

Janne Matikainen

Vääntömomentin mittauslaitteiston käyttöönotto

Seinäjoen ammattikorkeakoulu

Opinnäytetyö

Kevät 2017

SeAMK Tekniikka

Konetekniikan tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Auto- ja työkonetekniikka

Tekijä: Janne Matikainen

Työn nimi: Vääntömomentin mittauslaitteiston käyttöönotto

Ohjaaja: Hannu Ylinen

Vuosi: 2017

Sivumäärä: 238

Liitteiden lukumäärä:14

Tämän työn tarkoituksena oli sujuvoittaa voimanulosottoakseliin kiinnittyvän vääntömomentin mittauslaitteiston käyttöönottoa Seinäjoen ammattikorkeakoulun auto- ja työkonetekniikan laboratoriossa. Työlle toimi pohjustuksena esiselvitys mittauslaitteiston suunnittelusta ja valmistuksesta. Esiselvitys osoitti, että luotettavuuden, tarkkuuden ja huollettavuuden kannalta paras ratkaisu on hankkia kaupallinen laitteisto.

Työn tuloksena kaupallinen laitteisto määritettiin, hankittiin sekä käyttöönotettiin. Käyttöönotossa laitteistolla tehtiin koemittauksia, sekä jatkokäyttöä ajatellen luotiin tietokanta ja ohjeita yleisimpiin ongelmakohtiin. Hankitut tiedot, tiedostot ja ohjemat materiaalit koostettiin yksinkertaiseksi kansioksi. Lisäksi työssä tuotiin esille muutamia kehitysideoita laitteistolle ja sen käytölle tulevaisuudessa.

Työssä pyrittiin sisällön kannalta selkeyteen ja mittalaitteen käyttöä avustavaan sisältöön. Työmenetelminä ja tiedonhakumenetelminä käytettiin ajatuskarttoja, kirjoja, lehtiartikkeleita, standardeja, tiedon alkulähteitä sekä sähköpostiviestintää.

Avainsanat: maatalouskoneet, maatalousteknologia, mittaustekniikka, työkoneet, voimansiirto

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical Engineering

Specialisation: Automotive and Work Machine Engineering

Author: Janne Matikainen

Title of thesis: Implementation of a torque monitoring system

Supervisor: Hannu Ylinen

Year: 2017

Number of pages: 238 Number of appendices: 14

The purpose of the thesis was to streamline implementation of a power take-off torque monitoring system at the automotive and work machine laboratory in Seinäjoki University of Applied Sciences. A feasibility study was made on designing and producing measuring equipment but it showed that there could be issues in reliability, precision and serviceability. The feasibility study recommended purchasing commercial measuring equipment.

The outcome of the thesis was that the measuring equipment was determined, purchased and implemented. Test measurement was performed for measuring equipment and database, and instructions were made for problematic situations. The acquired information, files and advice material was compiled in a simple folder. A few development ideas and uses in future for the measuring equipment were displayed.

The thesis aimed at clear contents and assisting in using measuring equipment. Mind maps, books, articles, standard, origins of information and e-mail were the main working and research methods.

Keywords: agricultural machinery, agricultural technology, measuring technology, power transmission, work machines

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	11
1 JOHDANTO	14
2 YRITYSESITTELYT	16
2.1 SeAMK Seinäjoen ammattikorkeakoulu	16
2.2 Straintech Finland Oy.....	17
2.3 Datum Electronics Ltd.	18
2.4 Benzi & Di Terlizzi	18
3 SUUREET	20
3.1 Pyörimisnopeus.....	23
3.2 Vääntömomentti	23
3.3 Teho	24
3.4 Jännite	25
4 PTO-MITTAUSLAITTEISTO	26
4.1 Vääntömomenttianturi	28
4.1.1 Anturin kalibrointi	30
4.1.2 Väärä momenttiarvo ja nollapisteen siirto	34
4.1.3 Anturin huolto	35
4.1.4 Pyörimisen esto	35
4.2 Akkupaketti	35
4.3 Signaali johto	37
4.4 Signaalinkäsittelijä.....	38
4.5 USB-muistitikku.....	41
4.6 Ohjelmisto	41
4.7 PTO-nivelakseli	42
4.7.1 Turvavaatimukset.....	48
4.7.2 Suojakytkimet.....	52

4.8 Laajennettavuus.....	60
5 KÄYTTÖOLOSUHTEET	62
5.1 Kenttämittauksen työturvallisuus.....	62
5.2 Vaara-alueet	64
5.3 IP-luokitukset.....	64
5.3.1 Vääntömomenttianturi	65
5.3.2 Signaalinkäsittelijä	66
5.4 Lämpötilat	68
5.4.1 Mitta-anturi	68
5.4.2 Signaalinkäsittelijä	69
5.4.3 Akkupaketti	69
6 LAITTEISTON TESTAUS.....	71
6.1 Työn valmistelu	71
6.2 Kirjaus tietokantaan.....	85
6.3 Mittaus	85
6.4 Mittaustulokset	87
6.5 Mittausvirheiden analysointi	87
7 YHTEENVETO.....	88
LÄHTEET	90
LIITTEET	93

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Mitta-anturi tunnistelaatan puolelta	29
Kuva 2. Mitta-anturi signaaliliitännän puolelta	29
Kuva 3. Akkupaketti	36
Kuva 4. Signaalijohto	37
Kuva 5. Signaalinkäsittelijän liitännät	39
Kuva 6. Signaalinkäsittelijän manuaaliset liitännät.....	40
Kuva 7. USB-muistitikku	41
Kuva 8. Levykytkin	53
Kuva 9. Pulttiskytkin.....	54
Kuva 10. Ylikuormakytkin.....	56
Kuva 11. Automaattiskytkin	58
Kuva 12. Vapaakytkin	59
Kuva 13. RS425-vääntömomenttianturi	61
Kuva 14. Kaapelikela	72
Kuva 15. Panasonic Toughbook CF-29	72
Kuva 16. Lenovo W520.....	73
Kuva 17. Mittanauha	73
Kuva 18. Voiman siirtoakseli.....	74
Kuva 19. PTO-mittauslaitteisto.....	74
Kuva 20. Voimavirtakaapeli	75

Kuva 21. Sisu-moottorin voiman ulosottoakseli.....	75
Kuva 22. Maha PTO -dynamometrin voiman sisäänmenoakseli.....	76
Kuva 23. Mitta-anturi kiinnitettynä.....	77
Kuva 24. Nivelakselin kauluslukitus	78
Kuva 25. Nivelakselin tappilukitus.....	78
Kuva 26. Maha PTO -dynamometri.....	79
Kuva 27. Turvaketju kiinnitettynä tukijalkaan	79
Kuva 28. Turvaketju kiinnepisteessä.....	80
Kuva 29. Lattian sähkökeskus	81
Kuva 30. Tietokoneet ja signaalinkäsittelijä pöydällä	82
Kuva 31. PTO-dynamometrin yhteydenpitolaite.....	83
Kuva 32. Ohjelmiston valtuustikku	83
Kuva 33. PTO dynamometrin päävirtakytkin	84
Kuva 34. Dynamometri-laitteisto löydettyinä.....	84
Kuva 35. Laitteisto mittausvalmiina.....	85
Kuva 36. Kytkimen käyttövipu	86
Kuvio 1. Häiriöiden ennaltaehkäisymahdollisuudet häiriöseurannan mukaan.....	14
Kuvio 2. Mittauslaitteiston peruskokoonpano.....	26
Kuvio 3. Mittauslaitteisto USB-tallennus	27
Kuvio 4. Mitta-anturi ja signaalijohto	28

Kuvio 5. PTO 420 seriesin lohkokaavio	30
Kuvio 6. Myötäpäivään kalibrointi Lbft.....	32
Kuvio 7. Myötäpäivään kalibrointi Nm	32
Kuvio 8. Vastapäivään kalibrointi Lbft	33
Kuvio 9. Vastapäivään kalibrointi Nm.....	33
Kuvio 10. Kuva signaalinkäsittelijän näytöstä	38
Kuvio 11. Nivelakselin pääosat	43
Kuvio 12. Nivelliitos.....	43
Kuvio 13. Välityssuhde suhteessa kulmaan	44
Kuvio 14. Käytettävän akselin kulmakiihtyvyydet.....	45
Kuvio 15. Nivelkulman poikkeavuus.....	46
Kuvio 16. Laajakulmanivel	46
Kuvio 17. Teleskooppi putkien päällekkäisyys	47
Kuvio 18. Teleskooppiputkien profiilit.....	47
Kuvio 19. Profiilien selitykset.....	48
Kuvio 20. Minimi turvavaatimukset PTO voimansiirrossa	49
Kuvio 21. Laakeri traktorin puolelle	49
Kuvio 22. Laajakulmaisen nivelakselin täydellinen peite	50
Kuvio 23. Nivelakselin voitelukohteet.....	51
Kuvio 24. Levykytkin	52
Kuvio 25. Levykytkimen rakennekuva.....	53

Kuvio 26. Levykytkimen räjäytyskuva	53
Kuvio 27. Pulttikiytkimen rakennekuva	54
Kuvio 28. Pulttikiytkimen räjäytyskuva	55
Kuvio 29. Ylikuormakytin	55
Kuvio 30. Ylikuormakytimen rakennekuva	56
Kuvio 31. Ylikuormakytimen räjäytyskuva	56
Kuvio 32. Automaattikiytkin	57
Kuvio 33. Automaattikiytkimen rakennekuva	58
Kuvio 34. Automaattikiytkimen räjäytyskuva	58
Kuvio 35. Vapaakytkimen rakennekuva	59
Kuvio 36. Vapaakytkimen räjäytyskuva.....	59
Kuvio 37. M425-vääntömomenttianturi	60
Kuvio 38. FF425-vääntömomenttianturi	61
Kuvio 39. Suojavarusteet ja varmistukset	62
Taulukko 1. Perussuureet ja SI-perusyksiköt	20
Taulukko 2. Johdannaissuureita ja yksiköitä	22
Taulukko 3. Kalibrointitodistuksen arvot.....	31
Taulukko 4. Digitaaliset ulostulosignaalit	39
Taulukko 5. Analogiset ulostulosignaalit	40
Taulukko 6. Veden kokonaisvirtausmäärä IPX4-testauksessa	68

Taulukko 7. Mitta-anturin lämpötilasuositukset	69
Taulukko 8. Akkupaketin lämpötilasuositukset Enix Energies data sheet	69
Taulukko 9. Akkupaketin lämpötilasuositukset Enix Energies.fr	69
Taulukko 10. Akkupaketin lämpötilasuositukset luettuna akkupaketista	70

Käytetyt termit ja lyhenteet

Anturi	Mittaa fyysistä, eli aineellista suuretta ja muuntaa tämän signaaliksi. Toiselta nimeltään tunnistin ja englanninkielinen vastine sanalle on sensor.
Bitti	Dataa ilmaiseva yksikkö, jolla on arvo 0 tai 1.
dc	direct current, suomeksi tasavirtapiiri, jossa sähkö kulkee samaan suuntaan.
Ethernet	Lähiverkkoyhteys, englanninkielinen vastine sanalle Local Area Network.
Interface	Suomenkielinen vastine sanalle on rajapinta.
Kohina	Epäsäännöllistä heilahtelua, joka saattaa olla siirretyn sähköisen signaalin mukana, mutta ei ole osa anturissa kehitettyä tietoa.
Kulmanopeus	Tarkoittaa kierrettyä kulmaa aikayksikössä.
Lbft	Pound-foot, väännön yksikkö
mA	Milliampeeri, Ampeerin tuhannesosa
Maksimikuormitus	Kuorma, johon laite on maksimissaan suunniteltu ja jolle sen voi altistaa satunnaisesti ilman vahinkoa. Toistuva maksimikuormitus voi vaurioittaa rakennetta. Englanninkielinen vastine sanalle on proof load.
Media	Viestikanava tai viestin välittäjä.
MODBUS	Sarjaliikenneprotokolla.
mV	Millivoltti, oltin tuhannesosa
Nimelliskuormitus	Kuorma, jolle laite on suunniteltu käytettäväksi toistuvasti. Englanninkielinen vastine sanalle on rated load.

Nm	Newtonmetri, SI-järjestelmän mukainen väännön, momentin tai taivutusmomentin yksikkö.
Nollapiste	Piste, josta tai johon on asetettu arvo nolla. Yksinkertaisimmillaan ymmärrettävissä vaa'an eli puntarin nollauksella ennen punnitusta, jolloin punnitustuloksesta on poistettu esimerkiksi mahdollisesta kulumisesta aiheutunut mittavirhe.
OEM	Original Equipment Manufacturer. Suomenkielinen vastine sanalle olisi alkuperäisvaruste tai alkuperäinen varaosavalmistaja.
PTO	Power take-off, suomeksi voiman tai tehon ulosotto.
PTO shaft	Suomenkielinen vastine sanalle on voiman ulosottoakseli.
Raakadata	Käsitlemätön data.
Radiaani	Kulman suuruuden yksikkö, perustuu kulmaa vastaavan ympyränkaaren ja vastaavan ympyrän säteen suhteeseen.
Rajapinta	Sovittu käytäntö tai liittymäpinta, jonka kautta on mahdollista siirtää tietoja laitteiden tai sovellusten välillä tai sovelluksen ja käyttäjän välillä. Englanninkielinen vastine sanalle on Interface.
Roottori	Pyöriväksi tarkoitettu osa laitetta.
rpm	Revolutions Per Minute, suomeksi kierrosta minuutissa.
SeAMK	Seinäjoen ammattikorkeakoulu.
Signaali	Merkki, viesti tai osoitus, joka voi olla esimerkiksi äänenä, valona, tuntona, makuna, hajuna, tasapainona tai asen-tona havaittava ilmiö.
Staattori	Paikoillaan olevaksi tarkoitettu osa laitetta.

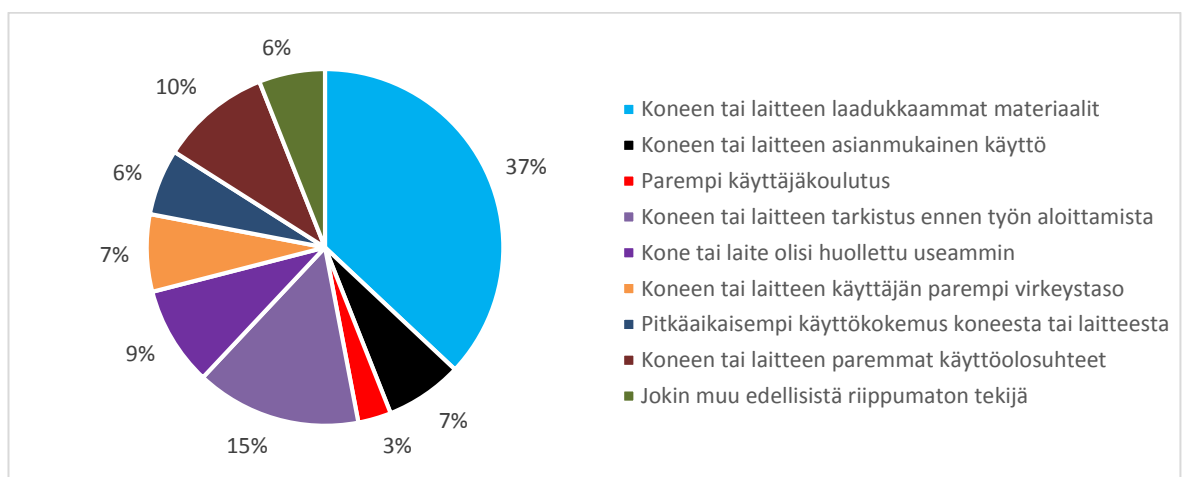
Suure	Suure on kappaleen tai ilmiön fysikaalisesti mitattavia ominaisuuksia.
Torque to zero	Suomenkielinen vastine sanalle on tasauspainike
Transducer	Mittaussuureen muuttaja, joka muuttaa energiamuodon toiseksi. Toiselta nimeltään anturi.
UNIX-aikaleima	Unix-aikaleima on keino seurata aikaa sekunteina. Sekuntien laskeminen alkaa tammikuun ensimmäisestä päivästä vuodelta 1970 kello 00:00:00. Unix-aikaleima on siis tiettyjen päivämäärien välillä olevien sekuntien määrä.
USB	Universal Serial Bus, sarjamuotoinen väylä, jonka kautta laitteet voivat kommunikoida keskenään.
V	Voltti, jännitteen yksikkö
Verkko	Media kokonaisuudessaan, liittimet ja muut tiedonsiirtoon osallistuvat elementit, joiden kautta viestivät laitteet on liitetty toisiinsa. Englanninkielinen vastine sanalle on network.
Virhe	Käsitellyn, havaitun tai mitatun arvon tai tilanteen ero määritellyyn tai teoreettisesti korjattuun arvoon tai tilanteeseen. Englanninkielinen vastine sanalle on error.
Vääntö	Vääntävä voima, joka syntyy vääntävästä osasta ja vääntöä vastustavasta osasta.
Vääntömomentti	Kiertävän liikkeen vääntövoima, laskennallisesti voima kerrottuna momenttivarrella.

1 JOHDANTO

Lätti & Jauhiainen (2014, 1) ovat esittäneet, että maatalouden tuotantoprosesseissa koneiden ja laitteiden häiriöt lisäävät yrittäjän työaika, aineellisia materiaalivahinkoja ja arvon alentumista sekä korjauskuluja. Lisäksi häiriöiden aiheuttamat seisokit voivat aiheuttaa suuriakin laadullisia ja määrällisiä tappioita tuotannolle. Maatalousyrittäjille aiheutuu kone ja laitehäiriöistä ajoittain myös työturvallisuusriskejä. Kaiken kaikkiaan häiriöt voivat johtaa yrittäjien ja muiden tilalla työskentelevien sekä mahdollisesti myös tuotantoeläinten hyvinvoinnin merkittävään vähenemiseen sekä lyhyellä että pitkällä aikajänteellä.

Lätti ym. (2014, 1) mukaan häiriöiden aiheuttamien haittojen ehkäisemiseksi tai vähentämiseksi maatalousyrittäjien on syytä kartoittaa yleisimpiä häiriöiden aiheuttajia ja tunnistaa erilaisia häiriötekijöitä ja tapahtumaketjuja häiriöiden syntymisen taustalta. Työturvallisuuden kannalta on myös tärkeä löytää oikeat ja turvalliset keinot häiriöiden hallittuun purkamiseen. Ennakoivalla huollolla voidaan sanoa olevan eniten vaikutusta häiriöiden määrään ja sitä kautta niiden aiheuttamien haittojen ennaltaehkäisyyn.

Kuviossa 1 esitetystä ympyräkaaviosta on nähtävillä, kuinka häiriöseurannan mukaan ilmenevät häiriöt jakautuvat suhteessa toisiinsa. Ennakoivilla toimilla voitaisiin välttää monia ilmeneviä häiriöitä, kuten jo mainitulla ennakoivalla huollolla, mutta ennakoiviin toimiin voidaan laskea kuuluvaksi myös kunnon tarkkailu.



Kuvio 1. Häiriöiden ennaltaehkäisymahdollisuudet häiriöseurannan mukaan (Lätti & Jauhiainen 2014, 8).

Lätin ja Jauhiaisen mukaan (2014, 5) ennakoivalla toiminnalla edellytetään jatkuvaa työtehtävien, koneiden ja laitteiden sekä ympäristön tarkkailua ja seuranta.

Maatalouskoneiden kunnan tarkkailu tehontarpeen muodossa on hankalaa ilman asianmukaista mittauslaitteistoa, jolla tarkoitetaan luotettavaa ja kenttäolosuhteisiin sopivaa mittauslaitteistoa. Sopiva mittauslaitteisto Seinäjoen ammattikorkeakoulun auto- ja työkonetekniikan laboratoriolta puuttui ja mittauslaitteiston valmistuksesta opetuskäyttöön oli tehty aikaisemmin selvitys opinnäytetyönä. Tutkimustyön tuloksena päädyttiin suosittelemaan kaupallisen laitteiston hankkimista tähän tarkoitukseen.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli määrittää, hankkia ja käyttöönottaa voimanulosottoakselin vääntömomentin mittauslaitteisto. Sopivaksi mittauslaitteistoksi määritettiin Datum Electronics Ltd. valmistama PTO 420 Series vääntömomentin mittauslaitteisto, johon johtaneita syitä olivat muun muassa soveltuvuus opetuskäyttöön, tarkkuus, huoltovapaus, vapaa ohjelmisto ja nykyaikaisuus. Työssä ei käsitellä laitteiston määrittely ja hankintaprosessia, vaan keskitytään enemmän laitteiston käyttöönottoon ja siihen liittyvään tietoon.

2 YRITYSESITTELYT

Yritysesittelyt käsittelevät opinnäytetyön mahdollistaneita ja siihen merkittävästi vaikuttaneita yrityksiä.

2.1 SeAMK Seinäjoen ammattikorkeakoulu

Seinäjoen ammattikorkeakoulu, lyhyemmin SeAMK, sijaitsee Suomessa Etelä-Pohjanmaalla Seinäjoen kunnassa, työllistäen noin 380 ihmistä. Seinäjoen ammattikorkeakoulu tarjoaa nimensä mukaisesti koulutusta, mutta myös tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiopalveluita (SeAMK, [Viitattu 1.4.2017]).

Seinäjoen ammattikorkeakoulu tarjoaa kuutta erilaista koulutusala, joita ovat

- kulttuuriala
- liiketalouden ala
- luonnonvara-ala
- ravitsemisala
- sosiaali- ja terveysala
- tekniikan ala.

Lisäksi tarjolla on myös

- avointa ammattikorkeakoulua
- maakuntakorkeakoulua
- täydennyskoulutusta.

Koulutusaloista tekniikan alan yksikkö tarjoaa alemman AMK-tason insinöörikoulutuksia

- automaatiotekniikassa
- bio- ja elintarviketekniikassa
- konetekniikassa
- rakennustekniikassa
- tietotekniikassa.

Ylemmän AMK-tason insinööri koulutuksia tarjotaan

- rakentamisessa
- ruokaketjun kehittämisessä
- teknologiaosaamisen johtamisessa.

Lisäksi tekniikan alan yksikkö tarjoaa myös tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiopalveluina

- Koneteknologiakeskus SeAMK -palveluita
- SeAMK Projektipaja® -toimintaa
- tekniikan alan palveluita
- tekniikan laboratoriopalveluita.

2.2 Straintech Finland Oy

Straintech Finland Oy on Suomessa, Uudellamaalla Kirkkonummen kunnassa sijaitseva antureita ja mittauslaitteita sekä -järjestelmiä toimittava yritys, joka työllistää 1-4 henkilöä. Yritys on perustettu vuonna 2000 ja kokemusta mittaustekniikasta on jo 35 vuoden ajalta. Yrityksen erikoisaloja ovat venymäliuskat, venymäliuskamittaukset, anturointi ja mittaussovellutusten tekninen neuvonta (Straintech Finland Oy, [Viitattu 10.4.2017]).

Straintech Finland Oy välittää oman alansa laitteita seuraavilta valmistajilta:

- AIM GmbH
- Astech Electronics Ltd.
- Curtiss-Wright Controls Avionics & Electronics (CWC-AE)
- Datum Electronics Ltd.
- Fylde Electronic Laboratories Ltd.
- Kyowa Electronic Instruments Co., Ltd.
- Peekel Instruments B.V.
- ZODIAC Data Systems GmbH.

2.3 Datum Electronics Ltd.

Datum Electronics Ltd. on Yhdistyneissä Kuningaskunnissa sijaitseva, vuonna 1989 perustettu suunnittelupalveluyritys joka toimii valmistajana ja toimittajana väännön ja akselivoiman mittauslaitteistoille teollisuuteen. Yrityksen päämaja sijaitsee Wightsaarella englannin etelärannikolla (Datum Electronics Ltd., [Viitattu 10.4.2017]).

Yritys toimittaa ja tutkii sekä suunnittelee itse seuraavia tuotteita tai palveluita pienissä sekä suurissa erissä

- akselivoiman mittauslaitteistoja ja -järjestelmiä kiinteään mittaukseen tai testaukseen
- alkuperäiselle laitevalmistajalle tuotteita keskitasolta korkean volyymin integrointiin tuotantolinjoille tai laitteisiin
- asiakkaan sovellutuksien ja työn analysointia
- mukautuvia ja joustavia järjestelmiä, jotka mahdollistavat asiakkaan löytämään sopivan mittaussuureen muuttajan olemassa olevaan järjestelmään tai sovellutukseen
- standardilaitteistoja teollisuuteen
- venymäliuskoihin perustuvia antureita, signaalinvahvistimia ja mittareita
- väännön mittaussuureen muuntimia sekä antureita
- vääntö- ja kuormitussensoreita sekä liitännäisjärjestelmiä
- vääntömittareita laivoille.

