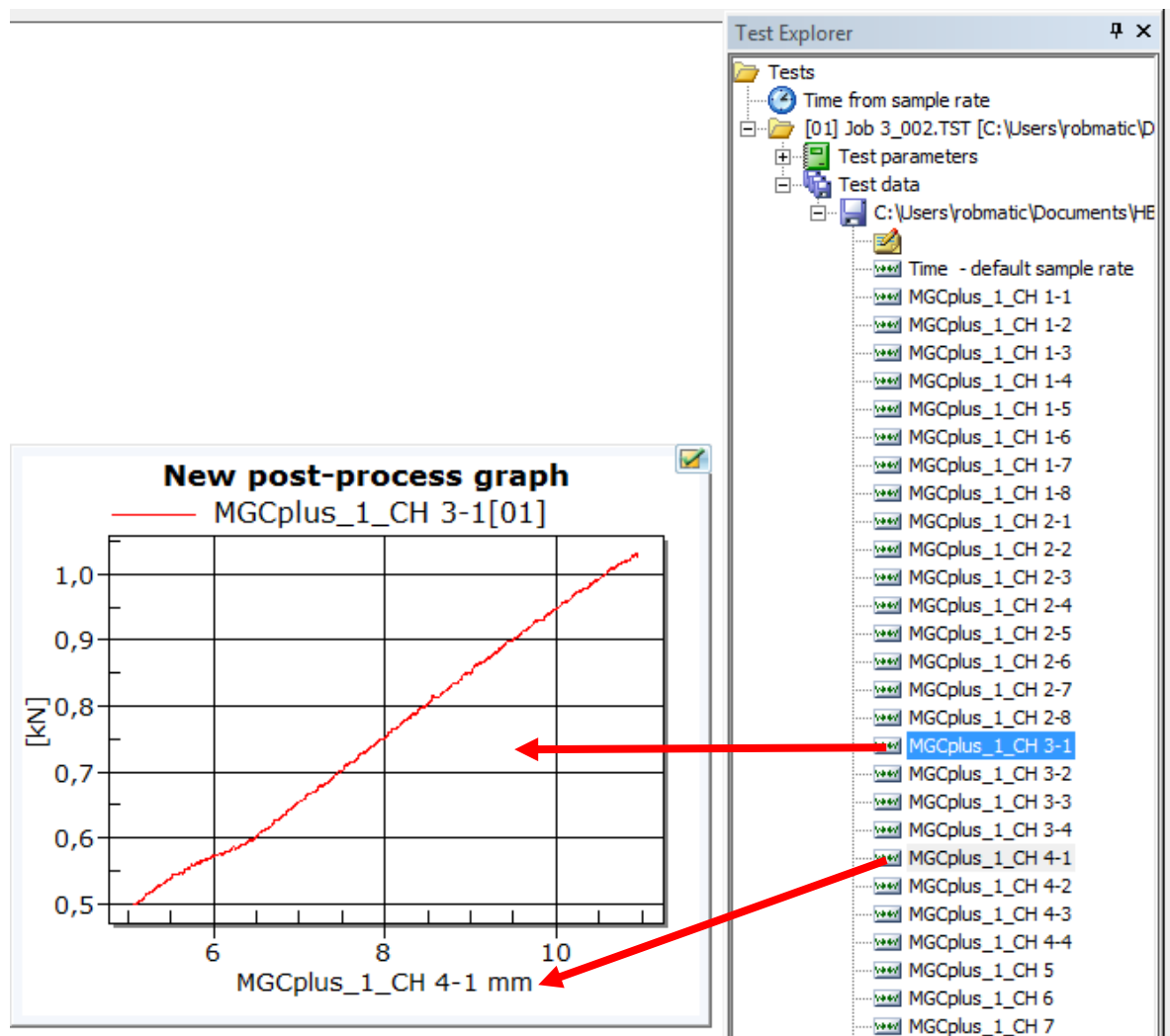
Analyysi tilan "Test Explorer" välilehdeltä voidaan etsiä ja ladata tallennettuja testejä. Hiirellä klikataan esim "Esikoe1" ja **Load test**.