Datum Electronics Ltd. on maailman johtava valmistaja sekä toimittaja vääntö- ja venymäliuskoihin perustuvissa tuotteissa. Lisäksi yrityksellä on kyky kouluttaa ja toimia tukena asiakkaille maailmanlaajuisien jälleen myyjien ja maahantuojien verkoston kautta. (Datum Electronics Ltd., [Viitattu 10.4.2017].)

2.4 Benzi & Di Terlizzi

Benzi & Di Terlizzi on italialaislähtöinen yritys, joka valmistaa voiman siirtoakseleita maatalouskäyttöön. Yrityksen perustajina toimivat herra Rolando Benzi ja hänen vaimonsa rouva Nunzia di Terlizzi, joiden perustaman yrityksen toiminta alkoi vuonna 1955. (Benzi & Di Terlizzi a, [Viitattu 28.4.2017].)

1960-luvulla yrityksen markkinointi ja tuotekehitys keskittyivät pääasiassa Italiaan ja 1970-luvun lopulla yritys alkoi tuoda tuotteitaan muihin Euroopan maihin sekä Pohjois-Amerikkaan ja Australiaan. 1980-luvulla yrityksen strategioina olivat jatkuvat kehittyminen tuotevalikoimassa ja kansainvälisen myyntiverkoston luominen. Suurimpia investointeja yritys on tehnyt tuotannon kehittämiseen, laadun parantamiseen ja asiakaspalveluun (Benzi & Di Terlizzi a, [Viitattu 28.4.2017]).

Nykypäivänä Benzi & Di Terlizzi tuo tuotteitaan yli 50 maahan maailmanlaajuisesti ja on yksi johtavista insinööritaidon, valmistuksen ja kaupallisesti toiminnassa oleva maatalouden voiman ulosottoakselien valmistaja. Yrityksen isommat toimipisteet sijaitsevat Italian Inzagon lisäksi myös Ranskan Vesoulissa ja Yhdysvalloissa Kenne-sawissa (Benzi & Di Terlizzi a, [Viitattu 28.4.2017]).

3 SUUREET

Suureet ovat kappaleen tai ilmiön mitattavia ominaisuuksia ja mittaluku puolestaan kertoo, monestako yksiköllisestä on kyse, tämä voidaan myös esittää kaavana (1) (Hautala & Peltonen 2011, 10).

$$Suure = Mittaluku * Yksikkö \quad (1)$$

Jos pituus on kaksi metriä, pituus on kaksi metrin mittaista keppiä. Erikseen täytyy sopia, miten pitkä on metrin mittainen keppi (Hautala ym. 2011, 10).

Fysiikka on kvantitatiivinen tiede ja siinä teorialla sekä mallit antavat kvantitatiivisia ennusteita, joita voidaan mittaamalla testata. Fysiikan mittayksiköissä on kuitenkin valinnanvapautta ja sen vuoksi on sovittava perusyksiköistä. (Hautala ym. 2011, 10.) Mikäli mittayksiköistä ei sovittaisi, tulisi kansainvälisesti paljon virheitä, mutta onneksi käytössä on kansainvälinen mittayksikköjärjestelmä, joka hyväksyttiin 1960 Pariisissa pidetyssä yleisessä mitta- ja painokonferenssissa. Suomessa järjestelmän käyttöön siirryttiin puolestaan virallisesti vuonna 1978. (MOT-sanakirjat 2017.) Perussuureet ja yksiköt on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Perussuureet ja SI-perusyksiköt (BIPM 2006, 26).

Perussuureet		SI perusyksiköt	
Nimi	Tunnus	Nimi	Tunnus
pituus	l, x, r	metri	m
massa	m	kilogramma	kg
aika, kesto	t	sekunti	s
sähkövirta	I, i	ampeeri	A
termodynaaminen lämpötila	T	kelvin	K
ainemäärä	n	mooli	mol
valovoima	I_v	kandela	cd

Metri on määritetty universaalilla tavalla: matkana, jonka valo kulkee 1/299 792 458 sekunnissa (BIPM 2006, 22; Hamilo 2012). Massan yksikön määrittää puolestaan tarkistusyksikkö (Hautala ym. 2011, 10).

Kilogramman määritelmä on viimeinen metrijärjestelmän yksikkö, jota ei ole vielä määritetty universaalin ja ikuisen luonnonvakion avulla (Hamilo 2012). Kilogramman määritelmänä toimii Ranskan Sèvres'ssä säilytettävä platina-iridium-punnus (Torvinen 2014). Punnusta kutsutaan prototyyppiä (BIPM 2006, 22). Prototyyppi ei ole kuitenkaan ongelmaton, sillä se voi saastua jopa ihmisen kosketuksesta tai jopa pölyhiukkasista. Tätä punnusta verrataan muutaman vuosikymmenen välein joukkoon kansallisia kilogramman prototyyppieitä, jotka kuljetetaan Ranskaan vertailupunnitusta varten ja nämä vertailupunnitukset ovat toistuvasti osoittaneet, että virallinen kilogramma laihtuu. Wired-lehden mukaan viimeksi tehdyssä mittauksessa vuonna 1988 punnusten välillä oli milligramman tuhannesosien eli pölyhiukkasen suuruusluokan eroja. Käytetyt mittaussinstrumentit pystyvät erottamaan jopa miljardisosan eroja punnusten välillä. Vertailuja tehdään noin 40 vuoden välein ja samassa yhteydessä punnus pestään alkoholilla ja kuivataan pyyhkeellä sekä puhdistetaan vesihöyryllä ja annetaan kuivua itseksensä. (Hamilo 2012.)

Mitta- ja painokomitea päätyi lokakuussa 2011 suosittamaan kilogramman määrittelyä niin sanotun Planckin vakion avulla (Hamilo 2012). Planckin vakio lasketaan kaavan (2) avulla (Hautala ym. 2011, 174).

$$\text{Planckin vakio} = h = 6,6260766 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \quad (2)$$

missä

h	on Planckin vakio
J	on suureen energia tai työ yksikkö, eli Joule
s	on suureen aika tai keston yksikkö, eli sekunti

Planckin vakio liittyy fotonin energian sen aallonpituuteen ja käytännössä uusi kilogramma määritettäisiin pitämällä sähkömagneeteilla kilon prototyyppiä ilmassa, eli mittaamalla, kuinka suurella jännitteellä magneetin vetovoima ja Maan painovoima ovat tasapainossa (Hamilo 2012).

SI-järjestelmä tulee kuitenkin uusiutumaan ja uuden SI-järjestelmän uuden datan määräpäivä on asetettu olevaksi 1. heinäkuuta 2017, mutta julkistus tulisi olemaan todennäköisesti vuoden 2018 kolmannella tai neljännellä neljänneksellä (BIPM 2017). Järjestelmän uusiutuminen tulee vaikuttamaan laskennallisuuteen, johdannaissuureisiin, yksikkömuunnoksiin sekä joihinkin ei SI-järjestelmään kuuluviin yksiköihin ja täten sen voidaan katsoa vaikuttavan myös mittalaitteisiin ja mittaustuloksiin.

Perussuureiden avulla ei voida kuitenkaan laskea tai mitata kaikkia haluttuja suureita suoraan, mutta niitä soveltamalla näin voidaan tehdä. Perussuureiden lisäksi on johdannaissuureita ja SI-johdannaisyksiköitä, joita on esitetty taulukossa 2 sekä liitteissä 1 – 3.

Taulukko 2. Johdannaissuureita ja yksiköitä
(Aula & Mikkonen 2008, 18).

Johdannaissuureita ja yksiköitä				
Suure	Suureen tunnus	Yksikkö	Yksikön tunnus	Rakenne
nopeus	v	metriä/sekunti	m/s	m/s
kiihtyvyys	a	metri/sekunti ²	m/s ²	m/s ²
voima	F	newton	N	kgm/s ²
momentti	M	newtonmetri	Nm	Nm
energia, työ	W	joule	J	Nm, kgm ² /s ²
teho	P	watti	W	J/s, Nm/s, kgm ² /s ³

Päivittäisessä elämässä tutut yksiköt, esimerkiksi minuutti, aste tai litra eivät ole yleisyydestään huolimatta SI-järjestelmän mukaisia yksiköitä. Muutamia ei-SI-järjestelmään kuuluvia suureita on esitetty liitteessä 4.

Mittayksikkömuunnokset voivat puolestaan aiheuttaa virheitä, mikäli muunnoksissa ei olla huolellisia ja jos mietitään esimerkiksi perussuureen massa SI-yksikköä kilogramma, jossa gramma on mittayksikkö, jolla on kerrannaisyksikkö kilo etuliitteenä. Kerrannaisyksiköt liitteenä 5.

3.1 Pyörimisnopeus

Kun kappale kiertää ympyrärataa tai esimerkiksi pyörä pyörii, on luonnollisempaa tarkastella kuljetun matkan sijasta pyörähdyskulmaa ja nopeuden sijasta pyörähdyskulman muuttumisnopeutta. Pyörimisnopeuden eli kulmanopeuden yksikkönä toimii laskennassa pikku omega, eli ω joka kuvastaa nopeutta radiaaneina sekunnissa kaavan (3) mukaan. (Hautala & Peltola 2011, 54.)

$$\omega = \frac{1}{s} = \frac{rad}{s} \quad (3)$$

missä

ω on kulmanopeus

s on sekunti

rad on radiaani

Radiaaneina yksi täysi ympyrä, eli 360 astetta on kaksi π yksikköä, joka voidaan myös kaavana (4) esittää. Laskettaessa radiaaneina laskimella, on muistettava niiden erilainen käyttäytyminen monissa laskimissa.

$$360^\circ = 2\pi rad \quad (4)$$

missä

$^\circ$ on asteen merkki

π on pii

rad on radiaani

3.2 Vääntömomentti

Kun voima vaikuttaa vipuvarteen laakerointipisteen ympärille, syntyy vääntävä voima, momentti (SkogForsk & Opetushallitus 2000, 20).

Vääntömomentin kaava (5) voidaan esittää seuraavasti.

$$M = F * x \quad (5)$$

missä

M on vääntömomentti

F on voima

x on vipuvarsi

Esimerkki vääntömomentista voidaan esittää kaavana (6).

$$120Nm = 50N * 2,4m \quad (6)$$

missä

Nm on Newtonmetri

N on Newton

m on metri

3.3 Teho

Teho on aikayksikköä kohden tehty työ, jonka voi laskea myös kaavan (7) mukaan.

$$P = \frac{W}{t} \quad (7)$$

missä

P on teho, eli watti

W on energia jouleina

t on aika sekunteina

Teho saadaan myös vaihtoehtoisesti kaavalla (8), mikäli tiedetään vääntömomentti ja kierrosluku.

$$P = M * rpm * 2 * \pi / 60 \quad (8)$$

missä

P	on teho
M	on vääntömomentti
rpm	on kierrosluku

3.4 Jännite

Kun varauksen sisältämä sähkömäärä siirretään sähkökentän pisteestä toiseen kuluuntien vastaisesti, on tehtävä työtä, joka varastoituu potentiaalienergiana eli sähköpotentiaalina, jota nimitetään jännitteeksi (Juhala ym. 2005, 8).

Sähköpotentiaalinen ero voidaan myös ilmoittaa kaavana (9).

$$U = \frac{P}{I} \quad (9)$$

missä

U	on jännite, eli voltti
P	on teho, eli watti
I	on virta, eli ampeeri

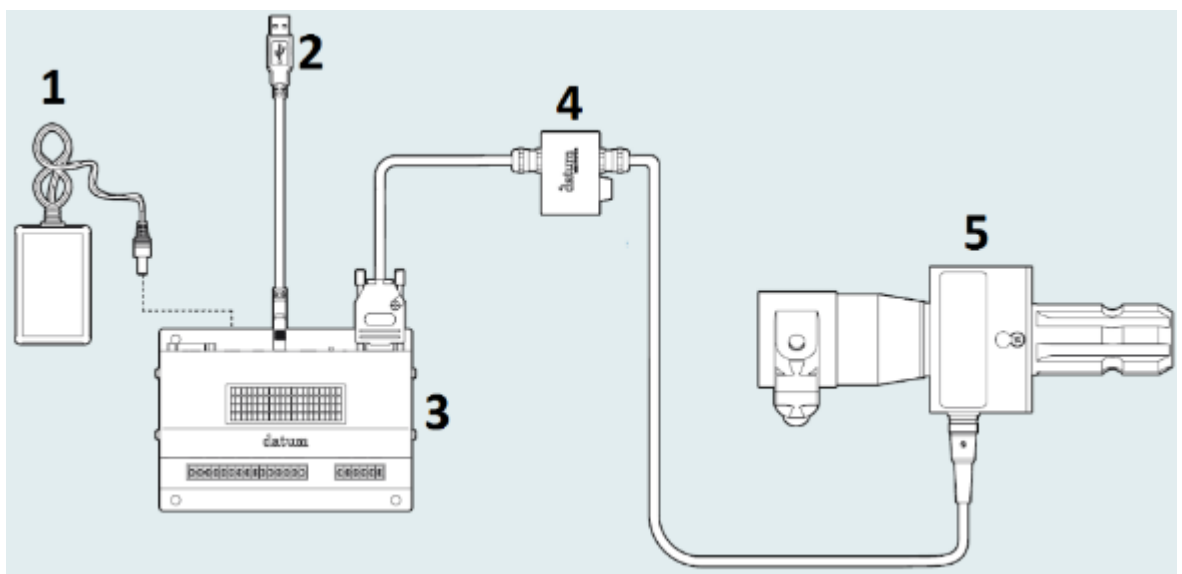
4 PTO-MITTAUSLAITTEISTO

PTO-mittauksella voidaan analysoida käyttävän ja käytettävän laitteen välisiä voimia. Mittauksella voidaan saada selville, toimiiko käytettävän laitteen tuotekehityksessä tietynlainen rakenneratkaisu vai onko se käyttävälle laitteelle liian raskas. Myöskin mittauksen avulla voidaan määrittää ero nykyisen ja uuden järjestelmän tehontarpeen välillä, jonka avulla voidaan määrittää esimerkiksi polttoainesäästöjä tai käytettävän laitteen kuluneisuutta.

Opetuskäytössä Datum Electronics Ltd:n valmistama PTO 420 Series -vääntömomentin mittausrakennelma on erityisen hyvä sen helppokäyttöisyyden, laajennettavuuden, kenttä-olosuhteisiin soveltuvuuden, nykyaikaisuuden ja edullisuuden vuoksi. Laitteiston avulla voi tarkkailla tai kirjata voiman ulosottoakselin vääntöä, pyörimisnopeutta ja välitettyä tehoa tarkasti testattaessa järjestelmää.

Mittauslaitteiston peruskokoonpanoon kuuluu kuvion 2 mukaisesti

1. Virtalähde signaalinkäsittelijälle
2. USB-tiedonsiirtojohto tietokoneeseen
3. Signaalinkäsittelijä
4. Signaalijohto sulakkeella
5. Mitta-anturi voimansiirtolinjaan

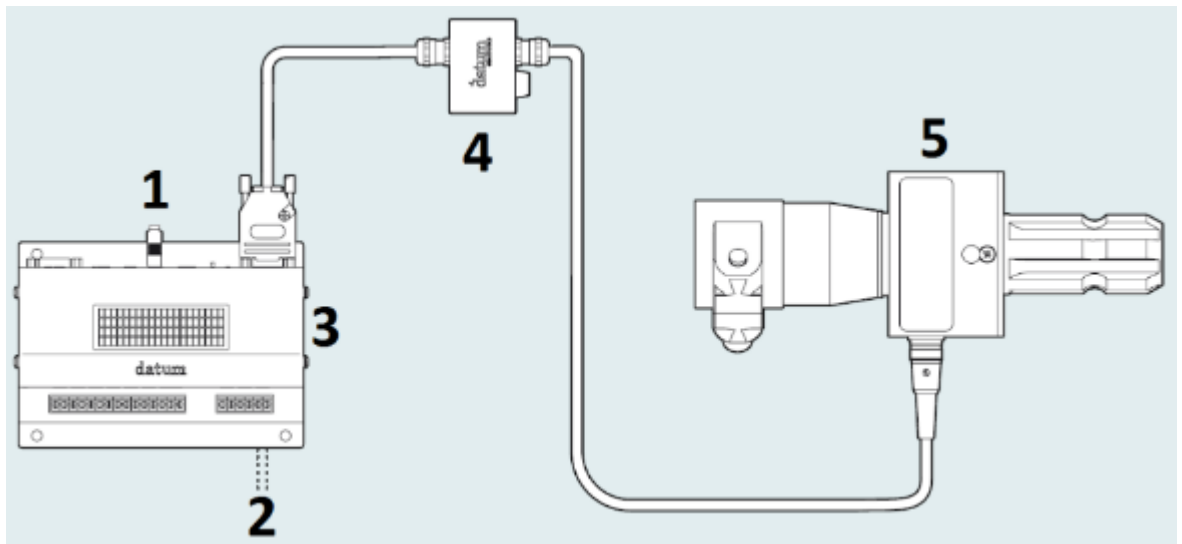


Kuvio 2. Mittauslaitteiston peruskokoonpano
(Datum Electronics 2015, 9).

Mittauslaitteistolla on mahdollisuus myös tallentaa suoraan USB-muistitikulle ilman tietokonetta ja verkkovirta virtalähdettä (Kuvio 3), ja mittausarvoja voi tällöin myös seurata signaalinkäsittelijän näytöltä, mutta signaalinkäsittelijälle on syötettävä virta omalta akkupaketiltaan.

USB-tallennuksen kokoonpanoon ilman tietokonetta ja virtalähdettä kuuluu

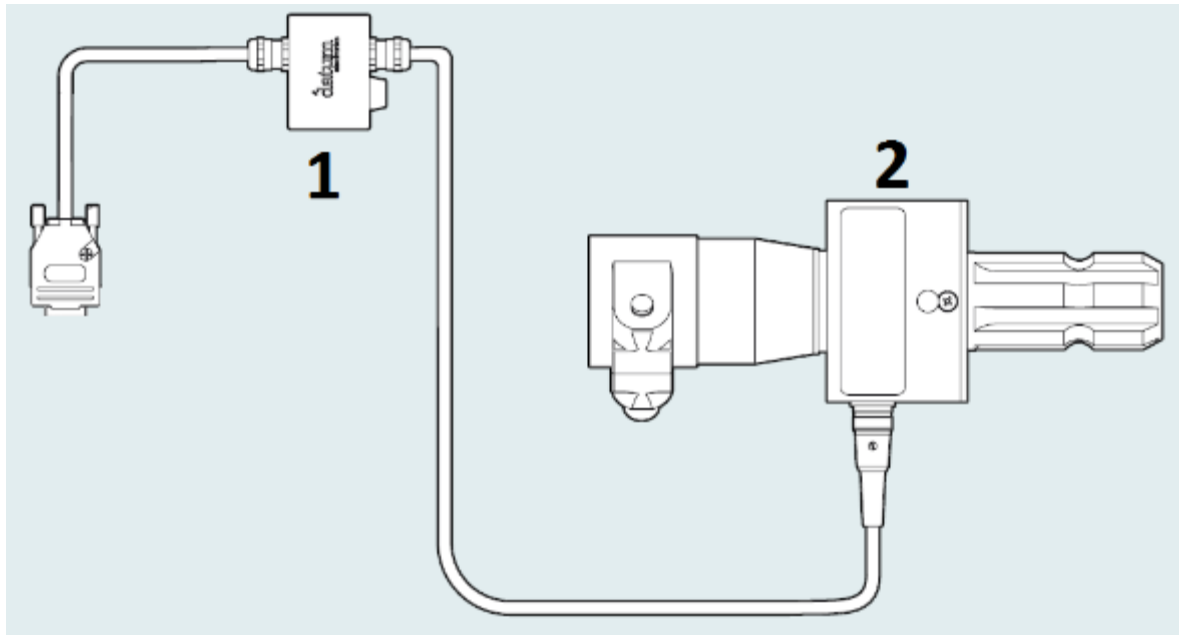
1. USB-muistitikku
2. Virransyöttö akkupaketilta
3. Signaalinkäsittelijä
4. Signaalijohto sulakkeella
5. Mitta-anturi voimansiirtolinjaan.



Kuvio 3. Mittauslaitteisto USB-tallennus (Datum Electronics 2015, 9).

Signaalinkäsittelijästä voidaan myös siirtää tietoja samanaikaisesti USB-johdolla tietokoneeseen sekä tallentaa suoraan USB-muistitikulle, joiden lisäksi signaalinkäsittelijässä on Ethernet-liitäntä, jolla voi myös siirtää mittaustietoa tietokoneelle tai verkkoon. Lisää signaalinkäsittelijästä on kerrottu luvussa 4.3.

Mikäli Datum Electronicsin signaalinkäsittelijää ei haluta käyttää, käy mitta-anturi myös standardoidun RS232-liitännän avulla muihin signaalinkäsittelijöihin tai tietokoneisiin, jolloin kuvion 4 mukaisesti tarvitaan vain mitta-anturi ja signaalijohto (Datum Electronics 2015, 4).



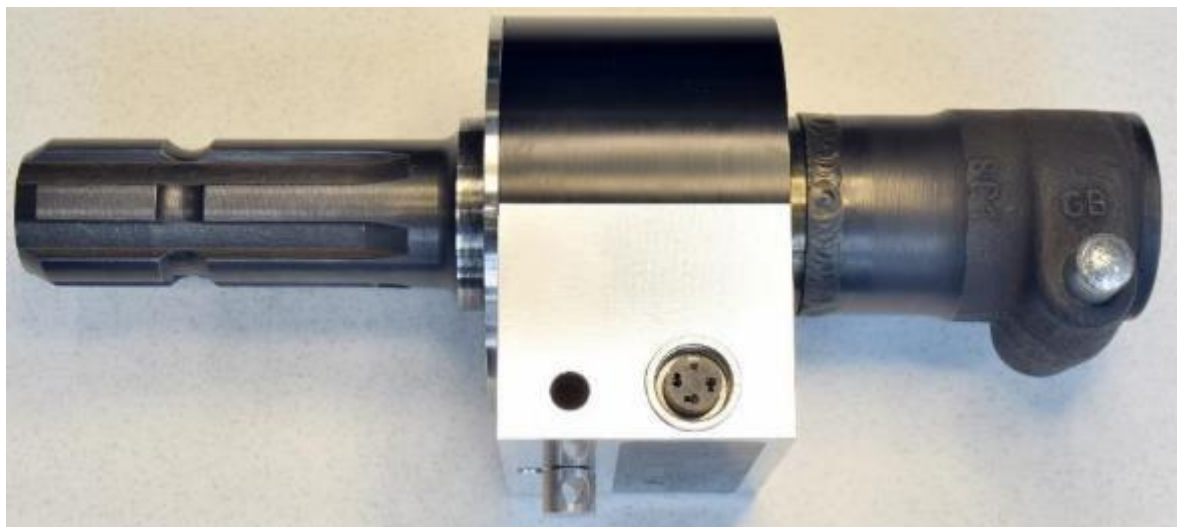
Kuvio 4. Mitta-anturi ja signaalijohto
(Datum Electronics 2015, 9).

4.1 Vääntömomenttianturi

PTO 420 Series -laitteiston mitta-anturi (Kuva 1 ja 2) on kompakti voiman ulosoton ja voiman siirtoakselin, eli nivelakselin, väliin tuleva laite. Mitta-anturi perustuu kosketuksettomaan vääntömomentin muuntamiseen, joka on toteutettu akselissa olevilla venymäliuskoilla ja mikroprosessoripiirillä, joka mittaa myös pyörimisnopeutta. (Datum Electronics 2015, 3.)



Kuva 1. Mitta-anturi tunnistelaatan puolelta

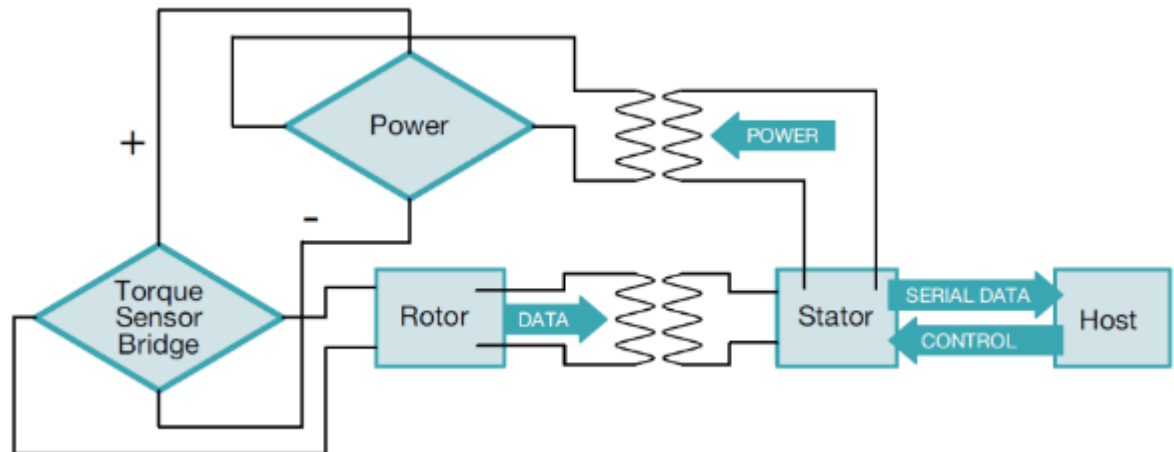


Kuva 2. Mitta-anturi signaaliliitännän puolelta

Vääntö ja nopeustieto siirretään roottorilta staattoriosalle kosketuksettomalla tavalla ja välitetään signaalinkäsittelijälle RS232-signaalijohtimella. Mitta-anturin digitaalinen ulostulo on suoraan verrannollinen vääntömomenttiin, ja laakeroinnilla staattoriin tuettu pyörivä akseli antaa todellisia mittaustuloksia. (Datum Electronics 2015, 3.)

Kuviosta 5 luettuna vasemmalta päin löytyy itse anturin roottori osasta väännön tunnistava silta (Torque Sensor Bridge), jolle virtaa syöttää virtapiiri (Power). Väännöstä syntyvän mV/V-jännitteen roottori (Rotor) lähettää staattorille (Stator), josta myös toista kautta syötetään virta roottorin virtapiirille. Staattori keskustelee isännän

(Host), eli esimerkiksi vaikka signaalinkäsittelijän kanssa, joka ohjaa (Control) ja lähettää virtaa staattorille, joka puolestaan palauttaa signaalinkäsittelijälle jänniteeron signaalia (Serial data). (Datum Electronics 2015, 14.) Mitta-anturi kuluttaa virtaa 250 mA 12 voltin tasavirralla (Datum Electronics 2015, 6).



Kuvio 5. PTO 420 seriesin lohkokaavio
(Datum Electronics 2015, 14).

PTO-mitta-anturin akselissa on naarasliitântä toisessa ja urosliitântä vastaisessa päädyssä. Naarasliitântä käy suoraan urosliitântään, eli voiman ulosottoon ja urosliitântä normaalisti voiman ulosottoon kiinnittyvään voiman siirtoakseliin, joten mitta-anturi toimii eräänlaisena jatkopalana. (Datum Electronics 2015, 3.)

Liitteenä 6 on nähtävillä mitta-anturin kokoonpanokuva sekä liitteenä 7 Datum Electronicsin tarjoamat liitântävaihtoehdot voiman ulosottoakseliin, jotka ovat valittavissa tilausvaiheessa.

Mitta-anturilla on mahdollista mitata myötä päivään ja vastapäivään tapahtuvia mitauksia voiman, väännön ja nopeuden osalta (Datum Electronics 2015, 3). Eri pyörimissuuntiin tapahtuvissa mittauksissa voi olla eroavaisuuksia kalibroinnin perusteella (Datum Electronics 2017).

4.1.1 Anturin kalibrointi

Anturi on kalibroitu Yhdistyneiden kuningaskuntien kansallisen standardin BS 7882 mukaan. Anturiin on kohdistettu sarja testejä, aloittaen nolla väännöstä ja päättyen

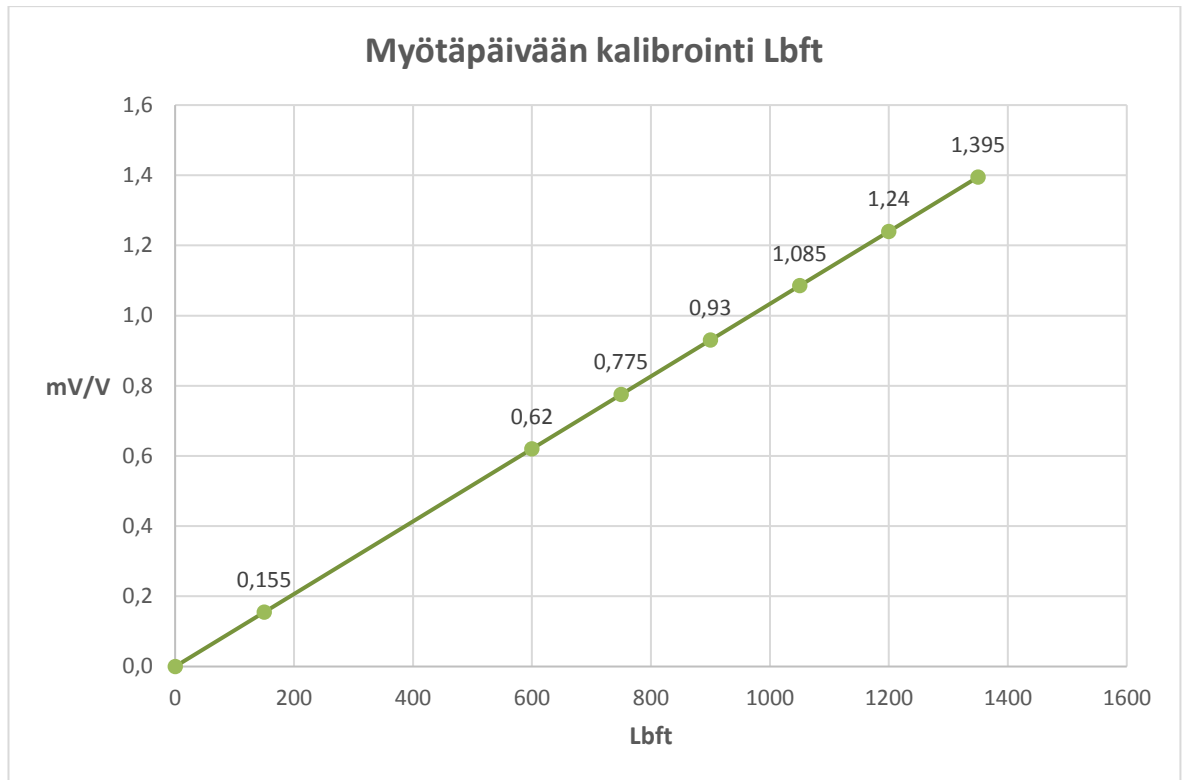
maksimaaliseen työmomenttiin. Kuormituksia on seurannut aina kalibrointisykli. (Datum Electronics 2015, 15.)

Vääntömomentin mitta-antureita toimitetaan raakadata-ulostulolla tai raakadata ja Nm/Lbft -signaaliulostuloilla. Raakadata mV/V on kuormitussignaali vääntöakselilta, joka prosessoidaan ja näytetään mittarilla tai ohjelmalla kalibroituna ulostulona muodossa Nm/Lbft. (Datum Electronics 2015, 15.)

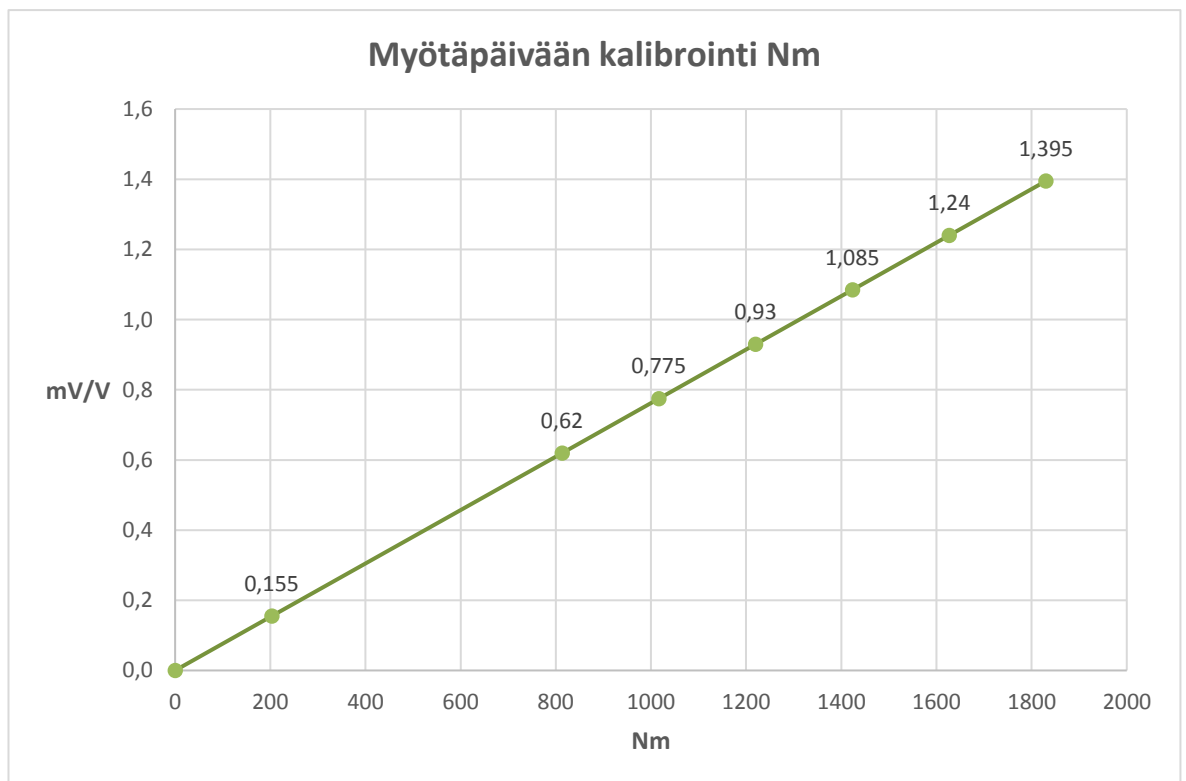
Kalibrointitodistuksen arvot myötä ja vastapäivään tapahtuneessa kalibroinnissa on esitetty taulukossa 3 sekä kuvioissa 6 – 9. Pientä poikkeamaa on tapahtunut vastapäivään tehdyssä kalibroinnissa, mutta kuten kuvioista 6 – 9 voidaan huomata, on kalibrointi ollut hyvin lineaarista.

Taulukko 3. Kalibrointitodistuksen arvot
(Datum Electronics 2017).

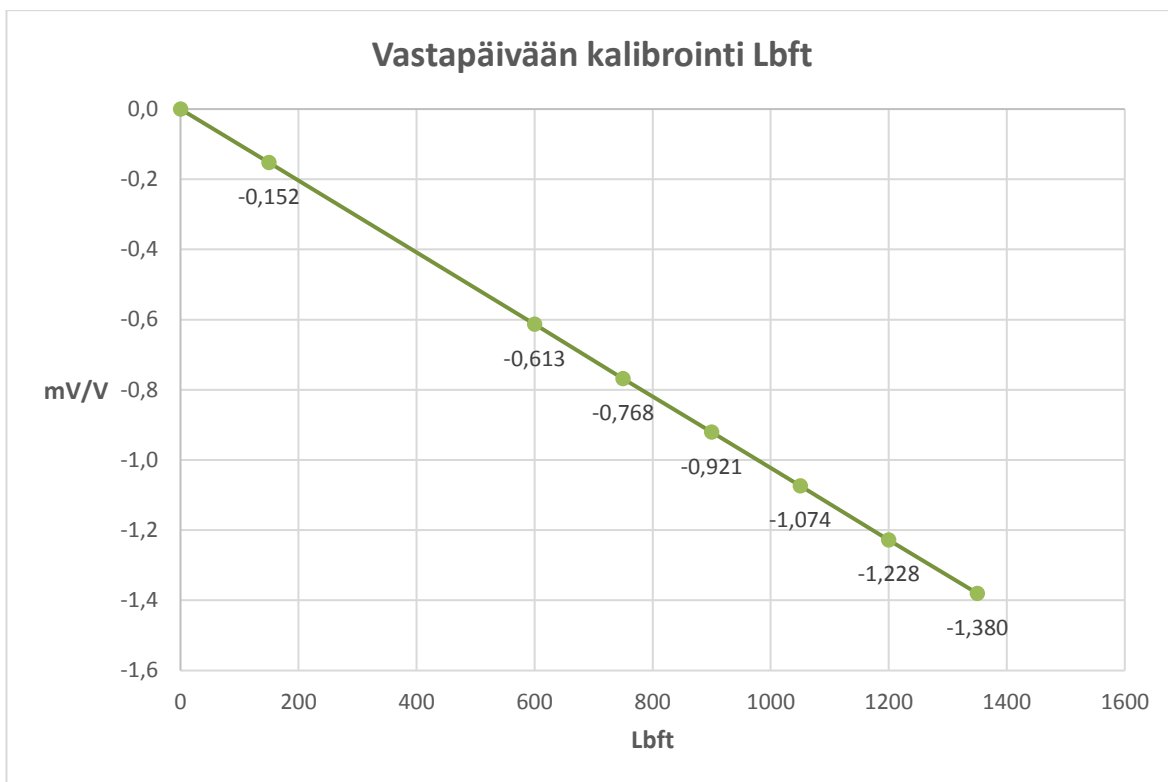
Kalibrointitodistus					
Kuormitus		Myötäpäivään kalibrointi		Vastapäivään kalibrointi	
Lbft	Nm	mV/V	%FSD	mV/V	%FSD
0	0,000	0,000	0,00 %	0,000	0,00 %
150	203,370	0,155	0,00 %	-0,152	0,10 %
600	813,480	0,62	0,00 %	-0,613	0,02 %
750	1016,850	0,775	0,00 %	-0,768	-0,10 %
900	1220,220	0,93	0,00 %	-0,921	-0,07 %
1050	1423,590	1,085	0,00 %	-1,074	-0,05 %
1200	1626,960	1,24	-0,07 %	-1,228	-0,10 %
1350	1830,330	1,395	0,00 %	-1,380	0,00 %



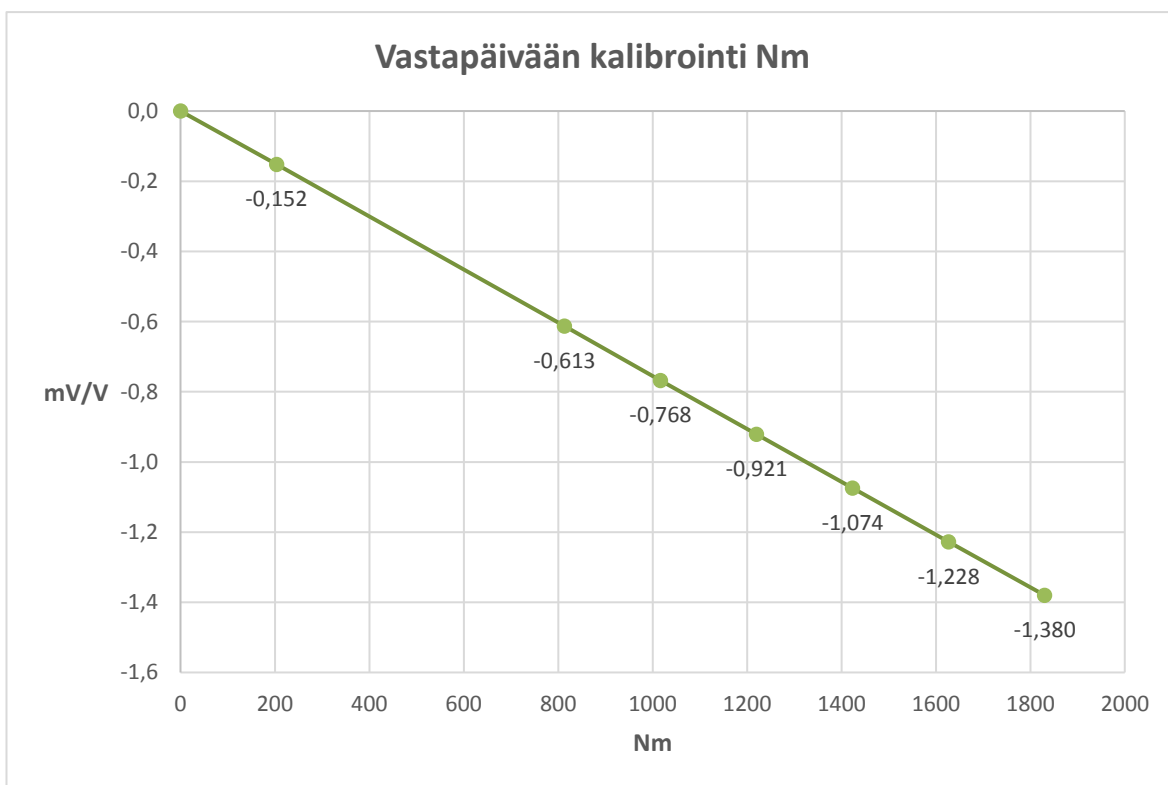
Kuvio 6. Myötäpäivään kalibrointi Lbft
(Datum Electronics 2017).



Kuvio 7. Myötäpäivään kalibrointi Nm
(Datum Electronics 2017).



Kuvio 8. Vastapäivään kalibrointi Lbft
(Datum Electronics 2017).



Kuvio 9. Vastapäivään kalibrointi Nm
(Datum Electronics 2017).

Kalibrointitodistuksessa on ilmoitettu

- kalibroidut laitteet
- kalibrointilämpötila
- kalibrointipäivä
- kierroslukukalibrointi
- käytetyt testilaitteet
- laitteen/laitteiden sarjanumerot
- suositeltu uudelleenkalibroinnin ajankohta
- taulukko todellisista kuormituksista ulostuloa vasten
- tilauksen viitenumero
- tulokset joko mV/V- tai Nm/Lbft-arvoina.

Datum Electronics suosittelee anturia kalibroitavaksi vuoden välein (Datum Electronics 2015, 15).

4.1.2 Väärä momenttiarvo ja nollapisteen siirto

Mikäli väärä momenttiarvo ilmenee ohjelmassa tai signaalinkäsittelijässä, on tarkistettava ensiksi ulostulolaitteen skaalaus ja väännön kalibroinnin välilehti (Datum Electronics 2015, 15).

Mukana toimitettu kalibrointitodistus sisältää arvot ulostulosignaalista yksikössä mV/V, joka vastaa tiettyä vääntömomenttia, esimerkiksi $1,756 \text{ mV/V} = 250 \text{ Nm}$. Yhdistämällä mitta-anturi signaalinkäsittelijään ja signaalinkäsittelylaite tietokoneeseen voidaan tarkistaa, täsmäävätkö kalibrointi-arvot kalibrointitodistuksen arvoihin. (Datum Electronics 2015, 15.)

Vääntölukema tarkistetaan kuormittamatta mitta-anturia. Jos mitta-anturin ulostulo näyttää vääntölukemaa kuormittamattomana, tämä vaikuttaa kaikkiin lukuarvoihin. Signaalinkäsittelijässä on torque to zero eli niin sanottu tasauspainike, jota painamalla ja pitämällä pohjassa 10 sekuntia voidaan vallitseva mitta-arvo valita nolla-arvoksi. Asetettaessa nolla-asetusta muunnin olisi hyvä olla irti käyttävästä ja käytettävästä laitteesta. (Datum Electronics 2015, 15.)

4.1.3 Anturin huolto

Laakerointi on järjestelmän ainoa komponentti, joka voi vaatia huoltoa käyttöolosuhteista riippuen. Mitta-anturin roottori on tuettu staattoriin yhdellä laakerilla, jonka laskennallinen elinikä on jatkuvalla käytöllä ja puolella nopeudella nimellispöörimisnopeudesta 10 vuotta. Jos muuntajaan menevään akseliin kohdistuu käyttävän tai käytettävän akselin virheellisestä tasapainotuksesta johtuvia voimia, laakeroinnin elinikä lyhenee huomattavasti. Myöskin anturin ylikuormitus tai virheellinen linjaus lyhentää laakerin elinikää. Laakeri voidaan huoltaa tai vaihtaa lähettämällä anturi Datum Electronicsille. (Datum Electronics 2015, 16.)

Laakerointina toimii tunnukseltaan 6009-2RS1 laakeri, missä merkintä 6009 tarkoittaa laakerin kokoa ja 2RS1 suojausta. Lisätietoja laakerityypistä liitteessä 8.

4.1.4 Pöörämisen esto

Laitteiston mukana ei toimitettu turvaketjua, jolla staattori-osan saisi kiinnitettyä käyttävän laitteen kiinnepisteeseen, mutta tälle on valmiita kiinnityspisteitä, joita käyttämällä mitta-anturin staattori-osa saadaan jäämään paikoilleen mittauksessa. Kiinnityspisteiksi tarjotaan laitteen mukana tullutta ruuvia tai tämän kierteitettyä paikkaa sekä mitta-anturiin läpi menevää porausta.

4.2 Akkupaketti

Akkupaketti (Kuva 24) on Enix Energiesin valmistama, jopa taskuun mahtuva uudelleenladattava MGL2809-litium-ioni-akku, jolla on nimellisjännite 15 voltia, nimelliskapasiteetin ollessa 2,2 ampeerituntia sekä nimellisenergisäilyllä ollessa 33 wattituntia.



Kuva 3. Akkupaketti

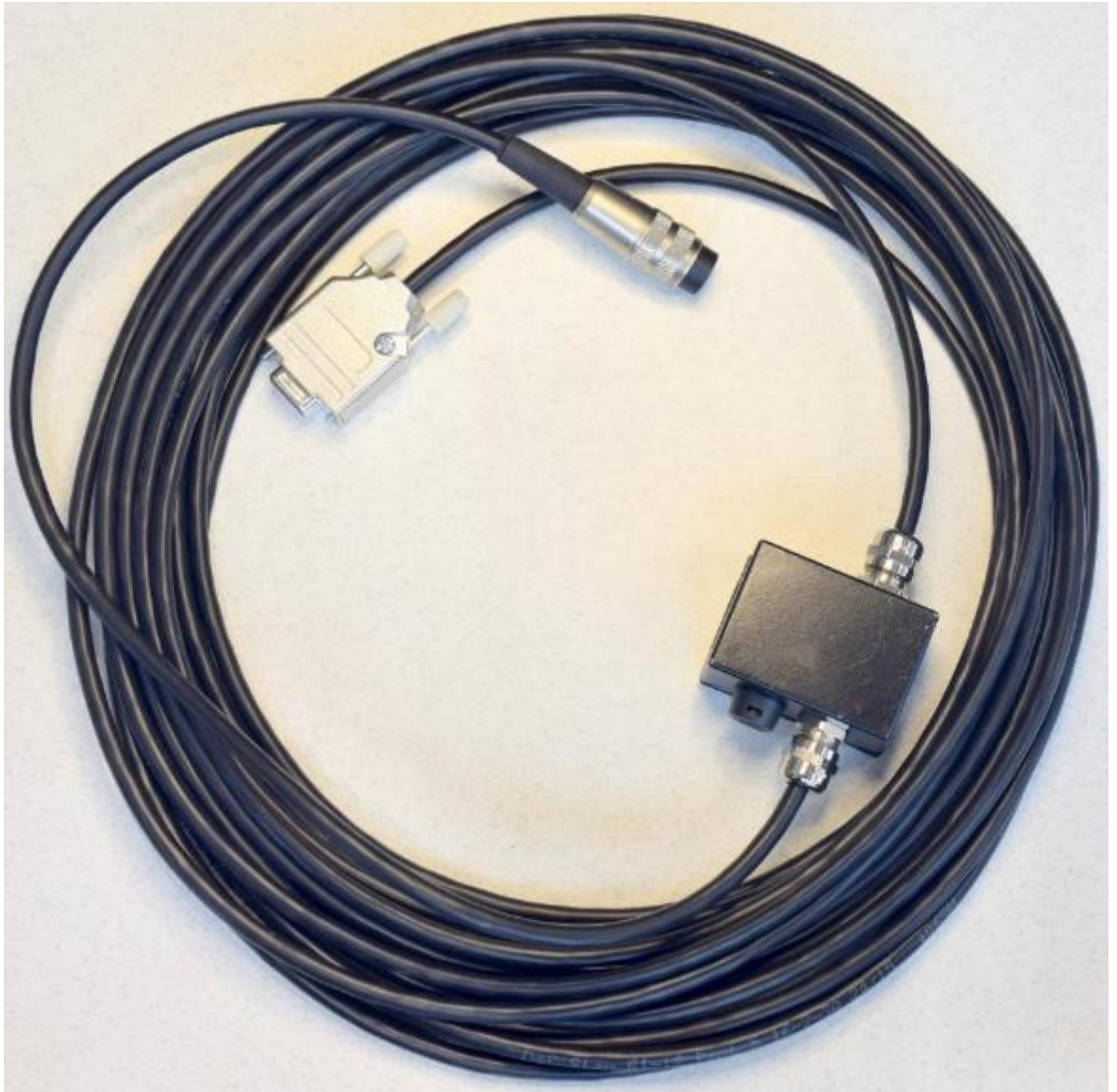
Akkua suositellaan ladattavaksi ainoastaan omalla laturillaan 16,8 voltin jännitteellä maksimissaan 3 ampeerin virralla akkupaketin tekstien mukaan, mutta Enix Energiesin (2007, 1) mukaan latauksen saisi suorittaa maksimissaan 2 ampeerin virralla. Laturissa itsessään on ilmaisinväli päällä, jonka väri muuttuu akkupakettia ladataksessa oranssista keltaiseksi varaustilan mukaan ja lopulta vihreäksi, kun akkupaketti on ladattu ja valmiustilassa.