Testidata tallennetaan *.TST tyyppiseen tiedostoon. Oletushakemistona on

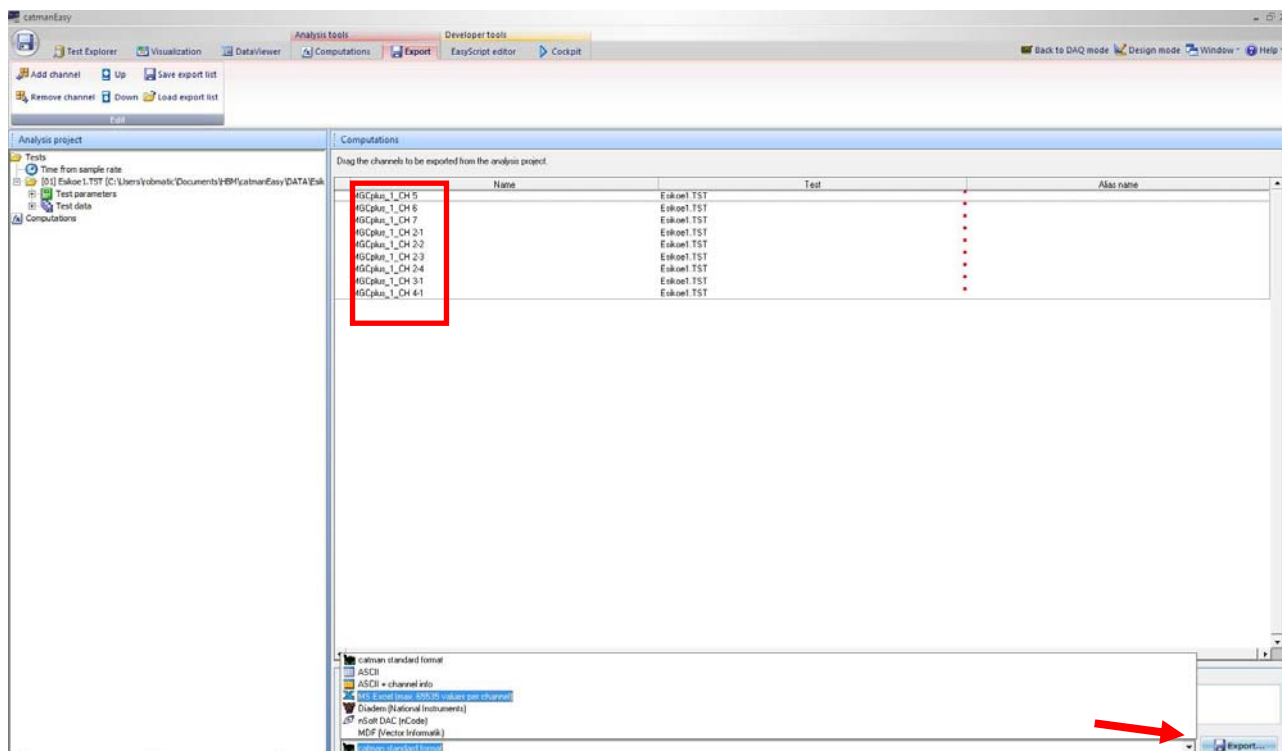
C:\Users\robmatic\Documents\HBM\CatmanEasy\DATA

Punaisella osoitettu nimi on käyttäjän käyttäjätunnus.

Analyysi tilassa voidaan siirtyä **visualization** valikkoon, jossa oikealla puolella **Test Explorer** kohdan alla näkyvät kanavalistat. Suoritetusta testistä voimme tehdä graafisen kuvaajan samalla tavalla kuin aiemmin.



Raahataan valikosta esimerkiksi kanava 3-1(voima) visualisointialueeseen, ja kanava 4-1 (siirtymä) X-akselille.