Akkupakettia ei suositella jätettäväksi valmiustilaan latautumaan ja akun säilytys täyteen ladattuna on kielletty sekä latausaika täyteen varaukseen vie noin 3 tuntia nimellijännitteellä (Enix Energies 2007, 1-2). Akkupaketin tekstien mukaan on suositeltavaa säilyttää akussa 50 prosentin varaus ja välttää kuumia lämpötiloja.

Latauskertoja on mahdollista saavuttaa ohjeiden mukaisella käytöllä jopa 2000 (Enix Energies.fr, [Viitattu 1.5.2017], Enix Energies.co.uk, [Viitattu 1.5.2017]).

4.3 Signaali johto

Signaali johto (Kuva 4) on varustettu sulakerasialla, joka sijaitsee lähempänä mitta-anturille tulevaa liitäntää samalla toimien myös oikein asennettuna mekaanisena varotoimena, mikäli staattori-osa lähtisi pyörimään roottori-osan mukana mittaustilanteessa, tällöin johto todennäköisesti katkeaisi sulakerasian kohdalta.



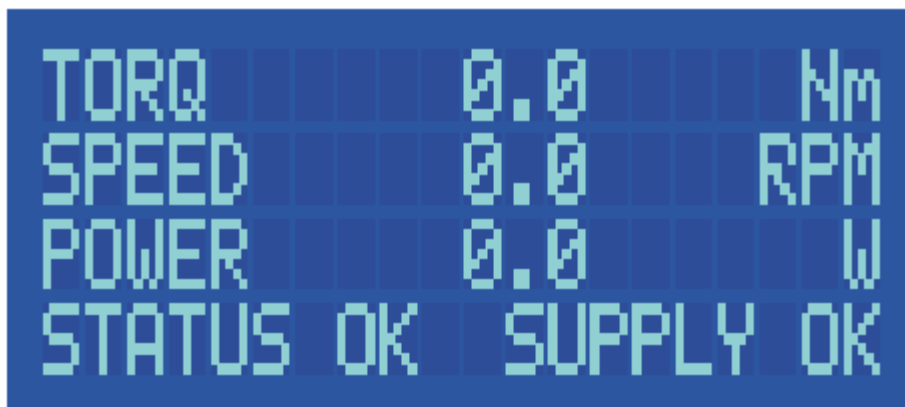
Kuva 4. Signaali johto

4.4 Signaalinkäsittelijä

Datum Universal Transducer Interface -signaalinkäsittelijä on kompakti, reilusti nykyaikaisia liitäntöjä ja pimeässä luettavan näytön sisältävä laite, joka käsittelee ja siirtää mitta-anturilta tulevaa raakadataa luettavaan muotoon tietokoneelle USB Mini B -liitännän, RS485-liitännän tai Ethernet/MODBUS UDP -liitännän kautta. Signaalinkäsittelijässä on myös suora tallennusmahdollisuus USB-muistitikulle sekä manuaalisia mittaussiiitäntälähtöjä kierrosluvun, voiman, nopeuden, väännön tai työntövoiman signaaleille.

Signaalinkäsittelijän näyttö (kuvio 10) ilmaisee toiminnassa ollessaan

- mitatun vääntömomentin
- mitatun kierrosluvun
- laskennallisen voiman
- toimintatilan.



Kuvio 10. Kuva signaalinkäsittelijän näytöstä (Datum Electronics 2015, 4).

Signaalinkäsittelijän näyttö sijaitsee laitteen päällä ja vastaisesti laite on pohjastaan tasainen mahdollistaen yksinkertaisen kiinnityksen tasopintaan.

Signaalinkäsittelijän digitaaliset liitännät (Taulukko 4) sijaitsevat molemmilla pitkillä sivuilla ja kuvassa 5 on nähtävillä nämä liitännät vasemmalta oikealle lueteltuna

- RS232, sarjaliitännän sisääntulo
- tehdasasetusten palautuspainike
- nollauspainike
- Ethernet/MODBUS UDP -liitäntä

- USB A -muistitikun liitäntä
- USB Mini B -johdon liitäntä tietokoneeseen
- verkkovirta-virtalähteen liitäntä
- RS485, sarjaliitännän ulostulo.

Taulukko 4. Digitaaliset ulostulosignaalit
(Datum Electronics 2016, 4).

Digitaaliset ulostulosignaalit	
Ethernet	Data ja konfiguraatio
MODBUS UDP	Sarjadata
RS232	
RS485	
USB Mini B	
USB A	Data loggaus



Kuva 5. Signaalinkäsittelijän liitännät

Vastaavasti laitteen toisella pitkällä sivulla (Kuva 6) on analogiset sekä kahdentavat liitännät ja virtaliitännät, jotka vasemmalta oikealle lueteltuna ovat

- 2-kanavainen analoginen voimasignaali
- 2 kanavainen analoginen nopeussignaali
- 2 kanavainen analoginen vääntösignaali
- 2 kanavainen analoginen työntövoimasignaali
- 2 kanavainen 12 voltin ulostulo, joka on sarjaliitännän kahdennus

- 2 kanavainen sarjaliitännän sisäänmeno, joka on sarjaliitännän kahden-
- nus
- 3 kanavainen kierroslukupulssin sisäänmeno
- 2 kanavainen virran led-valon liitäntä
- 2 kanavainen 15-24 voltin ulostulo
- 2 kanavainen akkupaketin tai muun vaihtoehtoisen virtalähteen liitäntä.



Kuva 6. Signaalinkäsittelijän manuaaliset liitännät

Signaalinkäsittelijän analogisia ulostuloja, joita ovat nopeus, työntövoima, voima ja vääntömomentti, ja niiden analogisten liitäntöjen ulostulosignaalit (Taulukko 5) ovat käyttäjän muokattavissa ohjelmiston kautta, johon muutettuna ne päivittyvät signaalinkäsittelijään.

Taulukko 5. Analogiset ulostulosignaalit
(Datum Electronics 2016, 4).

Analogiset ulostulosignaalit
0-5Vdc
0-10Vdc
±5Vdc
±10Vdc
4-12mA
4-20mA

Signaalinkäsittelijä kuluttaa virtaa yhdessä mitta-anturin kanssa alle 450 mA (Datum Electronics 2015, 6).

4.5 USB-muistitikku

Laitteiston mukana on toimitettu ohjelmiston ja käyttöohjeita sisältävä 2 Gigabitin USB-muistitikku (Kuva 7), jossa on tiedonsiirron ilmaiseva merkkivalo. Muistitikkua voidaan käyttää mittausdatan tallennukseen liitettäessä signaalinkäsittelijään, jolloin merkkivalon vilkkuessa tallennus tapahtuu.



Kuva 7. USB-muistitikku

4.6 Ohjelmisto

Datum Electronics Ltd. v2.4.0 -ohjelmisto sallii vääntömomentin, pyörimisnopeuden ja tehon näyttämisen ja tallentamisen mitta-anturilta signaalinkäsittelijän kautta tietokoneelle sekä signaalinkäsittelijän konfiguraation muuttamisen. Ohjelmistosta on kerrottu tarkemmin liitteessä 9.

4.7 PTO-nivelakseli

PTO-nivelakseli on kahden teleskooppisen profiiliputken ja nivelhaarukan yhdistelmä. Nivelliitos koostuu kahdesta haarukasta ja ristikosta. (Virtasenkauppa.fi, 3, [Viitattu 4.1.2017].) Akseli on oleellisessa osassa välitettäessä voimaa käyttävästä laitteesta käytettävään laitteeseen.

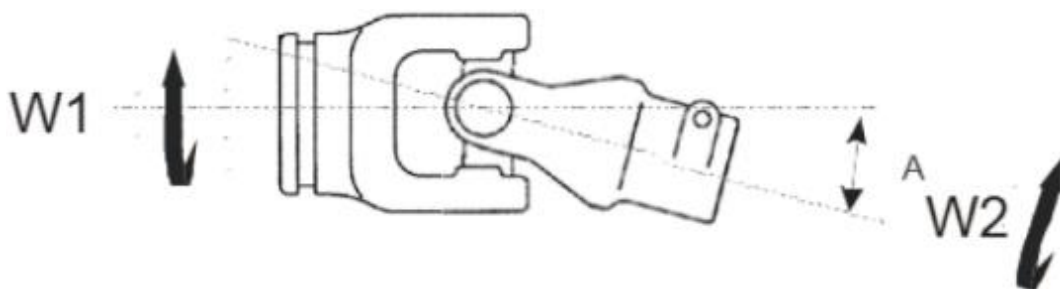
Nivelakselin pääosat ovat selitettynä kuviossa 11, ja ne voivat hieman vaihdella valmistajan ja tuotteen mukaan

1. Pääsy voitelukohteille
2. Kiinnitys käytettävään akseliin
3. Toisionivel
4. Suojaputken laakerointi
5. Teleskooppiputki
6. Voitelu teleskooppiputkelle
7. Teleskooppiputken päätytulpat
8. Nivelristikko
9. Ensiönivel
10. Turvaketju.



Kuvio 11. Nivelakselin pääosat
(Benzi & Di Terlizzi b, 2, [Viitattu 28.4.2017]).

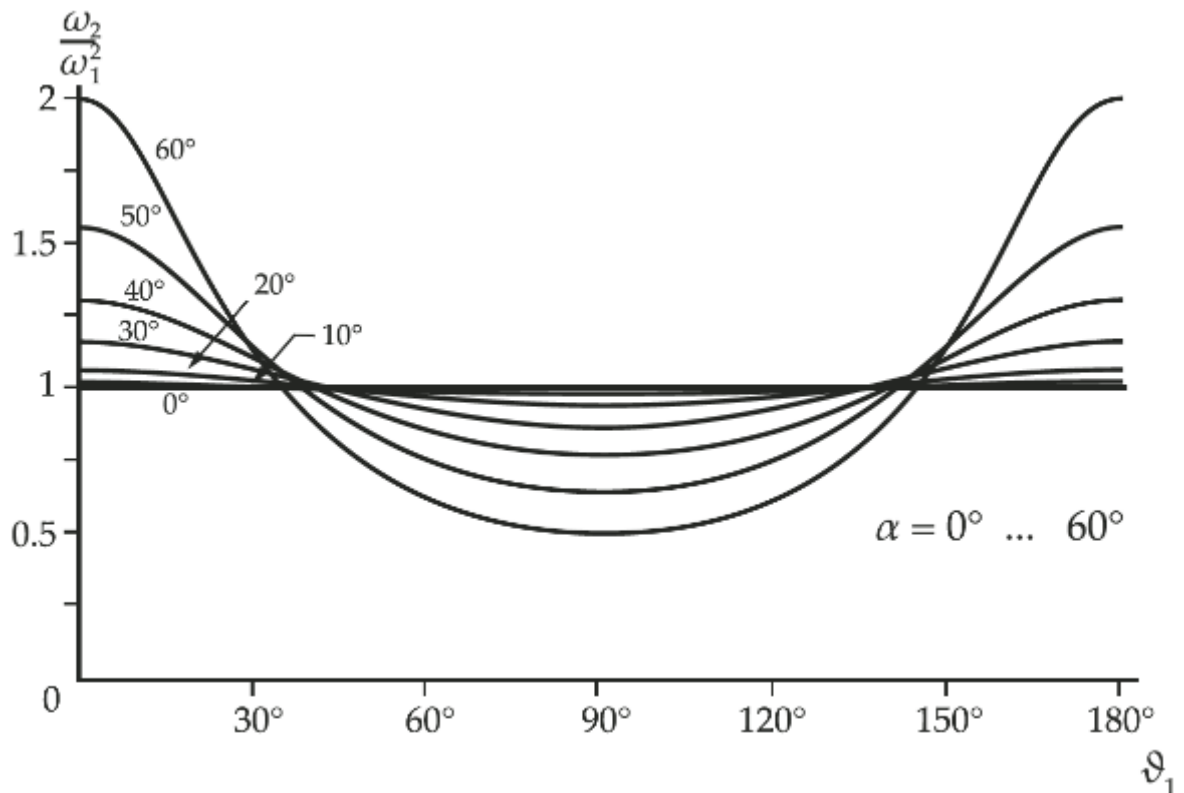
Nivelliitoksen (Kuvio 12) tarkoitus on siirtää liikettä kahden kallistuneen haarukan välillä. Pyörimisen aikana ensiöhaarukan W1 nopeus ei ole aina sama kuin toisiohaarukan W2. Nopeusero määräytyy nivelen kulman A mukaan. (Virtasenkauppa.fi, 3, [Viitattu 4.1.2017].)



Kuvio 12. Nivelliitos
(Virtasenkauppa.fi, 3, [Viitattu 4.1.2017]).

Nivelen elinikään vaikuttaa suuresti sen kulman A asento ja standardit nivelet on suunniteltu työskentelemään maksimissaan 15 asteen kulmassa 540 rpm ja 8 asteen kulmassa 1000 rpm. Mitä suurempi kulma on, sitä voimakkaammin nivel kuluu. Korkeilla kulmilla on myös ei-toivottuja sivuvaikutuksia kuten tärinää ja melua, joka johtaa usein nivelen rikkoutumiseen. Jotta välttyttäisiin rikkoutumisilta, on suositeltavaa, ettei annettuja maksimi työskentelykulmia ylitetä sekä annettuja huolto-ohjeita tule noudattaa tarkasti. (Virtasenkauppa.fi, 12, [Viitattu 4.1.2017].)

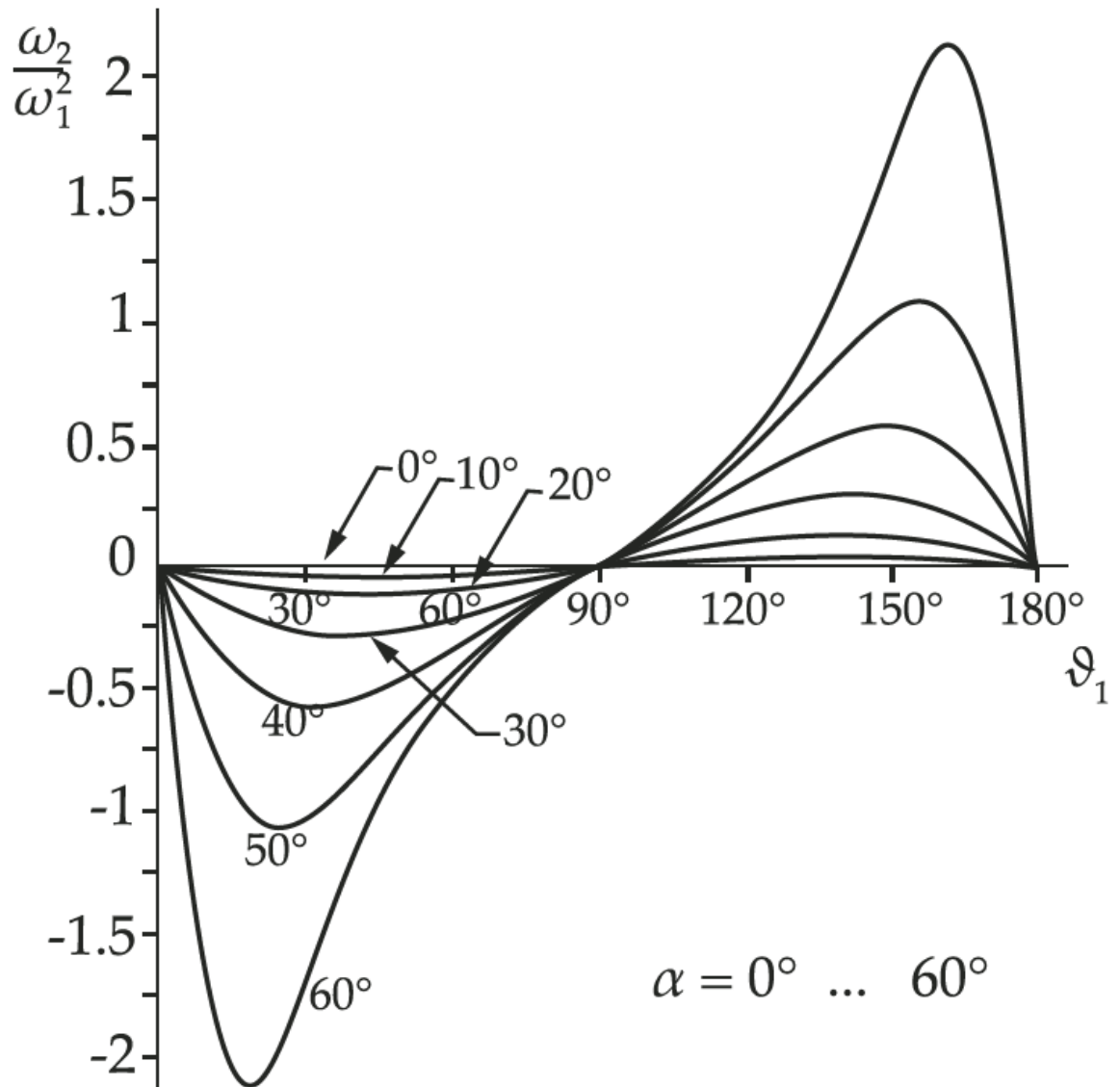
Välityssuhteen (y-akseli), nivelkulman (α -kulma) ja pyörimiskulman (x-akseli) suhde on esitetty kuviossa 13, jossa x-akselilla on esitettynä puolen kierroksen ajalta välityssuhde. Huomioitavaa on, että välityssuhde vaihtelee 60 asteella enintään 2 ja 0,5 välillä eikä symmetrisesti.



Kuvio 13. Välityssuhde suhteessa kulmaan (Benzi & Di Terlizzi 2015a, 10).

Mitä suurempi kulma on suhteessa oikokulmaan, sen epäsäännöllisemmäksi liike muuttuu. Tämä aiheuttaa ei-toivottuja seurauksia kuten tärinää, melua jne. Epäsäännöllinen liike vaikuttaa myös ratkaisevasti nivelakselin elinikään. Tehon määrittäviä laskettaessa on akselin eliniäksi määritetty 1000 tuntia. (Virtasenkauppa.fi, 3, [Viitattu 4.1.2017].)

Voimansiirrossa α -kulman muutos vaikuttaa myös käytettävän akselin kulmakihtyvyyksiin, jota havainnollistaa kuvio 14. Huomioitavaa kuviossa on, että x-akselilla on kuvattuna kulmakihtyvyydet vain puolen kierroksen alueelta.



Kuvio 14. Käytettävän akselin kulmakihtyvyydet (Benzi & Di Terlizzi 2015a, 10).

Välityssuhde voidaan myös esittää kaavana (10).

$$R = \frac{w_2}{w_1} \quad (10)$$

missä

R on välityssuhde

W_1 on ensiöhaarukan nopeus

W_2 on toisiohaarukan nopeus

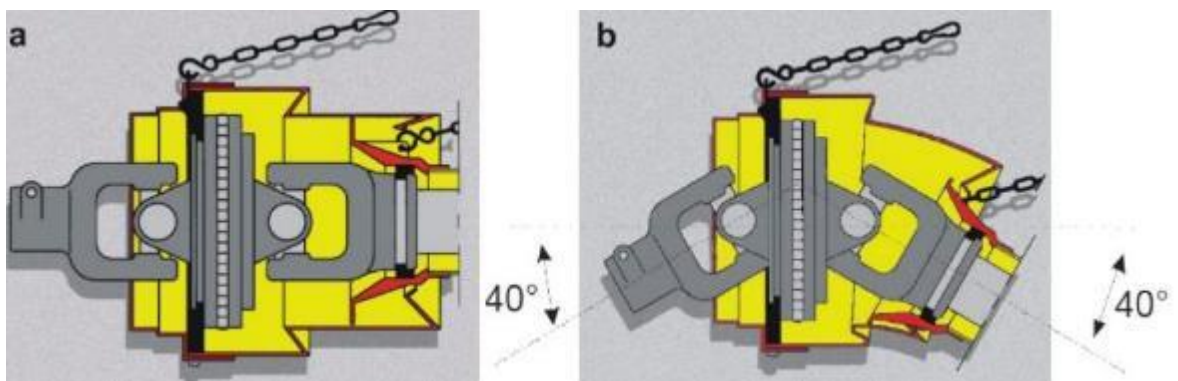
Aiemmin kuvaillut epäsäännöllisyydet voimansiirrossa voidaan tasapainottaa käyttämällä kahta nivelliitosta, jotka on liitetty toisiinsa teleskooppisella profiililla. Kun molempien liitosten nivelkulmat ovat saman laajuiset on voimansiirto tasaista, esimerkiksi ensiöhaarukan nopeus on aina sama kuin toisiohaarukan nopeus, jolloin R eli välityssuhde olisi 1. (Virtasenkauppa.fi, 4, [Viitattu 4.1.2017].)

Kaikissa muissa asetteluissa, missä kahden liitoksen nivelkulmat A ja B poikkeavat toisistaan (Kuvio 15), epäsäännöllisyydet jatkuvat (Virtasenkauppa.fi, 4, [Viitattu 4.1.2017]).



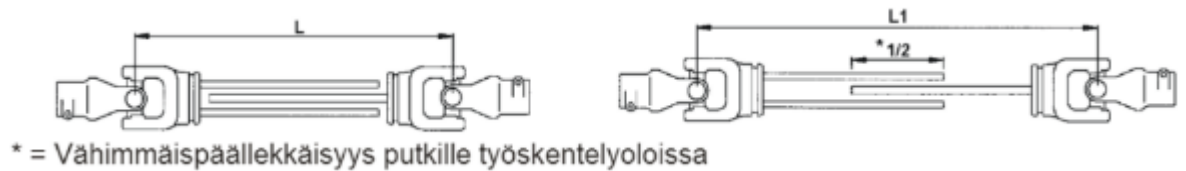
Kuvio 15. Nivelkulman poikkeavuus
(Virtasenkauppa.fi, 4, [Viitattu 4.1.2017]).

Laajakulmanivelillä (Kuvio 16) on puolestaan kyky välittää tehoa paljon laajempaan kulmaan kuin standardinivelellä. Ominaista näille nivelille on, että ne voivat välittää tehoa yhden välityssuhteella ($R=1$) riippumatta työskentelykulmasta. Jopa maksimikulmaan asennetulla haarukkanivelellä on aina sama nopeus kuin muissakin kulmissa ja liitokset ovat tasapainotettuja. (Virtasenkauppa.fi, 22, [Viitattu 4.1.2017].)



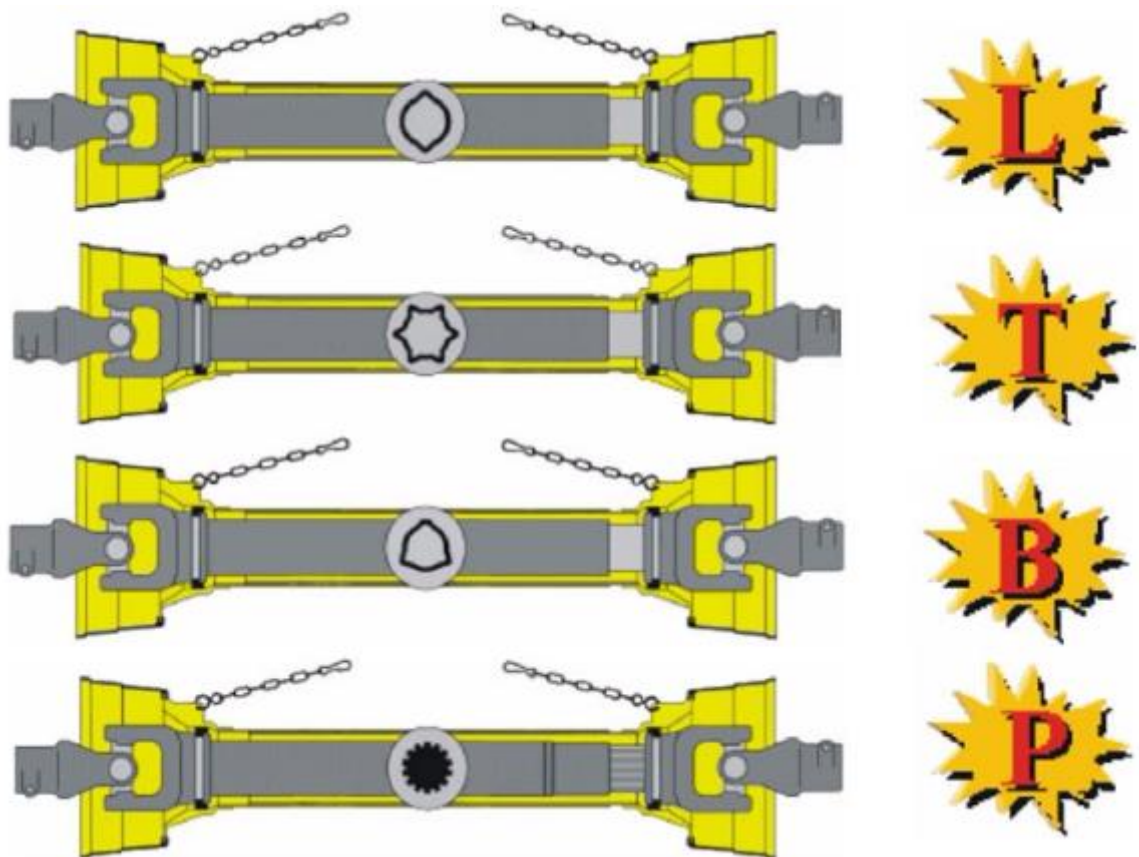
Kuvio 16. Laajakulmanivel
(Virtasenkauppa.fi, 22, [Viitattu 4.1.2017]).

Voiman ulosoton nivelakselin toiminnan ja kestävyys vuoksi on huomioitava myös vähimmäisvaatimus teleskooppi putkien päällekkäisyydelle (Kuvio 17). Nivelakselia lyhennettäessä se suoritetaan aina sekä ulko- että sisäputkelle. (Virtasenkauppa.fi, 4, [Viitattu 4.1.2017].)



Kuvio 17. Teleskooppi putkien päällekkäisyys (Virtasenkauppa.fi, 4, [Viitattu 4.1.2017]).

Nivelakselin teleskooppiputkia on saatavilla eri profiileilla ja käyttäjän kannalta oleellista on lähinnä tiedostaa tämä seikka. Teleskooppiputkien profiileja ja niiden kirjaintunnuksia on esitetty kuvioissa 18 ja 19.



Kuvio 18. Teleskooppiputkien profiilit (Virtasenkauppa.fi, 10, [Viitattu 4.1.2017]).

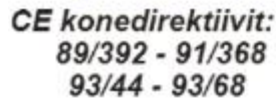
SARJAT				
PUTKI- PROFIILI				
	SITRUUNA	TÄHTI	KOLMIOMAINEN	URITETTU

Kuvio 19. Profiilien selitykset
(Virtasenkauppa.fi, 15, [Viitattu 4.1.2017]).

4.7.1 Turvavaatimukset

PTO voimansiirrossa on turvavaatimuksia, jotka voidaan paikallistaa kuviosta 20.

1. Traktorissa on oltava suojaukset paikallaan ja ainoastaan oem suojuksia saa käyttää.
2. Suojaputkien kartion on ulotuttava vähintään sisemmän haarukan ulomman osan tasolle.
3. Nivelakselia varten työkoneissa on oltava teline, johon se asetetaan traktorista irrottaessa.
4. Turvallisuustiedot tulee löytyä nivelakselin suojuksesta.
5. Turvallisuustiedot tarra on oltava myös teleskooppiputkessa.
6. Nivelakseli suojaputkessa on oltava molemmissa päissä turvaketjut.
7. Nivelakselin mukana on toimitettava käyttöohjekirja, johon on sisällytetty CE normin mukainen mukaisuusvakuutus.
8. Suojusten vähimmäispäällekkäisyys akselin ollessa suorassa.
9. Turvakytкимиä saa asentaa ainoastaan nivelakselin työkoneen puoleiseen päähän.
10. Nivelakselissa saa olla ainoastaan alkuperäisiä suojaputkia.



Uusi turvallisuusnormi EN 12965 koskee jokaista PTO nivelakselia ja tämä on ollut valmistavassa teollisuudessa käytössä jo vuoden 2005 alusta. EN 12965 ohjeen vastaisia ja mukaisia kiinnityksiä on esitetty kuvioissa 21 ja 22. (Virtasenkauppa.fi, 6, [Viitattu 4.1.2017].)

EN 12965 OHJEEN MUKAISTA

TYÖKONEEN PUOLI

TYÖKONEEN PUOLI

Kuvio 21. Laakeri traktorin puolelle
(Virtasenkauppa.fi, 7, [Viitattu 4.1.2017]).

EN 12965 OHJEEN VASTAISTA



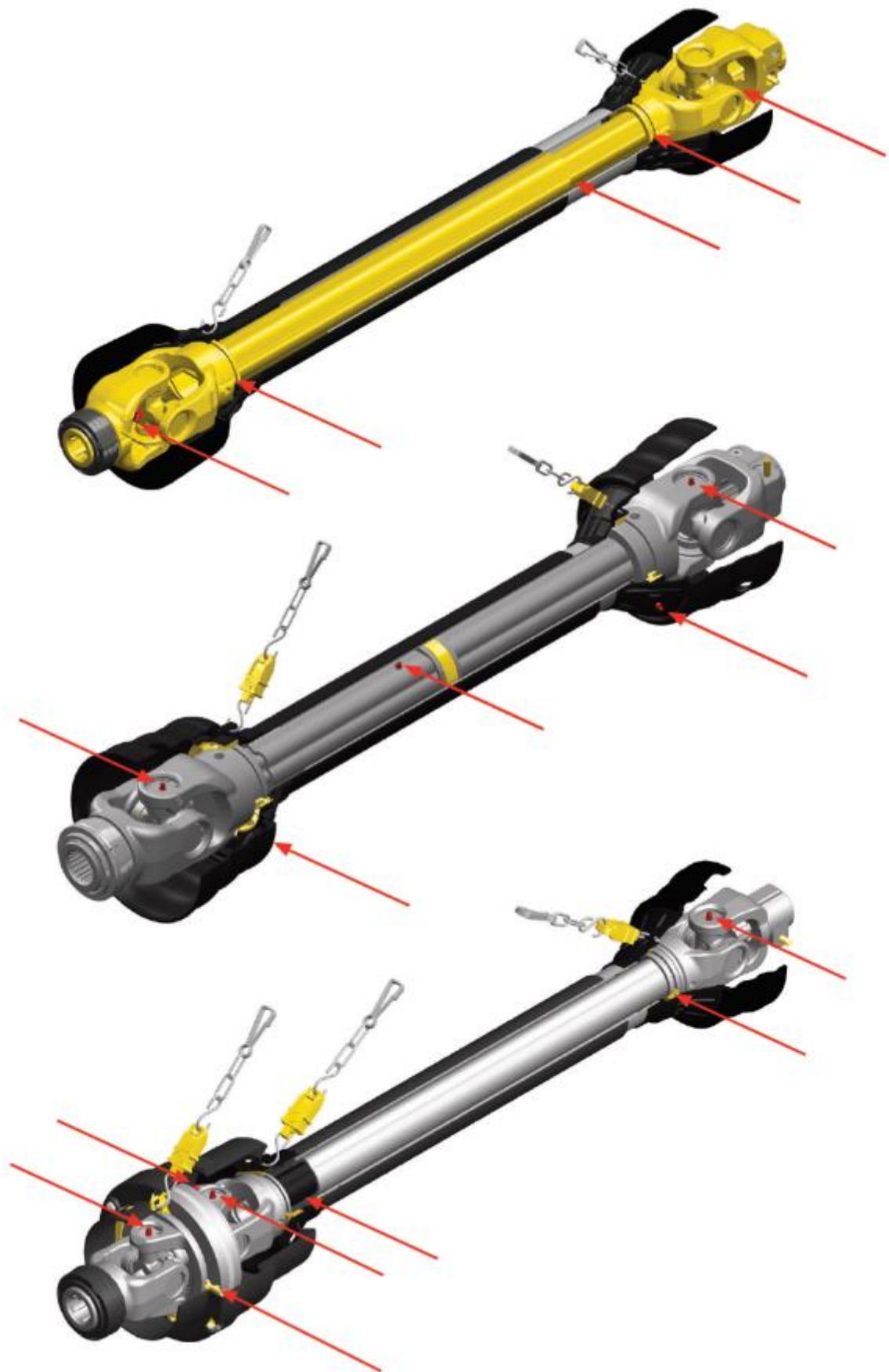
EN 12965 OHJEEN MUKAISTA



Kuvio 22. Laajakulmaisen nivelakselin täydellinen peite (Virtasenkauppa.fi, 8, [Viitattu 4.1.2017]).

Turvavaatimusten mukaan valmistajan on ilmoitettava myös nivelakselin huollettavuudesta käyttöohjekirjan muodossa, josta esimerkkinä Benzi & Di Terlizzin Energy ja Evolution akselisarjasta kuvio 23, joka ilmaisee selkeästi punaisin nuolin nivelakselin voitelukohteet.

Yleisimpiä rikkoutumisen syitä ja ratkaisuja näihin on esitetty liitteessä 10.



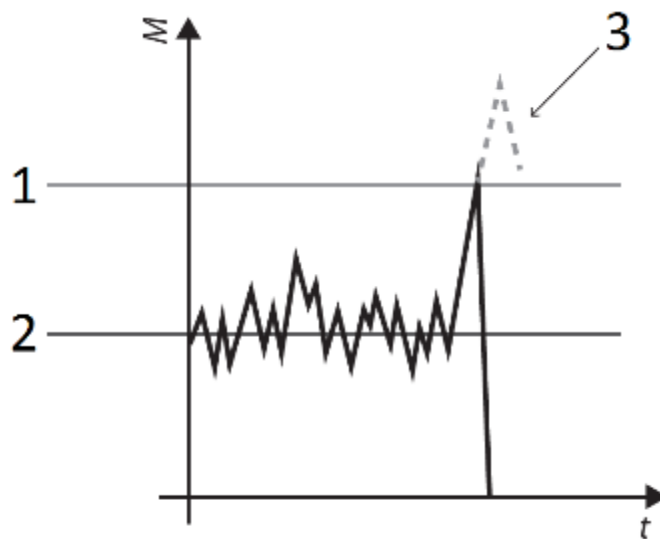
Kuvio 23. Nivelakselin voitelukohteet
(Benzi & Di Terlizzi 2015a, 40, [Viitattu 28.4.2017]).

4.7.2 Suojakytkimet

Suojakytkimien tarkoituksena on estää äkillisen ylikuormituksen yhteydessä koneen tai akselin rikkoutuminen. Nivelakseli on suositeltavaa varustaa suojakytkimellä, mikäli akselia käytetään korkeilla tai epäsäännöllisillä vääntönopeuksilla. (Virtasenkauppa.fi, 27, [Viitattu 4.1.2017].)

Levykytkin perustuu kitkaan ja siinä samansuuntainen pyörimisliike kitkapinnalla rajoittaa siirtäen vääntövoiman esiasetettuihin arvoihin. Sitä voidaan käyttää koneisiin, joilla on korkea vääntönopeus ja asetetut vääntövoiman arvot ovat helposti säädettävissä kierrejousien kiristystä muuttamalla. Levykytkin vaatii kuitenkin säännöllistä huoltoa. (Virtasenkauppa.fi, 28, [Viitattu 4.1.2017].)

Levykytkimen toimintaa kuvaa kuvio 24, jossa numerolla 2 on normaali käyttöalue ja numerolla 1 kytkimen kytkeytymisalue. Mikäli kytkintä ei käytettäisi numerolla 3 ilmenevä vääntöhuippu tapahtuisi.

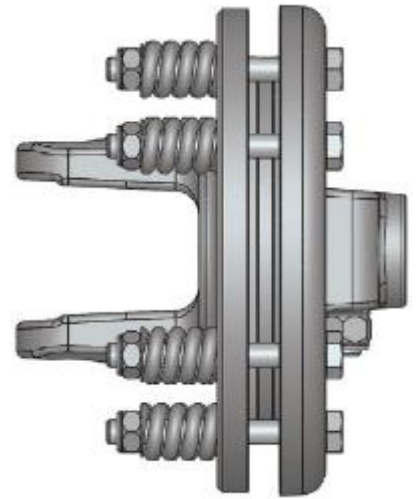
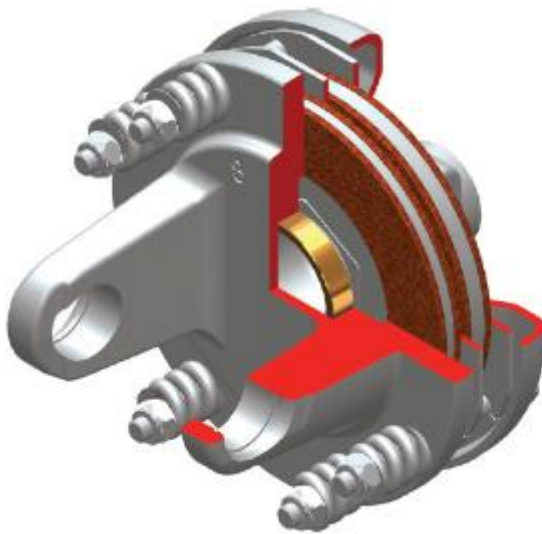


Kuvio 24. Levykytkin
(Benzi & Di Terlizzi 2015a, 20, [Viitattu 28.4.2017]).

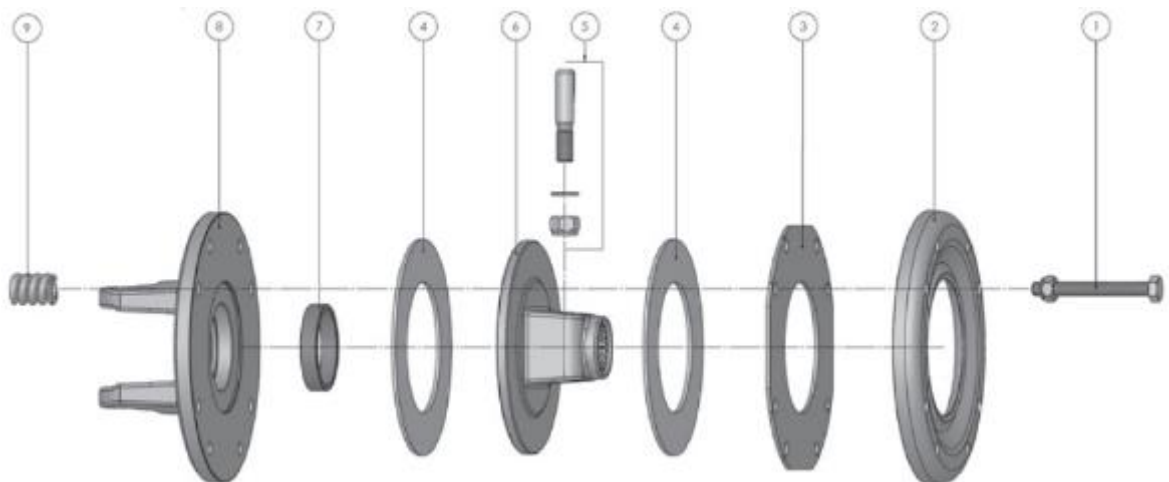
Kuvasta 8 nähdään, millaisena levykytkimen voi nähdä sen ollessaan erillään laitteistosta. Kuvio 24 sekä 25 puolestaan kuvastavat, millainen rakenne levykytkimen sisään kätkeytyy.



Kuva 8. Levykytkin
(Virtasenkauppa.fi, 28, [Viitattu 4.1.2017]).



Kuvio 25. Levykytkimen rakennekuva
(Benzi & Di Terlizzi 2015a, 20, [Viitattu 28.4.2017]).

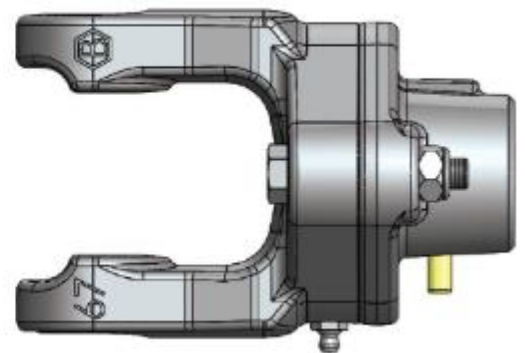


Kuvio 26. Levykytkimen räjäytyskuva
(Benzi & Di Terlizzi 2015b, 132, [Viitattu 28.4.2017]).

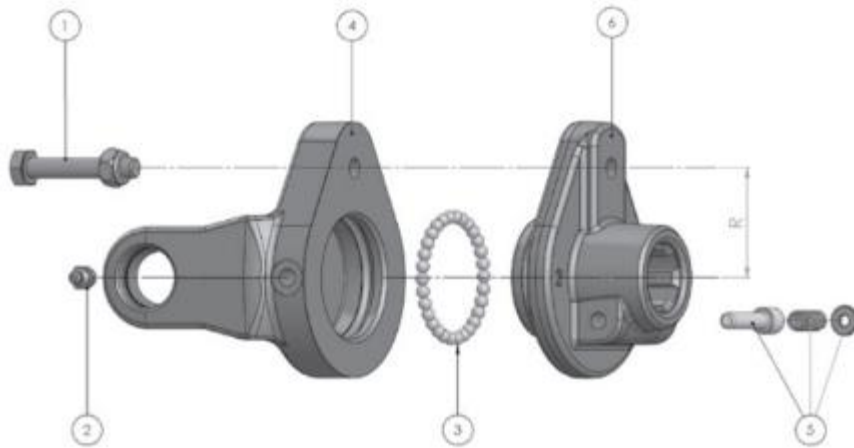
Pulttikytin (Kuva 9) keskeyttää voiman siirron, kun vääntövoima ylittää asetetun arvon. Kun murtopultti leikkautuu poikki, se täytyy korvata uudella pultilla, jolla on samankokoinen halkaisija, laatuluokka ja pituus. (Virtasenkauppa.fi, 29, [Viitattu 4.1.2017].) Pulttikytikimen rakenne on nähtävissä kuvioista 27 ja 28.



Kuva 9. Pulttikytin
(Virtasenkauppa.fi, 29, [Viitattu 4.1.2017]).



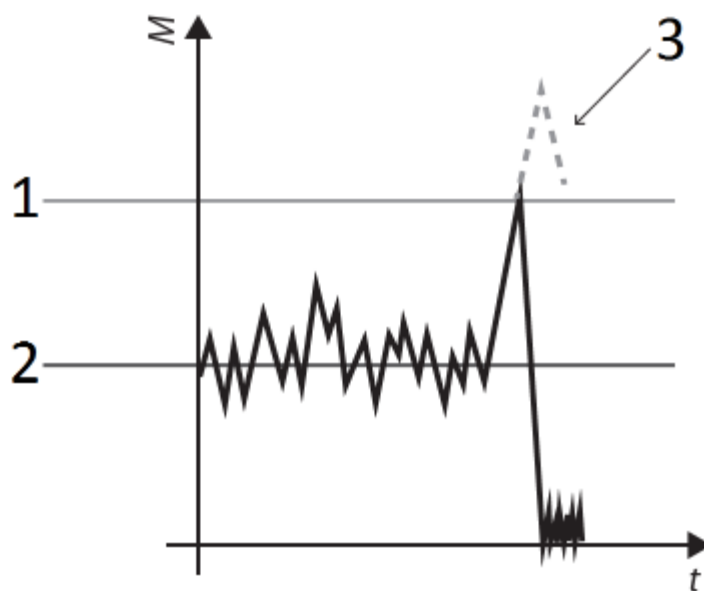
Kuvio 27. Pulttikytikimen rakennekuva
(Benzi & Di Terlizzi 2015a, 21, [Viitattu 28.4.2017]).



Kuvio 28. Pulttikytkeyksen räjäytyskuva
(Benzi & Di Terlizzi 2015b, 112, [Viitattu 28.4.2017]).

Ylikuormakytkin katkaisee voiman siirron, kun arvo ylittää kalibrointiarvon ja sillä on ominaisuus kytkeytyä uudelleen, kun vääntöarvo laskee alle kalibrointiarvon (Benzi & Di Terlizzi 2015a, 23, [Viitattu 28.4.2017]).

Kuvion 29 mukaisesti siirryttäessä normaalilta kuormitusalueelta 2 ylikuormitusrajan 1 yli ylikuormakytkin katkaisee voiman siirron ja kytkeytyy asetetulla arvolla uudelleen. Mikäli suojakytkintä ei käytettäisi, ylittyisi kuormitusarvo numeron 3 mukaisesti.

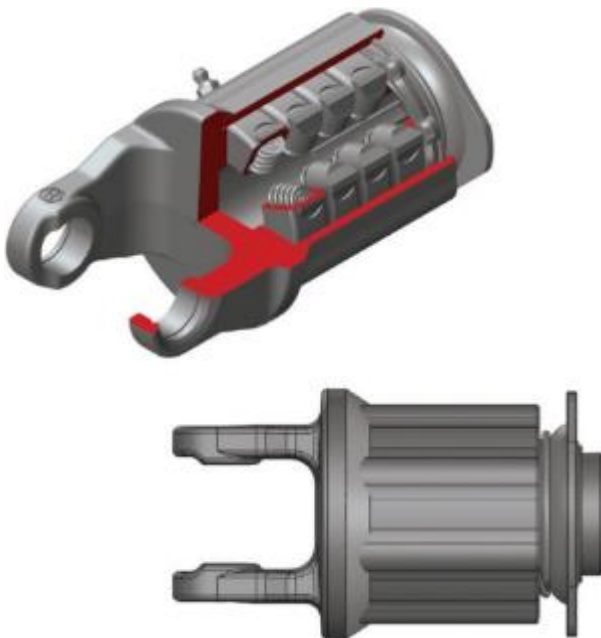


Kuvio 29. Ylikuormakytkin
(Benzi & Di Terlizzi 2015a, 23, [Viitattu 28.4.2017]).

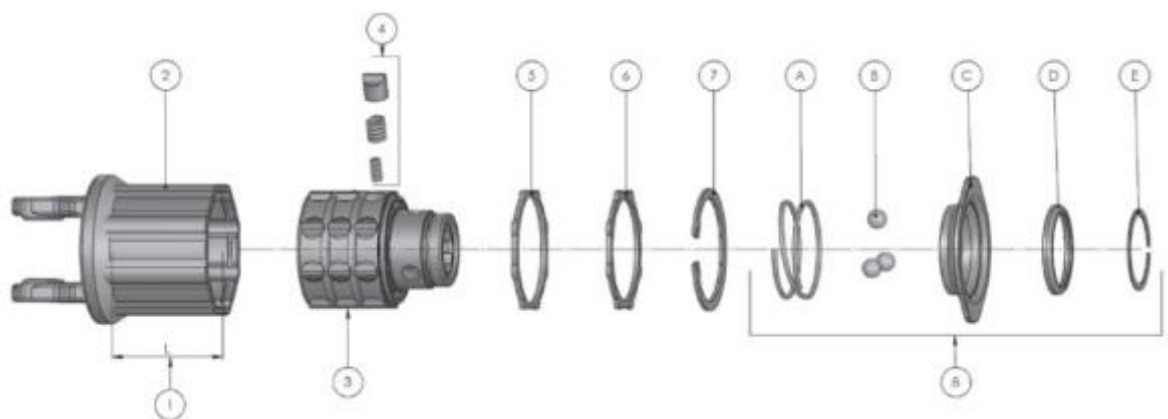
Ylikuormakytkin (Kuva 10) on saattaa näyttää ulospäin yksinkertaiselta, mutta sisältää monta osaa (Kuvio 30 ja 31).