Analyysi tilan **Export** välilehdeltä voidaan testitulos muuntaa myös johonkin muihunkin tiedostomuotoon, kuten MS Exceliin. Excelin tiedosto voi sisältää enintään 65535 riviä, joten suuri testaustietokanta ei välttämättä mahdu yhteen Excel-tiedostoon. Eri mittauskanavien tiedot tulevat eri sarakkeisiin, joten Excel-tiedosto ei rajoita kanavien lukumäärää, joka on varsin rajallinen. Kymmenen hertsin näytteenottotaajuudella yhteen Excel-tiedostoon mahtuu siis noin 1.8 tunnin mittaisen kokeen tietomäärä ($65535 \text{ riviä} / 10 \text{ Hz} / 60 \text{ s} / 60 \text{ min} = 1.82 \text{ h}$). Halutut kanavat, joiden tieto halutaan muuntaa esim. Excel muotoon, raahataan kuvassa punaisella merkattulle alueelle, ja painetaan Export oikealta alhaalta.

LIITE 2: VOIMA-ANTURIN TIETOJA

SPECIFICATIONS

PARAMETERS	MODEL			
	1210	1210	1220	1232
	CAPACITY			
U.S. Models (lbf)	300, 500, 1K, 2K	5K, 10K	25K, 50K	100K
Metric Models (kN)	1.5, 2.5, 5, 10	25, 50	100, 250	450
ACCURACY – (MAX ERROR)				
Static Error Band-% FS	±0.04	±0.05	±0.05	±0.06
Nonlinearity-% FS	±0.04	±0.05	±0.05	±0.05
Hysteresis-% FS	±0.03	±0.05	±0.06	±0.06
Nonrepeatability-% RO	±0.01	±0.01	±0.01	±0.01
Creep, in 20 min-%	±0.025	±0.025	±0.025	±0.025
Side Load Sensitivity-%	±0.25	±0.25	±0.25	±0.25
Eccentric Load Sensitivity-%/in	±0.25	±0.25	±0.25	±0.25
TEMPERATURE				
Compensated Range-F	15 to 115	15 to 115	15 to 115	15 to 115
Compensated Range-C	-10 to 45	-10 to 45	-10 to 45	-10 to 45
Operating Range-F	-65 to 200	-65 to 200	-65 to 200	-65 to 200
Operating Range-C	-55 to 90	-55 to 90	-55 to 90	-55 to 90
Effect on Zero-%RO/F – MAX	±0.0008	±0.0008	±0.0008	±0.0008
Effect on Zero-%RO/C – MAX	±0.0015	±0.0015	±0.0015	±0.0015
Effect on Output-%/F – MAX	±0.0008	±0.0008	±0.0008	±0.0008
Effect on Output-%/C – MAX	±0.0015	±0.0015	±0.0015	±0.0015
ELECTRICAL				
Rated Output-mV/V (Nominal)	2.0	4.0	4.0	4.0
Excitation Voltage-VDC – MAX	20	20	20	20
Bridge Resistance-Ohm (Nominal)	350	350	350	350
Zero Balance-% RO	±1.0	±1.0	±1.0	±1.0
Insulation Resistance-Megohm	5000	5000	5000	5000
MECHANICAL				
Safe Overload-% CAP	±150	±150	±150	±150
Deflection @ RO-inch	0.001	0.002	0.002	0.003
Deflection @ RO-mm	0.03	0.05	0.05	0.08
Optional Base-P/N (Metric)	B101 (M)	B102 (M)	B103 (M)	B112 (M)
Natural Frequency-kHz	3.9, 5.0, 6.9, 9.8	6.6, 9.4	6.5, 7.0	5.8
Weight-lb	1.5	3.3	9.5	26
Weight-kg	0.7	1.5	4.3	11.8
Connector	PC04E-10-6P	PC04E-10-6P	PC04E-10-6P	PC04E-10-6P
Calibration	T & C	T & C	T & C	T & C

STANDARD CONFIGURATIONS

10 ft Integral Cable (12xxAJ-nn)
 <or> PC04E-10-6P Standard Connector (12xxAF-nn)
 <or> PT02E-10-6P Bayonet Connector (12xxACK-nn)
 Installed Base (-B suffix)