Kuva 10. Ylikuormakytkin
(Virtasenkauppa.fi, 30, [Viitattu 4.1.2017]).



Kuvio 30. Ylikuormakytkimen rakennekuva
(Benzi & Di Terlizzi 2015a, 23, [Viitattu 28.4.2017]).

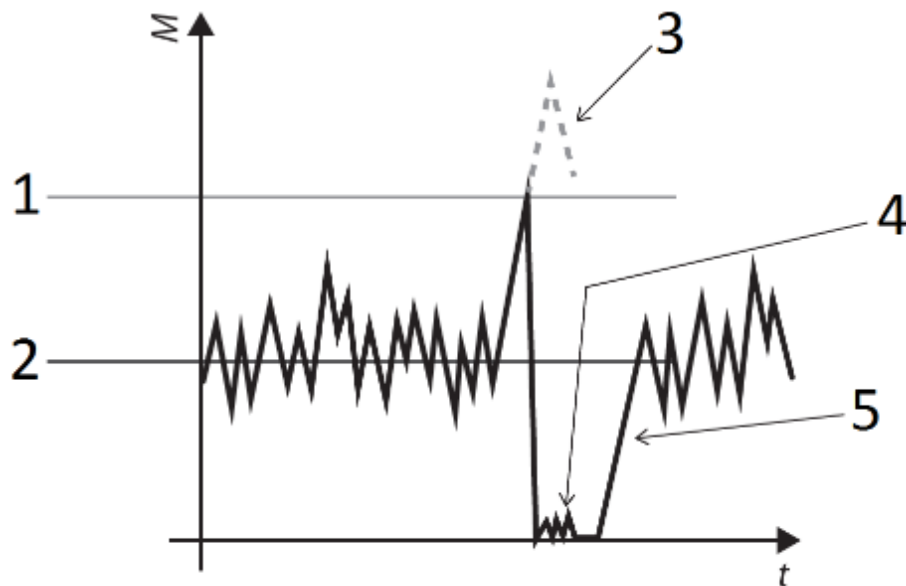


Kuvio 31. Ylikuormakytkimen räjäytyskuva
(Benzi & Di Terlizzi 2015b, 119, [Viitattu 28.4.2017]).

Automaattikytkin soveltuu hyvin vaativiin olosuhteisiin, joissa saattaa ilmetä ylikuormituksia, mutta nämä eivät saisi aiheuttaa toiminnan keskeytyksiä. Automaattikytkin katkaisee vedon, mikäli määrätty raja ylittyy ja kytkee sen toimintaan, kunnes vääntö on laskenut määritellylle alueelle tai veto on pysähtynyt.

Toimintaa voidaan selostaa kuvion 32 mukaan:

1. Voimansiirron katkaisuraja
2. Normaali työmomenttialue
3. Ilman automaattikytkintä tapahtuva väännön kasvu
4. Vedon irti kytkeytyminen
5. Vedon uudelleenkytkeytyminen.



Kuvio 32. Automaattikytkin
(Benzi & Di Terlizzi 2015a, 22, [Viitattu 28.4.2017]).

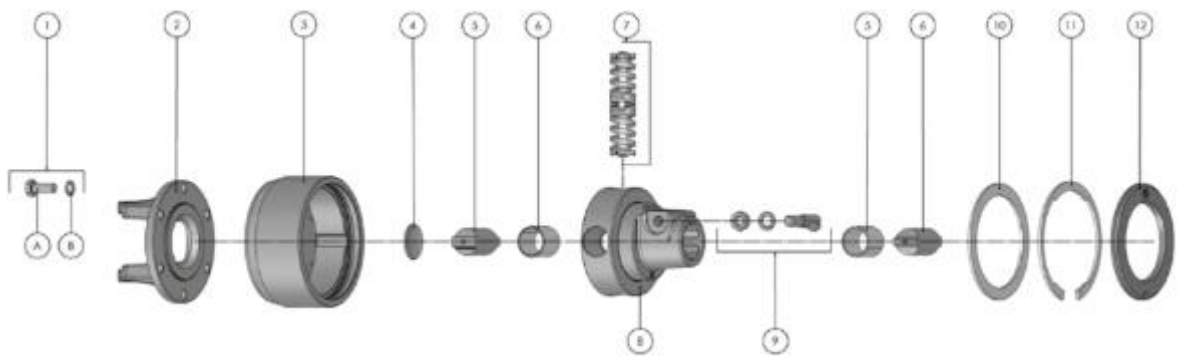
Automaattikytkin on ulkonäöltään pelkistetty (Kuva 11), mutta sisäinen rakenne sisältää useampia osia (Kuvio 33 ja 34).



Kuva 11. Automaattikytkin
(Virtasenkauppa.fi, 31, [Viitattu 4.1.2017]).



Kuvio 33. Automaattikytkimen rakennekuva
(Benzi & Di Terlizzi 2015a, 22, [Viitattu 28.4.2017]).



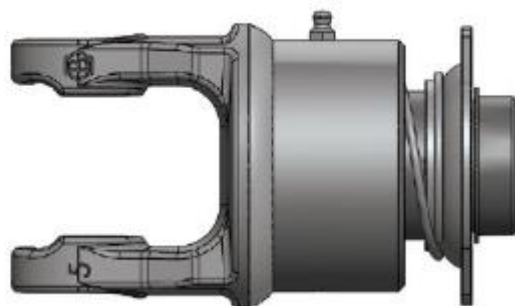
Kuvio 34. Automaattikytkimen räjäytyskuva
(Benzi & Di Terlizzi 2015b, 144, [Viitattu 28.4.2017]).

Vapaakytkin (Kuva 12) suojaa traktoria ylikuormitukselta erityisesti tilanteissa, joissa voimaa välitetään esimerkiksi vetävälle perävaunulle ja tällä on iso inertia hidastuksessa, toisin sanoen perävaunun puskiessa (Benzi & Di Terlizzi 2015a, 23, [Viitattu 28.4.2017]).

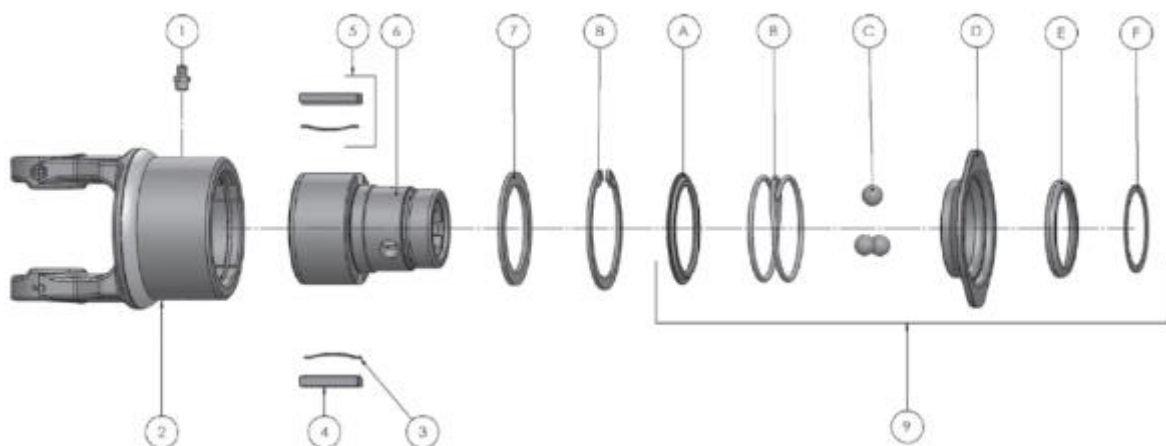


Kuva 12. Vapaakytkin
(Virtasenkauppa.fi, 32, [Viitattu 4.1.2017]).

Vapaakytkin sisältää myös useita osia, joita kuviot 35 ja 36 pyrkivät selventämään.



Kuvio 35. Vapaakytkimen rakennekuva
(Benzi & Di Terlizzi 2015a, 23, [Viitattu 28.4.2017]).



Kuvio 36. Vapaakytkimen räjäytyskuva
(Benzi & Di Terlizzi 2015b, 124, [Viitattu 28.4.2017]).

4.8 Laajennettavuus

Mitta-anturin kiinnitys voimansiirtoakseliin voidaan muuttaa mahdollisesti akseli-sovitteella, joka muuntaa kiinnityksen esimerkiksi 1 3/8" akselihalkaisijasta 1 4/8" halkaisijaan tai muuntaa käytetyn akselin boorit toisenlaiseksi.

Mitta-antureita on saatavilla valmiiksi erilaisilla akselikiinnityksillä, joita on esitetty liitteessä 7.

Datum Electronics tarjoaa myös muita kosketuksettomia anturivaihtoehtoja vääntömomentinmittaukseen. Kuvioiden 37 ja 38 sekä kuvan 13 anturityypit tarjoavat korkeampien nopeuksien ja pitempien mittausten anturointia voimansiirtolinjan häiriintymättä, sillä ne sovitetaan ja koteloidaan itse voimalinjaan jopa asiakkaan mittojen mukaan. (Datum Electronics 2015, 17.)

Näitä antureita voidaan käyttää saman signaalinkäsittelijän kanssa, jolloin laitteistolla on laajempaa hyödynnettävyyttä.



Kuvio 37. M425-vääntömomenttianturi
(Datum Electronics 2015, 17).



Kuvio 38. FF425-vääntömomenttianturi
(Datum Electronics 2015, 17).



Kuva 13. RS425-vääntömomenttianturi
(Datum Electronics 2015, 17).

5 KÄYTTÖOLOSUHTEET

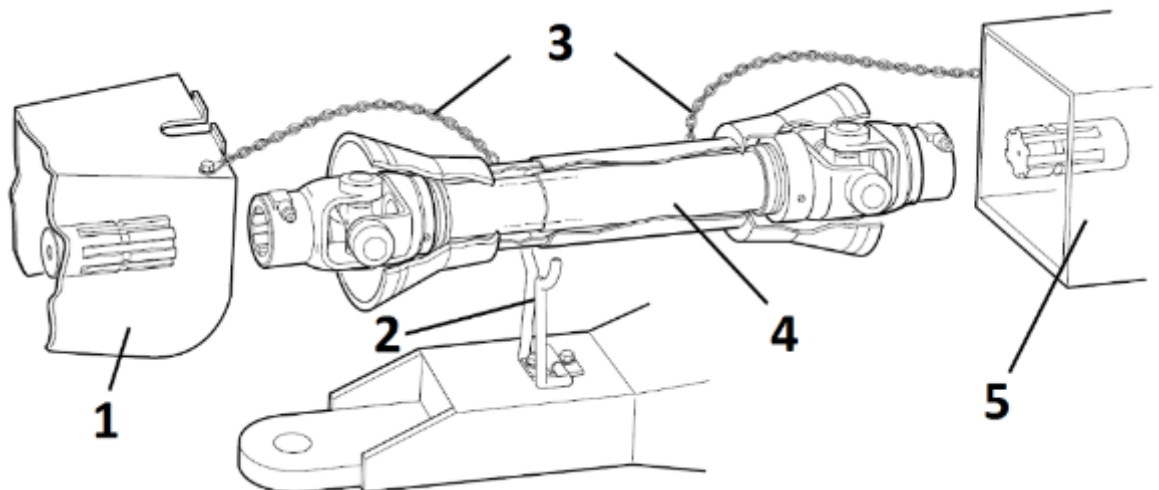
5.1 Kenttämittauksen työturvallisuus

Kenttämittauksessa erityisen tärkeää on olosuhteiden ja maaperän arviointi. Mikäli maaperä on soistuvaa, upottavan multaista tai koetaan muuten epävakaaaksi, on liikkeessä tapahtuvassa mittauksessa noudatettava erityistä varovaisuutta.

Paikallaan tapahtuvassa mittauksessa on myös noudatettava voimansiirtoakselin turvallisia poikkeamiskulmia, eli yksinkertaisesti ei mittauksia liian isoilla astekulmilla ja mikäli mittaustapahtuman arvioidaan olevan vaaraksi mittausta suorittaville tai ulkopuolisille henkilöille tai eläimille, on mittaus keskeytettävä.

Voiman ulosottoakselin ja työkoneneen voiman sisäänmenoakselin välillä kuuluisi olla seuraavia turvavarusteita ja varmistuksia (Kuvio 39):

1. Traktorin voiman ulosottoakselin suojus
2. Tuki voiman siirtoakselille
3. Nivelakselin suojaputkien turvaketjut
4. Nivelakselin suojaputki
5. Voiman sisäänmenoakselin suoja.



Kuvio 39. Suojavarusteet ja varmistukset (Health and Safety Executive 2013, 2).

Muita huomioitavia seikkoja selitettävissä edellä mainitun kuvion 39 avustuksella:

- Varmista, että koossa olevana ja ulosvedettynä toimiva nivelakselin teleskooppiputki on sopiva traktorille ja työkoneelle. Suojaputken kuuluisi olla hieman lyhyempi kuin teleskooppiputken, mutta ei kuitenkaan yli 25 millia, jotta suojaputket eivät eroa pitkässä asennossa tai pohjaa lyhimmissä asennossa.
- Varmista, että suojan laakeroinnit ovat oikeassa paikassaan nivelakselilla ja että turvaketjut ovat paikoillaan estämässä suojan pyörimistä nivelakselin mukana.
- Kiinnitä turvaketjut sopiviin pisteisiin. Käyttävän ja käytettävän laitteen puolella niiden kuuluisi olla lähellä voiman siirtoakselin suojaa tai itse suojassa.
- Putsaa suojaputken ulompi sekä sisempi osa liasta päivittäin ja voitele suojan laakerointi valmistajan ohjeistuksen mukaan.
- Puhdista ja rasvaa sisäkkäin liukuvat teleskooppiputket sekä rasvanipat valmistajan ohjeistuksen mukaan.
- Puhdista ja rasvaa nivelen lukitusvipu valmistajan ohjeistuksen mukaan.
- Varmista että laajakulmanivelet, mikäli käytössä, eivät tule esiin kääntökulmilla.
- Käyttävän laitteen ja käytettävän laitteen voiman siirtoakselien suojien tulisi tulla normaalikäytössä vähintään 50mm nivelakselin suojaksi ja mitauskäytössä hieman enemmän.
- Vaihda kuluneet tai rikkinäiset osat ennen käyttöä.

Koska mitta-anturi ei täytä täten EN 12965 -turvallisuusstandardeja voiman ulosoton osalta, on noudatettava erityistä varovaisuutta sekä tervettä järkeä suoritettaessa tai valmistellessa mittauksia. Erityisesti on varottava kosketusta pyöriviin osiin sekä vältettävä mittauslaitteiston johtojen, mittaaajien tai ulkopuolisten vaatetuksen tai hiusten osumista pyöriviin osiin.

Vuosittain monia ihmisiä kuolee tai loukkaantuu vakavasti voiman ulosottoakselin kanssa tapahtuvissa töissä, jotka johtuvat osittain nivelakselin huollon laiminlyömisestä tai asianmukaisten nivelakselien suojien puutteesta (Health and Safety Executive 2013, 1).

Opiskelijat kuuluvat työ- tai opiskeluaikana sekä työharjoittelun aikana oppilaitoksen vakuutusten alaisiksi, jotka kattavat tapaturmat työskennellessä (Toppari 2017).

Työskennellessä on suositeltavaa käyttää viillon kestäviä suojakäsineitä ja mikäli melutason arvioidaan ylittävän 85 desibelin taso, suositellaan käytettäväksi kuulon-suojausta.

5.2 Vaara-alueet

Mahdollisia vaara-alueita voiman ulosottoa mitattaessa ovat käyttävän laitteen sekä käytettävän laitteen läheinen ympäristö, erityisesti liikkuvien osien läheisyydessä sijaitsevat paikat. Mitta-anturin läpi kulkeva voima voi ylittää turvallisen käytön rajat, jolloin mittaustilasto tai voiman siirtoakseli voivat antaa periksi ja tällöin singota osiaan säteittäin tai lyödä mittaushenkilöstöä, ulkopuolisia tai eläimiä sekä iskeytyä lähistön rakennelmiin tai ajoneuvoihin ja työkoneisiin. Pyörivät osat voivat puolestaan siepata mukaansa esimerkiksi vaatekappaleita, nauhoja tai hiuksia.

5.3 IP-luokitukset

IP-luokitus tarkoittaa sähkölaitteen suojausluokkaa. Suojausluokkien standardeja löytyy ainakin IEC- ja SFS-EN-standardeista tunnuksella 60529. Tässä työssä on käytetty apuna SFS-EN 60529 + A1 -standardia suojausluokkien selventämiseen.

IP-luokitus, esimerkiksi IP65, voidaan ilmoittaa myös kaavana (11).

$$IP65 \quad (11)$$

missä

<i>IP</i>	tarkoittaa International Protection
6	on ensimmäinen tunnusnumero
5	on toinen tunnusnumero

Ensimmäinen tunnusnumero ilmaisee, että koteloINTI suojaa ihmisiä koskettamasta vaarallisia osia, estäen tai rajoittaen ihmiskehon osan tai ihmisen pitämän esineen sisään tunkeutumisen ja samanaikaisesti koteloINTI suojaa laitetta vieraiden esineiden sisään tunkeutumiselta (SFS-EN 60529 + A1 2000, 28).

Toinen tunnusnumero ilmaisee koteloINTItiluokan, jonka mukainen koteloINTI estää veden haitallisen sisään tunkeutumisen. Toisen tunnusnumeron kokeissa käytetään vesijohtovettä ja kokeessa todettu suojaus ei välttämättä ole riittävä, jos laitteen puhdistukseen käytetään korkeaa painetta tai liuottimia. (SFS-EN 60529 + A1 2000, 32.)

5.3.1 Vääntömomenttianturi

Vääntömomenttianturin IP-luokitus on IP65 (Datum Electronics 2015, 13). Vääntömomenttianturiin voidaan lukea kuuluvaksi myös signaalin siirtojohto anturilta signaalinkäsittelijään. Siirtojohtoja on saatavilla myös korkeammalla suojausluokilla.

Tarkemmin ensimmäinen tunnusnumero 6 ilmaisee laitesuojauksen kannalta laitteen olevan pölytiivis vieraiden esineiden ja pölyn sisäänpääsystä sekä henkilösuojauksen kannalta vaaralliset osat on suojattu langalta koskettamiselta (SFS-EN 60529 + A1 2000, 24).

Pölytiiviydellä tarkoitetaan, ettei pölyä saa tunkeutua sisään (SFS-EN 60529 + A1 2000, 30).

Testausehtoina ensimmäisen tunnusnumeron numerolle 6 ovat momenttianturin tapauksessa:

- Koetinta painetaan koteloinnissa oleviin aukkoihin tai niiden läpi voimalla $1\text{ N} \pm 10\%$
- Pienjännitteiden testauksessa voidaan koettimen ja kotelon sisällä olevien vaarallisten osien välille kytkeä pienoisjännite sarjaan sopivan lampun kanssa. Vaaralliset jännitteiset osat, joissa on suojarasva, maalipinta, suojaava oksidikerros tms. päällystetään metallifoliolla, joka kytketään osiin, jotka normaalissa toiminnassa ovat jännitteisiä.
- Jos mahdollista, kotelon sisäisiä osia voidaan liikuttaa hitaasti.

Tarkemmin toinen tunnusnumero 5 ilmaisee lyhyenä määritelmänä, että laite on suojattu vesisuihkulta, jonka määritelmänä on, että kaikista suunnista suuttimella ohjattu vesisuihku ei aiheuta haittaa (SFS-EN 60529 + A1 2000, 32).

Testausehtoina toisen tunnusnumeron numerolle 5 ovat

- suuttimen sisähalkaisija 6,3 mm
- virtausmäärä 12,4 l/min ± 5 %
- vedenpaine: säädetään siten, että saadaan vaadittu virtausmäärä
- päävirtauksen laajuus: halkaisijaltaan n. 40 mm ympyrä 2,5 m etäisyydellä suuttimesta
- testausaika: koteloinnin suihkutettavan pinnan neliometriä kohti 1 min
- lyhin testausaika: 3 min
- etäisyys suuttimesta koteloinnin pintaan: 2,5 m...3 m.

5.3.2 Signaalinkäsittelijä

Signaalinkäsittelijän IP-luokitus on IP54 (Datum Electronics 2016, 4).

Tarkemmin ensimmäinen tunnusnumero 5 ilmaisee laitesuojauksen kannalta laitteen olevan pölysuojattu vieraiden esineiden ja pölyn sisäänpääsystä sekä henkilösuojauksen kannalta vaaralliset osat on suojattu langalta koskettamiselta (SFS-EN 60529 + A1 2000, 24).

Pölysuojatulla tarkoitetaan, että pölyn sisään tunkeutumista ei ole kokonaan estetty, mutta sitä ei saa tunkeutua haitaksi laitteen tyydyttävälle toiminnalle tai haitaksi turvallisuudelle (SFS-EN 60529 + A1 2000, 30).

Testausehtoina ensimmäisen tunnusnumeron numerolle 6 ovat signaalinkäsittelijän tapauksessa:

- Koetinta painetaan koteloinnissa oleviin aukkoihin tai niiden läpi voimalla $1 \text{ N} \pm 10$ %
- Pienjännitteiden testauksessa voidaan koettimen ja kotelon sisällä olevien vaarallisten osien välille kytkeä pienoispennite sarjaan sopivan lampun kanssa. Vaaralliset jännitteiset osat, joissa on suojarasva, maalipinta,

suojaava oksidikerros tms. päällystetään metallifoliolla, joka kytketään osiin, jotka normaalissa toiminnassa ovat jännitteisiä.

- Jos mahdollista, kotelon sisäisiä osia voidaan liikuttaa hitaasti.

Tarkemmin toinen tunnusnumero 4 ilmaisee lyhyenä määritelmänä, että laite on suojattu roiskuvalta vedeltä, jonka määritelmänä on, että kaikista suunnista roiskuva ei aiheuta haittaa (SFS-EN 60529 + A1 2000, 32).

Testausehtoina toisen tunnusnumeron numerolle 4 ovat kaariputkella, että

- kaariputkessa on reikiä koko 180 asteen alueella joiden kokonaisvirtausmäärä säädetään taulukon 6 mukaan ja mitataan virtausmittarilla.
- kaariputkea liikutetaan lähes 360 asteen kulmassa, 180 astetta pystytason molemmin puolin ja koko liikejaksoon kaksi kertaa 360 astetta kuluva aika on noin 12 sekuntia
- kokeen kesto on 10 minuuttia.
- Jos laitekohtaisissa tuotestandeissa ei ole toisin vaadittu, on testattavan kotelon alusta rei'itetty siten, että se ei toimi esteenä ja koteloa suihkutetaan kaikista suunnista liikuttamalla kaariputkea ääriasentoihinsa.

Testausehtoina toisen tunnusnumeron numerolle 4 ovat suuttimella, että

- tasapainotettu rajoitinlevy poistetaan suuttimen edestä ja kotelointia suihkutetaan kaikista käytännössä mahdollisista suunnista.
- vedenpaine säädetään synnyttämään vaadittu vesimäärä. Tarvittava paine on alueella 50 – 150 kPa. Paine on pidettävä vakiona kokeen aikana.
- koeaika on 1 minuutti koteloinnin testattavan pinnan neliömetriä kohti, kuitenkin vähintään 5 minuuttia. Asennuspintoja ei oteta huomioon.

Taulukko 6. Veden kokonaisvirtausmäärä IPX4-testauksessa (SFS-EN 60529 + A1 2000, 54).

Veden kokonaisvirtausmäärä IPX4 testauksessa		
Putken säde	Luokka IPX4	
	Reikien määrä	Veden kokonaisvirtaus määrä
R mm	N ¹⁾	q _v l/min
200	12	0,84
400	25	1,8
600	37	2,6
800	50	3,5
1000	62	4,3
1200	75	5,3
1400	87	6,1
1600	100	7,0
1) Riippuen reikien keskipisteiden sijainnista määrättyllä matkalla saattaa avointen reikien lukumäärä N olla tarpeen lisätä yhdellä		

5.4 Lämpötilat

Laitteistolle on asetettu lämpötilasuosituksia ja rajoituksia vaihtelevasti komponenttien mukaan. Ohjelämpötilalla tarkoitetaan lämpötilaa, jossa mittausten vääristymät ovat pieniä ja tätä voidaan pitää suositeltavimpana käyttölämpötilana.

5.4.1 Mitta-anturi

Datum Electronicsin mukaan mitta-anturille on annettu selkeät käyttölämpötilat, jotka esitetään taulukossa 7 (Datum Electronics 2015, 13).

Taulukko 7. Mitta-anturin lämpötilasuositukset (Datum Electronics 2015, 13).

	min	max	
Ohjelämpötila	10	60	°C
Käyttölämpötila	-10	70	
Varastointilämpötila	-35	75	

5.4.2 Signaalinkäsittelijä

Datum Electronics mukaan signaalinkäsittelijälle on annettu samat käyttölämpötilat kuin mitta-anturilla, nämä esitetty taulukossa 7 (Datum Electronics 2016, 4).

5.4.3 Akkupaketti

Enix Energiesin mukaan akkupaketille on annettu useita eri lämpötiloja (Taulukko 8- 10) riippuen siitä, mistä lähteestä asiaa katsoo. Turvallista on akkupaketin kaikkien toimintojen kannalta pysyä 3 – 30 Celsiusasteen välillä käytettyjen lähteiden mukaan.

Taulukko 8. Akkupaketin lämpötilasuositukset Enix Energies data sheet (Enix Energies 2007).

	min	max	suositus	
Latauslämpötila	0	40	20	°C
Purkulämpötila	-10	50		
Varastointilämpötila	-20	30		

Taulukko 9. Akkupaketin lämpötilasuositukset Enix Energies.fr (Enix Energies.fr, [Viitattu 1.5.2017]).

	min	max	
Latauslämpötila	0	50	°C
Purkulämpötila	3	60	

Ranskankieliset sivut antavat taulukon 9 lisäksi parhaaksi käyttölämpötilaksi 2 astetta Celsiusta (Enix Energies.fr, [Viitattu 1.5.2017]).

Taulukko 10. Akkupaketin lämpötilasuositukset luettuna akkupaketista

	min	max	
Latauslämpötila	0	45	°C
Purkulämpötila	-20	60	

6 LAITTEISTON TESTAUS

Datum Electronics PTO 420 Series- ja Datum Universal Transducer Interface -laitteistoista annettiin pikainen koulutus Straintech Finland Oy:n puolesta ammattikorkeakoulun tiloissa ja laitteistoon perehdyttiin tämän jälkeen itsenäisesti.

Laitteistoa päätettiin testata Sisu Diesel 44 -moottorilla ja tämän voiman ulosottoa kuormittamaan valittiin MAHA ZW500 PTO -dynamometri. Sisun moottori ja Mahan dynamometri koululta löytyivät entuudestaan.

6.1 Työn valmistelu

Työpiste valmisteltiin keräämällä tarvittavat laitteistot paikoilleen, joita olivat

- kaapelikela (Kuva 14)
- kaksi kannettavaa tietokonetta (Kuva 15 ja 16)
- mittanauha (Kuva 17)
- moottori
- nivelakseli (Kuva 18)
- PTO-dynamometri ja sen oheislaitteet
- PTO-mittauslaitteisto (Kuva 19)
- voimavirtakaapeli (Kuva 20).



Kuva 14. Kaapelikela



Kuva 15. Panasonic Toughbook CF-29



Kuva 16. Lenovo W520



Kuva 17. Mittanauha



Kuva 18. Voiman siirtoakseli



Kuva 19. PTO-mittauslaitteisto



Kuva 20. Voimavirtakaapeli

Sisu-moottorin voiman ulosottoakseli (Kuva 21) kohdistettiin käytettävän laitteen, eli PTO-dynamometrin voiman sisäänmenoakselin kanssa (Kuva 22).



Kuva 21. Sisu-moottorin voiman ulosottoakseli



Kuva 22. Maha PTO -dynamometrin voiman sisäänmenoakseli

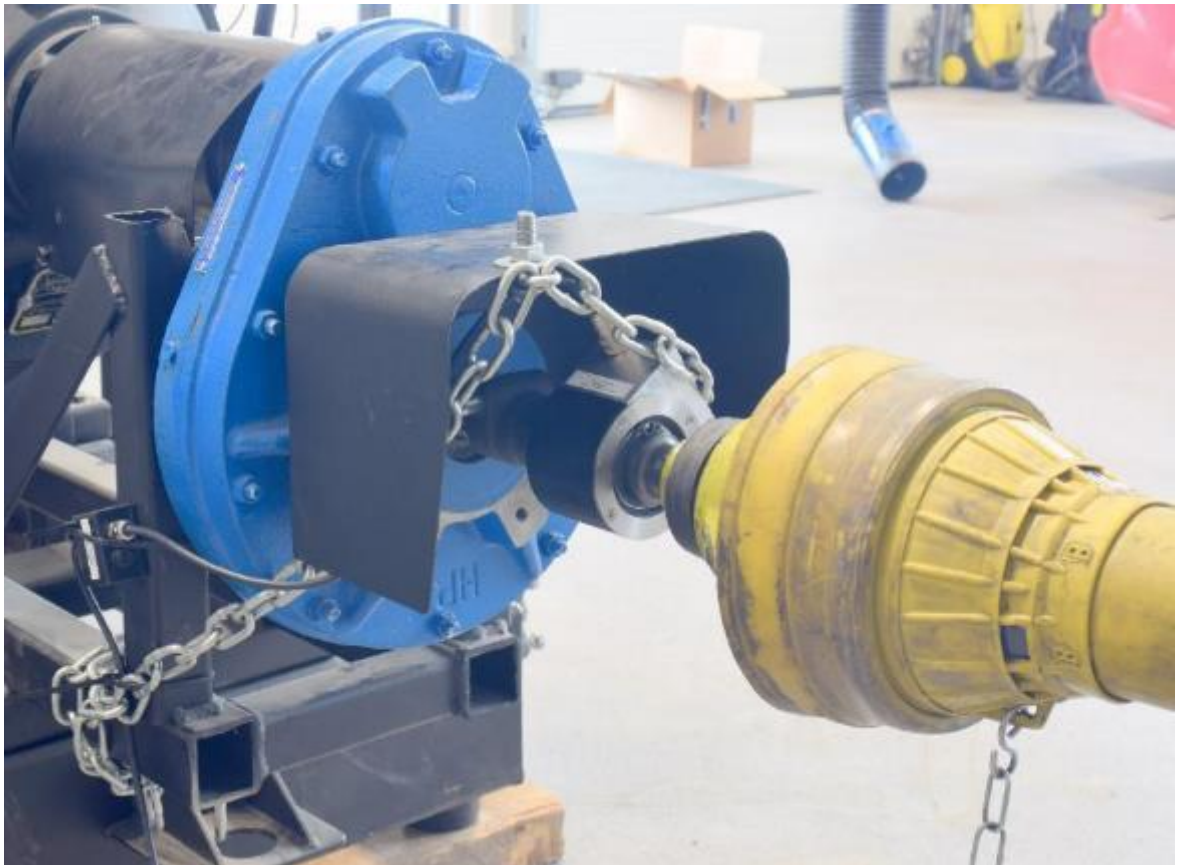
Moottoripakettia oli hieman korotettava, jotta nivelakselin kulma säilyisi maltillisena noin 4 asteessa etäisyyden ollessa 100 senttimetriä ja korkeuseron 7 senttimetriä. Astekulma laskettiin laskimella kaavan 12 mukaan.

$$\tan^{-1}\left(\frac{a}{b}\right) \approx \alpha^{\circ} \quad (12)$$

missä

$\tan^{-1}$	on tangenti alfa-kulmalle
a	on alfa-kulmasta katsoen vastaisen sivun mitta
b	on alfa-kulmasta katsoen viereisen sivun mitta
$\approx$	on likimääräinen yhtäsuuruusmerkki
α°	on tulos alfa-kulmalle asteina

Kun PTO-dynamometri ja moottoripaketti oli saatu kohdistettua niin, että niiden väliin tulevan nivelakselin pystyi asentamaan mitta-anturin kanssa ja että teleskooppi-putken mitta oli tällöin mahdollisimman lyhyenä samalla säilyttäen pienen kokoonpuristumisvaran, asetettiin mitta-anturi voiman ulosottoakselin ja nivelakselin välille. Mitta-anturin staattori-osan paikallaanolo varmistettiin kettingillä voiman ulosottoakselin suojaopeltiin sekä signaalijohto pyrittiin reitittämään loivilla käännoksillä signaalinkäsittelijälle (Kuva 23).



Kuva 23. Mitta-anturi kiinnitettynä

Nivelakselissa oli merkitsevää, että kauluslukituksella (Kuva 24) oleva nivel tuli voimaa tuottavaan laitteeseen tai pikemminkin mitta-anturiin kiinni ja tappilukituksella (Kuva 25) oleva nivel PTO-dynamometriin (Kuva 26) kiinni. Nivelakselin suojuksen pyöriminen estettiin dynamometrin puolelta kiinnittämällä turvaketju perävaunun tukijalkaan (Kuva 27) ja moottorin puoleisessa päädyssä käytettiin turvaketjun kiinnisteeksi opetuskäytössä olevaa rikkoutunutta planeettapyörästä (Kuva 28), sillä turvaketjua ei olisi turvallisesti saatu kytkettyä voiman ulosoton suojaopeltiin, jossa sille oli paikka.



Kuva 24. Nivelakselin kauluslukitus



Kuva 25. Nivelakselin tappilukitus



Kuva 26. Maha PTO -dynamometri



Kuva 27. Turvaketju kiinnitettynä tukijalkaan



Kuva 28. Turvaketju kiinnepisteessä

Seuraava oli vuorossa sähköjen veto sähkökeskukselta (Kuva 29). PTO-dynamometri vaati voimavirtaa ja mittauslaitteiston signaalinkäsittelijä, kaksi kannettavaa sekä USB-jakaja PTO-dynamometrin oheislaitteille vaativat verkkovirtaa.



Kuva 29. Lattian sähkökeskus

Tietokoneet ja signaalinkäsittelijä asetettiin moottorin sivulle siirrettävälle työpöydälle (Kuva 30), pois voiman siirtolinjan pyörivien osien säteeltä. Tietokoneisiin ja USB-jakajaan kytkettiin virta sekä Lenovo-tietokoneeseen yhdistettiin signaalinkäsittelijä USB-kaapelilla ja Datum Electronics v2.4.0 -ohjelma avattiin, jolloin ohjelma

haki asetukset signaalinkäsittelijästä. Asetuksista muutettiin näytteenottotaajuudeksi 100 näytettä sekunnissa tietokoneelle tallennukseen sekä USB-muistitikulle tallennukseen samalla laittaen USB-tallennuksen päälle. Panasonic-tietokoneeseen kytkettiin myös virta sekä USB-jakajalle, johon tuli tietokoneen rajallisten USB-liitännöiden vuoksi kiinni yhteydenpitolaite PTO-dynamometriin (Kuva 31) ja Mahan ohjelmiston valtuustikku (Kuva 32). PTO-dynamometriin kytkettiin päävirta omalla katkaisijallaan (Kuva 33). Kun virrat oli kytketty dynamometriin ja ohjelmisto aukaistu, tunnisti ohjelmisto laitteistojen olevan valmiudessa (Kuva 34). Ohjelmistosta säädettiin vielä alkukuormitus, jolla dynamometri alkaisi Sisun voiman ulosottoa kuormittaa ja Sisun moottoripaketista kytkettiin akun miinuskaapeli kiinni. Laitteistot olivat näiden toimenpiteiden myötä valmiina mittauksiin (Kuva 35).



Kuva 30. Tietokoneet ja signaalinkäsittelijä pöydällä



Kuva 31. PTO-dynamometrin yhteydenpitolaite



Kuva 32. Ohjelmiston valtuustikku



Kuva 35. Laitteisto mittausvalmiina

6.2 Kirjaus tietokantaan

Työtä varten tehtiin tietokanta helpottamaan asiakastöitä ja kenttämittauksia sekä houkuttelemaan jatkokäyttäjiä tietokannan käyttämiseen.

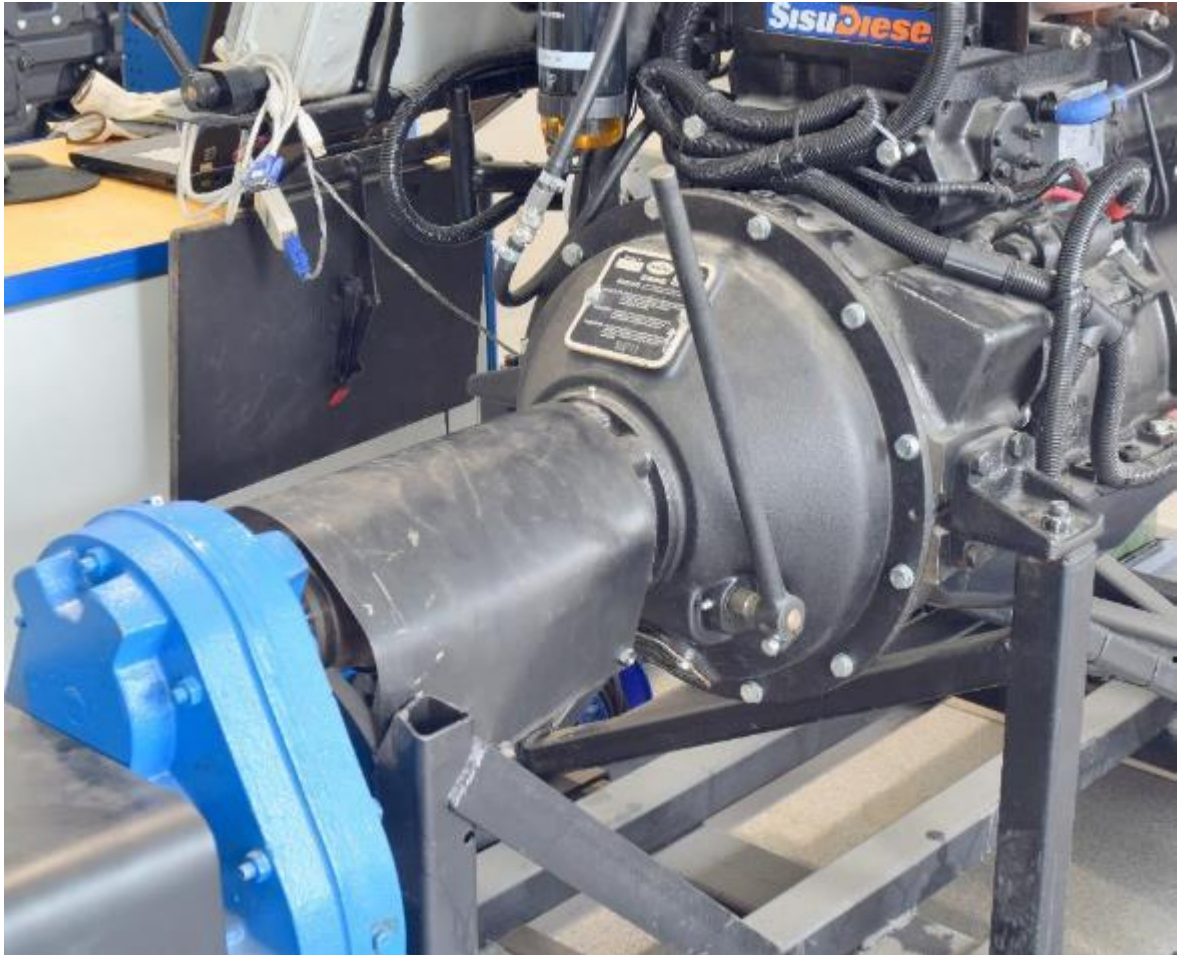
Liitteessä 11 ja 12 ovat näkymät tietokannan lomakenäkymästä.

6.3 Mittaus

Mittauksessa Sisun moottori käynnistettiin ja annettiin käydä hieman korotettua joutokäyntiä, kunnes moottorin lämpötilat olivat yli 70 astetta Celsiusta.

Ohjelmistosta asetettiin datan loggaus päälle sekä USB-muistitikku liitettiin kiinni signaalinkäsittelijään, jonka jälkeen moottorin voimasiirto kytkettiin manuaalisesti kytkimen käyttövivulla (Kuva 36) toimintaan. Kytchentä tapahtui rauhallisesti ja voimansiirtolinjan liikkeitä seurattiin hetken aikaa moottorin käydessä 380 rpm kierros-

luvulla. Ensimmäisessä mittauksessa PTO-dynamometri ei kuitenkaan alkanut jarruttaa pyörimistä kuten sen olisi pitänyt. Tällainen tilanne on käynyt laitteistolla ennenkin, mutta sen syytä ei olla saatu täysin selville. Voimansiirron kytkin vapautettiin ja datan tallennus pysäytettiin.



Kuva 36. Kytkimen käyttövipu

Kun Mahan PTO-dynamometri oli saatu nollattua ja asetettua uudelleen toimintavalmiuteen, datan tallennus aktivoitiin uudelleen sekä tietokoneelle että USB-muistikalle. Kytettiin voimansiirto toimintaan ja moottorin kierroslukua pidettiin noin 10 sekunnin ajan 380 kierroksen tietämillä, jonka jälkeen sitä kohotettiin noin 13 sekunnin ajaksi kierrosluvulle 540, josta käyntiä laskettiin lopuksi hiljalleen takaisin 380 kierroksen alueelle. Vastusta säädettiin toisen tietokoneen mukaan sadasta kolmeensataan Newtonmetriin sekä takaisin sataan, ennen kuin tiedon tallennus pysäytettiin. Lopuksi moottori pysäytettiin.

6.4 Mittaustulokset

Mittaustulosten käsittelyyn tehtiin ohje, joka on liitteenä 13.

Mittaustuloksista kerrottu tarkemmin liitteessä 14.

6.5 Mittausvirheiden analysointi

Mittausvirhettä on voinut syntyä arvion mukaan nivelakselin linjauksessa ja tästä aiheutuvista tärinäistä ja voimista tai nivelakselin lievistä kuluneisuudesta.

Mittaustuloksissa syntyi järjestelmän puolesta ainakin yksi virhemerkintä lähes 30 tuhannen merkinnän joukosta, virhemerkinnästä kerrottu liitteessä 14. Häiriön on voinut aiheuttaa esimerkiksi jokin sähköinen ilmiö tai tietokoneen käyttötilasta aiheutunut pulssi käyttövirtapiiriin. Virhe ei ilmennyt USB-muistitikulle tallennuksessa.

Mittaustuloksia analysoidessa virhettä voi syntyä kaavion väärästä skaalauksesta tai mikäli mittausarvoja muunnetaan toisiin yksiköihin laskennallisesti tai suoraan piirrettyyn kaavioon.

Näytteenottotaajuutena 100 näytettä sekunnissa on aika paljon pienillä kierrosluvuilla ja kevyillä kuormituksilla, jolloin mittaustuloksessa voidaan katsoa olevan kohinaa ja tätä voisi taulukkolaskennalla enemmänkin analysoida sekä käsitellä erilaisten funktioiden, keskiarvoisuuden tai muiden keinojen avulla.

Unix-ajan mittausvirhettä voidaan vähentää päivittämällä tietokoneen internetaika päiväyksen ja ajan asetuksista. On huomioitava, että tätä kellon arvoa ei ole mitauksissa muutettu USB-muistitikulle tapahtuvassa tallennuksessa, jolloin mittausarvojen keskenään vertailu on hankalampaa lisäksi eriävän tallennuksen alkamisajankohdan vuoksi.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli sujuvoittaa hankittavan mittauslaitteiston käyttöönottoa koulutusympäristöön ja työn oli suunniteltu olevan jatkumoa aikaisemmin tehdylle opinnäytetyölle.

Laitteistoa ei ennätetty testata hieman myöhästyneen toimituksen ja tiukahkon aikataulun vuoksi laajemmin, mutta näillä saaduilla tiedoilla voisi mahdollisesti välttää muutamia kompastuskohtia ja ottaa mittaustapahtuman huomioon kokonaisvaltaisemmin. Kenttämittaus jäi laitteistolta kokonaan puuttumaan, vaikka laitteisto on pääasiallisesti suunniteltu kenttämittaukseen. Laajempia ja maastossa suoritettavia mittauksia arvioidaan tulevan varmasti jo ennen vuoden vaihdetta.

Muutamia kehitysideoita syntyi mittaustyön yhteydessä:

- Akkupaketille olisi hyvä vaihtaa vedenpitävä ja helpommin irrotettavissa oleva liitin.
- Akkupaketteja voisi valmistaa itse perehtymällä pienelektroniikkaan.
- Kenttämittaukseen olisi hankittava verkkovirtaa vaatimaton USB-jakaja, mikäli suoritettaisiin mittauksia myös PTO-dynamometrillä.
- Mitta-anturille tai paljaaksi jäävälle nivelakselille olisi hyvä tehdä suoja tai muu johdin, jolla saataisiin signaalijohdin sulavasti johdatettua pois liikkuvien osien lähetyviltä sekä suojattua mittaaajia tai ulkopuolisia osumasta pyöriviin osiin.
- Mittauksessa mahdollisesti käytettäviä kannettavia tietokoneita olisi valmisteltava asentamalla ajurit pääkäyttäjänä ja siirtämällä ohjelmisto helposti käytettäväksi esimerkiksi työpöydälle.
- Mittauslaitteistolle olisi hyvä hankkia vedenpitävä salkku, mikäli kuljetuksia tai altistuksia kosteille ympäristöille arvioitaisiin tulevan.
- Mittaustulosten käsittelyyn voisi tehdä automatisoidut makro-komennot kaikille mahdollisille mittausasetuksille, sillä mittaustulosten käsittely voi olla paljon aikaa vievää puuhaa, mikäli näytteitä tai tiedostoja on paljon.
- Mittausympäristön ja kenttäympäristössä tapahtuvan mitattavan laitteiston mukaan olisi hankittava toisilla mitoilla oleva nivelakseli, sillä mitta-anturi lyhentää käyttävän ja käytettävän laitteen välistä etäisyyttä.

- Nippusiteitä tai tarranauhoilla tapahtuvia kiinnitystapoja signaalijohtimille ja virtajohtimille olisi hyvä hankkia.
- Ohjeistusta mittauslaitteiston käyttöön voisi kääntää muille ulkomaisille tai toiselle viralliselle kielelle vaihto-opiskelijoita ajatellen.
- Sähkömagneettia voisi tutkia turvaketjun kiinnepistevaihtoehtona.
- Turvaketju ja kiinnepistelukitusvalikoimaa saisi täydentää tulevien mitausympäristöjen ja laitteiden mukaan.

Mittaustuloksissa on aina hienoa nähdä, kun numeroita saa muuttumaan kaavioiksi ja viivoiksi tai ylipäättään merkitsemään jotain, mutta tulosten analysointi vaatisi useamman henkilön mielipiteitä ja useampia mittauksia sekä mittausdatan käsittelyä.

Haastavinta työssä oli erityisesti loppua kohden tiukentuva aikataulutus, joka vaatii selvää ryhmittelyä ja suoraviivaista tekemistä.

Lopuksi haluaisin kiittää Seinäjoen ammattikorkeakoulua, Straintech Finland Oy:tä ja Datum Electronics Limitediä, jotka mahdollistivat opinnäytetyön.