OPTIONS

Base (Recommended)
 Compression Overload Protection
 Integral 10 ft Cable
 Bayonet Connector
 Multiple Bridge
 Standardized Output
 Connector Protection
 Transducer Electronic Data Sheet (TEDS)

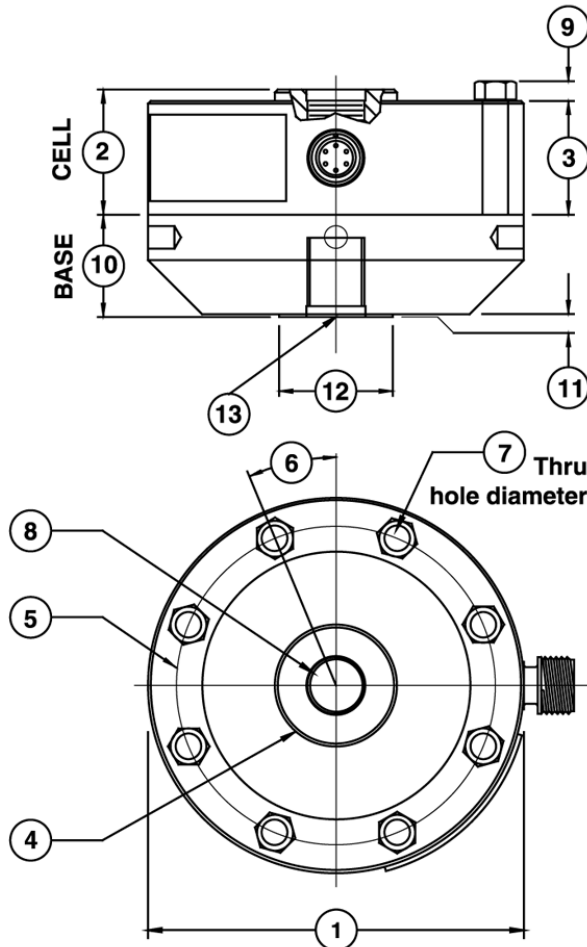
ACCESSORIES

Mating Connector
 Instrumentation
 Loading Hardware

Consult factory for more technical information

DIMENSIONS

See Drawing	MODEL					
	1210		1220		1232	
	CAPACITY					
	U.S. (lbf)	Metric (kN)	U.S. (lbf)	Metric (kN)	U.S. (lbf)	Metric (kN)
	300, 500, 1K, 2K, 5K, 10K	1.5, 2.5 5, 10, 25, 50	25K, 50K	100, 250	100K	450
	inch	mm	inch	mm	inch	mm
①	4.13	104.8	6.06	153.9	8.00	203.2
②	1.38	34.9	1.75	44.5	2.50	63.5
③	1.25	31.7	1.63	41.4	2.25	57.2
④	1.34	34.0	2.65	67.3	3.76	95.2
⑤	3.50	88.9	5.13	130.3	6.50	165.1
⑥	22.5°	22.5°	15.0°	15.0°	11.25°	11.25°
⑦	0.28	7.10	0.41	10.4	0.53	13.5
	8 places		12 places		16 places	
⑧	5/8-18 UNF-3B	M16 X 2-4H	1 1/4-12 UNF-3B	M33 X 2-4H	1 3/4-12 UNF-3B	M42 X 2-4H
	1.12 in deep	28.4 mm deep	1.40 in deep	35.6 mm deep	2.15 in deep	54.6 mm deep
⑨	0.20	5.10	0.30	7.60	0.40	10.2
⑩	1.13	28.6	1.75	44.5	2.00	50.8
⑪	0.03	0.80	0.03	0.80	0.03	0.80
⑫	1.25	31.8	2.25	57.2	3.00	76.2
⑬	5/8-18 UNF-3B	M16 X 2-4H	1 1/4-12 UNF-3B	M33 X 2-4H	1 3/4-12 UNF-3B	M42 Xx 2-4H
	.87 in deep	22.1 mm deep	1.40 in deep	35.6 mm deep	1.75 in deep	44.5 mm deep



Lähde: <http://www.interfaceforce.com/1200-standard-high-capacity-load-cell-us-metric-p-6.html>