LÄHTEET

- Aula, E. & Mikkonen, P. 2008. Liikkuvan kaluston sähköhydrauliikka. Vammala: Opetushallitus.
- Benzi & Di Terlizzi a. Ei päiväystä. Company. [Verkkosivu]. Benzi & Di Terlizzi. [Viitattu 28.4.2017]. Saatavana: <http://www.benziamerica.com/company/>
- Benzi & Di Terlizzi b. Ei päiväystä. Evolution brochure. [Verkkoartikkeli]. Benzi & Di Terlizzi. [Viitattu 28.4.2017]. Saatavana: <http://benzigroup.net/cataloghi/evolutionbrochure/files/assets/basic-html/page-1.html>
- Benzi & Di Terlizzi. 2015a. Energy catalogue. [Verkkoartikkeli]. Benzi & Di Terlizzi. [Viitattu 28.4.2017]. Saatavana: <http://benzigroup.net/cataloghi/energycatalogo/files/assets/basic-html/page-1.html>
- Benzi & Di Terlizzi. 2015b. Evolution catalogue. [Verkkoartikkeli]. Benzi & Di Terlizzi. [Viitattu 28.4.2017]. Saatavana: <http://benzigroup.net/cataloghi/evolutioncatalogo/files/assets/basic-html/page-1.html>
- BIPM. 3.2006. The International System of Units (SI). [Verkkojulkaisu]. Bureau International des Poids et Mesures. [Viitattu 12.3.2017]. Saatavana: http://www.bipm.org/utls/common/pdf/si_brochure_8_fr.pdf
- BIPM. 2017. On the future revision of the SI. [Verkkojulkaisu]. Bureau International des Poids et Mesures. [Viitattu 12.3.2017]. Saatavana: <http://www.bipm.org/en/measurement-units/rev-si/>
- Dan's Tools. 10.4.2017. Epoch Unix Time Stamp Converter. [Verkkosivu]. [Viitattu 10.4.2017]. Saatavana: <http://www.unixtimestamp.com/>
- Datum Electronics. 3.7.2015. PTO 420 series torque & power monitoring system: Handbook and installation guide. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 10.3.2017]. Saatavana: <http://www.datum-electronics.co.uk/media/js/upload/uploads/datum-pt0-transducer-handbook-v1.pdf>
- Datum Electronics. 5.6.2016. Universal transducer interface product overview. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 10.3.2017]. Saatavana: <http://www.datum-electronics.co.uk/media/js/upload/uploads/dui-datasheet-august-2016.pdf>
- Datum Electronics. 10.4.2017. Certificate of calibration. Kalibrointitodistus 10.4.2017.

- Datum Electronics Ltd. Ei päiväystä. About Datum Electronics. [Verkkosivusto]. [Viitattu 10.4.2017]. Saatavana: <http://www.datum-electronics.co.uk/about-datum/>
- Enix Energies.fr. Ei päiväystä. Pack Lithium pour 15 V 2,2 Ah. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 1.5.2017]. Saatavana: <http://www.enix-energies.fr/pack-lithium/15v/2-2ah-mgl2809.html>
- Enix Energies.co.uk. Ei päiväystä. Li-Ion battery 4S1P ICR-18650H UN38.3 800055 15 V 2.2 Ah fils. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 1.5.2017]. Saatavana: <http://www.enix-energies.co.uk/li-ion-battery-4s1p-icr-18650h-un38-3-800055-15v-2-2ah-fils-mgl2809.html>
- Enix Energies. 5.12.2007. Sealed Lithium Ion Rechargeable Battery MGL2809 Data sheet. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 1.5.2017]. Saatavana: http://www.enix-energies.fr/media/pdf/MGL2809_UK.pdf
- Hamilo, M. 22.1.2012. Virallinen kilogramma laihtuu. [Verkkolehtiartikkeli]. Suomen kuvalehti: Tiede. [Viitattu 12.3.2017]. Saatavana: <https://suomenkuvalehti.fi/juut/ulkomaat/virallinen-kilogramma-laihtuu-prototyyppi-pian-vaihtoon/>
- Hautala, M. & Peltola, H. 2011. Insinöörin (AMK) Fysiikka: osa 1. 10. p. Saarijärvi: Lahden Teho-Opetus Oy.
- Health and Safety Executive. 1.2013. Power take-offs and power take-off drive shafts. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 29.4.2017]. Saatavana: <http://www.hse.gov.uk/pubns/ais40.pdf>
- Juhala, M., Lehtinen, A., Suominen, M. & Tammi, K. 2005. Moottorialan sähköoppi. 8. uud. p. Jyväskylä: Autoalan Koulutuskeskus.
- J-Walk & Associates, Inc. 2016. Converting Unix Timestamps. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 10.4.2017]. Saatavana: <http://spreadsheetpage.com/index.php/tip/converting-unix-timestamps/>
- Kukkurainen, K. 23.1.2017. Toimitusjohtaja. Straintech Finland Oy. Kysymyksiä mittauslaitteistosta. [Henkilökohtainen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Janne Matikainen. [Viitattu 23.1.2017].
- Lätti, M. & Jauhiainen, S. 2014. Maatalouden kone- ja laitehäiriöt: Ehkäisykeinoja ja toimintaohjeita. Nurmijärvi: Työtehoseura.
- MOT-sanakirjat. 2017. [Verkkosivusto]. MOT IT Ensyklopedia. [Viitattu 12.3.2017]. Saatavana MOT-sanakirjat palvelusta. Vaatii käyttöoikeuden.
- SeAMK. Ei päiväystä. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. [Verkkosivusto]. [Viitattu 1.4.2017]. Saatavana: <http://www.seamk.fi/fi/>

SeAMK Tekniikan ala. Ei päiväystä. Seinäjoen ammattikorkeakoulu: Tekniikan ala. [Verkkosivusto]. [Viitattu 1.4.2017]. Saatavana: <http://www.seamk.fi/fi/Koulu-tus/Koulutusalat/Tekniikan-ala>

SFS-EN 388:2016. 2016. Suojakäsineet mekaanisia vaaroja vastaan. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto. [Viitattu 29.4.2017]. Saatavana SFS Online palvelusta. Vaatii käyttöoikeuden.

SFS-EN 60529 + A1. 2000. Sähkölaitteiden kotelointiluokat (IP-koodi). [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto. [Viitattu 29.4.2017]. Saatavana SFS Online palvelusta. Vaatii käyttöoikeuden.

SKF 6009-2RS1. Ei päiväystä. SKF Products. [Verkkosivu]. [Viitattu 10.3.2017]. Saatavana: <http://www.skf.com/group/products/bearings-units-housings/ball-bearings/deep-groove-ball-bearings/deep-groove-ball-bearings/index.html?designation=6009-2RS1>

SkogForsk & Opetushallitus. 2000. Metsä- ja työkonetekniikka. Jyväskylä: Opetushallitus.

Straintech Finland Oy. 10.2007. Series 420 PTO System. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 10.3.2017]. Saatavana: http://www.straintech.fi/pdf/Series_420_PTO_System.pdf

Straintech Finland Oy. Ei päiväystä. Kotisivut. [Verkkosivu]. [Viitattu 10.4.2017]. Saatavana: <http://www.straintech.fi/>

Time and Date AS. 10.4.2017. Time Zones. [Verkkosivusto]. [Viitattu 10.4.2017]. Saatavana: <https://www.timeanddate.com/>

Toppari, R-L. 7.4.2017. Hallintosihteeri. Seinäjoen. Opiskelijan VAKUUTUKSET SeAMKissa – kannattaa lukea!. [Oppilaitoksen sisäinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Opiskelijat, amk. [Viitattu 12.4.2017].

Torvinen, P. 17.11.2014. Kilon määritelmä muuttuu. [Verkkolehdistäartikkeli]. Helsingin Sanomat: Tiede. [Viitattu 12.3.2017]. Saatavana Helsingin sanomien digipalvelusta. Vaatii käyttöoikeuden.

Virtasenkauppa.fi. Ei päiväystä. PTO-akselikoulutus. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 4.1.2017]. Saatavana: <https://cdn.virtasenkauppa.fi/assets/1050-benzi-koulutus.pdf>

LIITTEET

Liite 1. Perussuureiden johdannaissuureet ja SI johdannaisyksiköt.

Liite 2. Johdannaissuureet sisältäen perussuureiden nimiä tai tunnuksia.

Liite 3. Johdannaissuureet erikoisnimillä ja tunnuksilla.

Liite 4. Ei SI-yksiköitä.

Liite 5. Kerrannaisyksiköt.

Liite 6. Kokoonpanokuva mitta-anturista.

Liite 7. Mekaaniset liitännävaihtoehdot voiman ulosottoakseliin.

Liite 8. Laakerin tiedot.

Liite 9. Datum Electronics Ltd. v2.4.0 ohjelma.

Liite 10. Yleisimmät rikkoutumiset ja ratkaisut.

Liite 11. Tarkistuslista.

Liite 12. Tietokanta.

Liite 13. Datum momentinmittauslaitteiston raakadatan käsittely Microsoft Office 365 Excelissä.

Liite 14. Mittaus.

LIITE 1. Perussuureiden johdannaissuureet ja SI johdannaisyksiköt.

Johdannaissuureet		SI johdannaisyksiköt	
Nimi	Tunnus	Nimi	Tunnus
pinta-ala	A	neliömetri	m^2
tilavuus	V	kuutiometri	m^3
nopeus, vauhti	v	metriä sekunnissa	m/s
kiihtyvyys	a	metriä neliösekunnissa	m/s^2
aaltoluku	$\sigma, \tilde{\nu}$	metrin käänteisluku	m^{-1}
tiheys	ρ	kilogramma kuutiometriä kohti	kg/m^3
pinnan tiheys	ρ_A	kilogramma neliömetriä kohti	kg/m^2
ominaistilavuus	ν	kuutiometri kilogrammaa kohti	m^3/kg
virrantiheys	j	ampeeri neliömetriä kohti	A/m^2
magneettikentän voimakkuus	H	ampeeri metriä kohti	A/m
konsentraatio	c	mooli kuutiometriä kohti	mol/m^3
massakonsentraatio	ρ, γ	kilogramma kuutiometriä kohti	kg/m^3
luminanssi	L_v	kandela neliömetriä kohti	cd/m^2
taitekerroin	n	yksi	1
suhteellinen permeabiliteetti	μ_r	yksi	1

BIPM 2006, 27

Bureau International des Poids et Mesures

LIITE 2. Johdannaisuuat sisältäen perussuureiden nimiä tai tunnuksia.

Johdannaisuuat sisältäen perussuureiden nimiä tai tunnuksia			
Johdannaisuuat	Nimi	Tunnus	Ilmaistuna SI perusyksikönä
dynaaminen viskositeetti	<i>pascalia sekunnissa</i>	Pa*s	$\text{m}^{-1}\text{kg}\text{s}^{-1}$
voiman momentti	<i>newtonmetri</i>	N*m	$\text{m}^2\text{kg}\text{s}^{-2}$
pintajännitys	<i>newtonia metriä kohti</i>	N/m	kgs^{-2}
kulmanopeus	<i>radiaania sekunnissa</i>	rad/s	$\text{m}^*\text{m}^{-1}\text{s}^{-1}=\text{s}^{-1}$
kulmakiiktyvyys	<i>radiaania neliösekunnissa</i>	rad/s ²	$\text{m}^*\text{m}^{-1}\text{s}^{-2}=\text{s}^{-2}$
lämpövirran tiheys, säteilyvoimakkuus	<i>wattia neliömetriä kohti</i>	W/m ²	kgs^{-3}
lämpökapasiteetti, hajaantumisaste	<i>jouli kelviniä kohti</i>	J/K	$\text{m}^2\text{kg}\text{s}^{-2}\text{K}^{-1}$
ominaislämpökapasiteetti, ominaishajaantumisaste	<i>jouli kelviniä ja kilogrammaa kohden</i>	J/(kg*K)	$\text{m}^2\text{s}^{-2}\text{K}^{-1}$
ominaisenergia	<i>jouli kilogrammaa kohti</i>	J/kg	m^2s^{-2}
lämmönjohtavuus	<i>wattia metriä ja kelviniä kohden</i>	W/(m*K)	$\text{m}^*\text{kg}\text{s}^{-3}\text{K}^{-1}$
energian tiheys	<i>jouli kuutiometriä kohti</i>	J/m ³	$\text{m}^{-1}\text{kg}\text{s}^{-2}$
sähkökentän voimakkuus	<i>voltia metriä kohti</i>	V/m	$\text{m}^*\text{kg}\text{s}^{-3}\text{A}^{-1}$
varaustiheys	<i>coulombia kuutiometriä kohti</i>	C/m ³	$\text{m}^{-3}\text{s}^*\text{A}$
pintavaruksen tiheys	<i>coulombia neliömetriä kohti</i>	C/m ²	$\text{m}^{-2}\text{s}^*\text{A}$
sähkövuon tiheys	<i>coulombia neliömetriä kohti</i>	C/m ²	$\text{m}^{-2}\text{s}^*\text{A}$
permittiivisyys	<i>faradia metriä kohti</i>	F/m ²	$\text{m}^{-3}\text{kg}^{-1}\text{s}^4\text{A}^2$
läpäisevyys	<i>henrya metriä kohti</i>	H/m	$\text{m}^*\text{kg}\text{s}^{-2}\text{A}^2$
moolinen energia	<i>jouli moolia kohti</i>	J/mol	$\text{m}^2\text{kg}\text{s}^{-2}\text{mol}^{-1}$
moolientropia, moolinen lämpökapasiteetti	<i>jouli moolia ja kelviniä kohden</i>	J/(mol*K)	$\text{m}^2\text{kg}\text{s}^{-2}\text{K}^{-1}\text{mol}^{-1}$
altistus (röntgen- ja gammasäteily)	<i>coulombia kilogrammaa kohti</i>	C/kg	$\text{kg}^{-1}\text{s}^*\text{A}$
absorptioannosnopeus	<i>gray sekuntia kohti</i>	Gy/s	m^2s^{-3}
säteilyn voimakkuus	<i>wattia steradiaania kohti</i>	W/sr	$\text{m}^4\text{m}^{-2}\text{kg}\text{s}^{-3}=\text{m}^2\text{kg}\text{s}^{-3}$
radianssi, säteilytiheys	<i>wattia neliömetriä ja steradiaania kohti</i>	W/(m ² *sr)	$\text{m}^2\text{m}^{-2}\text{kg}\text{s}^{-3}=\text{kg}\text{s}^{-3}$
katalyyttinen aktiivisuus	<i>katal kuutiometriä kohti</i>	kat/m ³	$\text{m}^{-3}\text{s}^{-1}\text{mol}$

BIPM 2006, 29

Bureau International des Poids et Mesures

LIITE 3. Johdannaisuuksia erikoisnimillä ja tunnuksilla.

Johdannaisuuksia erikoisnimillä ja tunnuksilla				
Johdannaisuus	Nimi	Tunnus	Ilmaistuna muuna kuin SI-yksikkönä	Ilmaistuna SI perusyksikkönä
tasokulma	radiaani	rad	1	m/m
avaruuskulma	steradiaani	sr	1	m ² /m ²
taajuus	hertsi	Hz		s ⁻¹
voima	newton	N		m*kg*s ⁻²
paine, stressi	pascal	PA	N/m ²	m ⁻¹ *kg*s ⁻²
energia, työ, lämpömäärä	joule	J	N*m	m ² *kg*s ⁻²
teho, säteilyteho	watti	W	J/s	m ² *kg*s ⁻³
sähkövaraus, sähkömäärä	coulombi	C		s*A
sähköpotentiaalinen ero, sähkömotorinen voima	voltti	V	W/A	m ² *kg*s ⁻³ *A ⁻¹
kapasitanssi, sähkövarauskyky	faradi	F	C/V	m ⁻² *kg ⁻¹ *s ⁴ *A ²
sähköinen resistanssi, sähkövastus	ohmi	Ω	V/A	m ² *kg*s ⁻³ *A ⁻²
konduktanssi, sähkönjohtokyky	siemens	S	A/V	m ⁻² *kg ⁻¹ *s ³ *A ²
magneettivuo	wber	Wb	V*s	m ² *kg*s ⁻² *A ⁻¹
magneettivuon tiheys	tesla	Tunnus	Wb/m ²	kg*s ⁻² *A ⁻¹
induktanssi, induktiivinen vastus	henry	Hz	Wb/A	m ² *kg*s ⁻² *A ⁻²
Celsius lämpötila	Celsiusaste	°C		K
valovirta	luumen	lm	cd*sr	cd
valaistusvoimakkuus	lux	lx	lm/m ²	m ⁻² *cd
radionuklidi, radioaktiivisen aineen aktiivisuus	becquerel	Bq		s ⁻¹
säteilyannos, ominaisenergianluovutus, kerma	gray	Gy	J/kg	m ² *s ⁻²
ympäröivä, suunnattu tai henkilökohtainen ekvivalenttiannos	sievert	Sv	J/kg	m ² *s ⁻²
katalyyttinen aktiivisuus	katal	kat		s ⁻¹ *mol

BIPM 2006, 28

Bureau International des Poids et Mesures

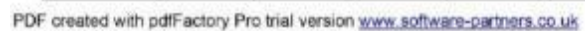
LIITE 4. Ei SI-yksiköitä.

Ei SI-yksiköitä			
Suure	Yksikön nimi	Yksikön tunnus	Arvo SI-yksiköinä
aika	minuutti	min	1 min = 60 s
	tunti	h	1 h = 60 min = 3600 s
	päivä	d	1 d = 24 h = 86 400 s
tasokulma	aste	°	1° = (π /180) rad
	minuutti	'	1' = (1/60)° = (π /10 800) rad
	sekunti	"	1" = (1/60)' = (π /648 000) rad
pinta-ala	hehtaari	ha	1 ha = 1 hm ² = 10 ⁴ m ²
tilavuus	litra	L, l	1 L = 1 l = 1 dm ³ = 10 ³ cm ³ = 10 ⁻³ m ³
massa	tonni	t	1 t = 10 ³ kg
pituus	astronominen yksikkö	au	1 au = 149 597 870 700 m

LIITE 5. Kerrannaisyksiköt.

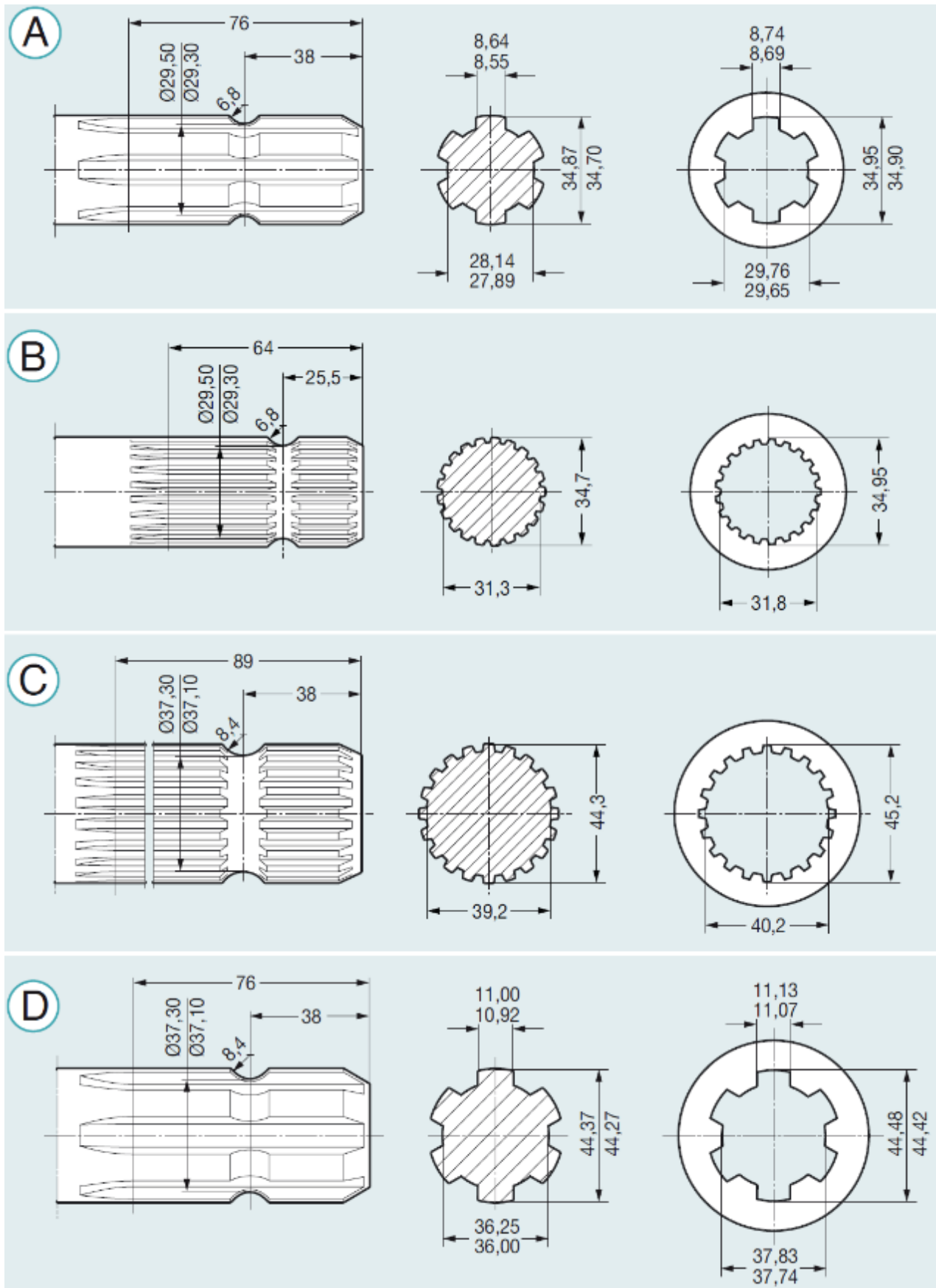
Kerrannaisyksiköt					
Kerroin	Nimi	Tunnus	Kerroin	Nimi	Tunnus
10^1	deka	da	10^{-1}	desi	d
10^2	hehto	h	10^{-2}	sentti	c
10^3	kilo	k	10^{-3}	milli	m
10^6	mega	M	10^{-6}	mikro	μ
10^9	giga	G	10^{-9}	nano	n
10^{12}	tera	T	10^{-12}	piko	p
10^{15}	peta	P	10^{-15}	femto	f
10^{18}	eksa	E	10^{-18}	atto	a
10^{21}	tsetta	Z	10^{-21}	tsepto	z
10^{24}	jotta	Y	10^{-24}	jokto	y

BIPM 2006, 32
Bureau International des Poids et Mesures



1 3/8 PTO Assembly
Kukkurainen 2017

LIITE 7. Mekaaniset liitävaihtoehdot voiman ulosottoakseliin.



LIITE 8. Laakerin tiedot.

SKF

Tolerances: Single row, Stainless steel, Filling slots, Double row

Values: Normal (metric), P6, P5, Normal (inch)

Radial internal clearance: Single row, Stainless steel, Filling slots, Double row

Values: Matched bearing pairs, Stainless steel $d < 10$ mm, Other bearings

Recommended fits

Shaft and housing tolerances and fits

6009-2RS1

SKF Explorer

Dimensions

d	45	mm
D	75	mm
B	16	mm
d ₁	≈ 54.75	mm
D ₂	≈ 67.8	mm
r _{1,2}	min. 1	mm

Abutment dimensions

d _a	min. 50.8	mm
d _a	max. 54.7	mm
D _a	max. 69.2	mm
r _a	max. 1	mm

Calculation data

Basic dynamic load rating	C	22.1	kN
Basic static load rating	C ₀	14.6	kN
Fatigue load limit	P _u	0.64	kN
Limiting speed		5600	r/min
Calculation factor	k _f	0.025	
Calculation factor	f ₀	14.9	

Mass

Mass bearing	0.251	kg
--------------	-------	----

SKF 6009-2RS1
 SKF Products

Datum Electronics Ltd. v2.4.0 ohjelma

Matikainen Janne

Liite 9

Kesä 2017

SeAMK Tekniikka

Konetekniikan tutkinto-ohjelma

Sisällysluettelo

1 YLEISTÄ.....	3
2 KÄYTTÖ "RUN" TILASSA.....	4
3 KÄYTTÖ "CONFIG" TILASSA.....	9

1 YLEISTÄ

Ohjelma on vapaasti asennettavissa usealle tietokoneelle, eikä se tarvitse mitään fyysistä käyttöavainta tai tunnuksia, mutta ajurit ohjelma tai pikemminkin signaalinkäsittelijä tarvitsee.

Ohjelma vie alle 2 megabittiä tilaa ja ajurikansio Windows 7 käyttöjärjestelmälle hieman yli 3 megabittiä, mutta näiden lisäksi on hyvä olla mukana tehdaskonfiguraatio perusasetusten palauttamiseen.

Ohjelmassa on kaksi käyttötilaa, joista ensimmäinen ja oletuksena käynnistyvä "Run" tila, jossa laitetta ei ole mahdollista saada mahdottoman toimimattomaan tilaan. Toinen tila on "Config" tila, jossa voidaan säätää asetuksia tarkemmin.

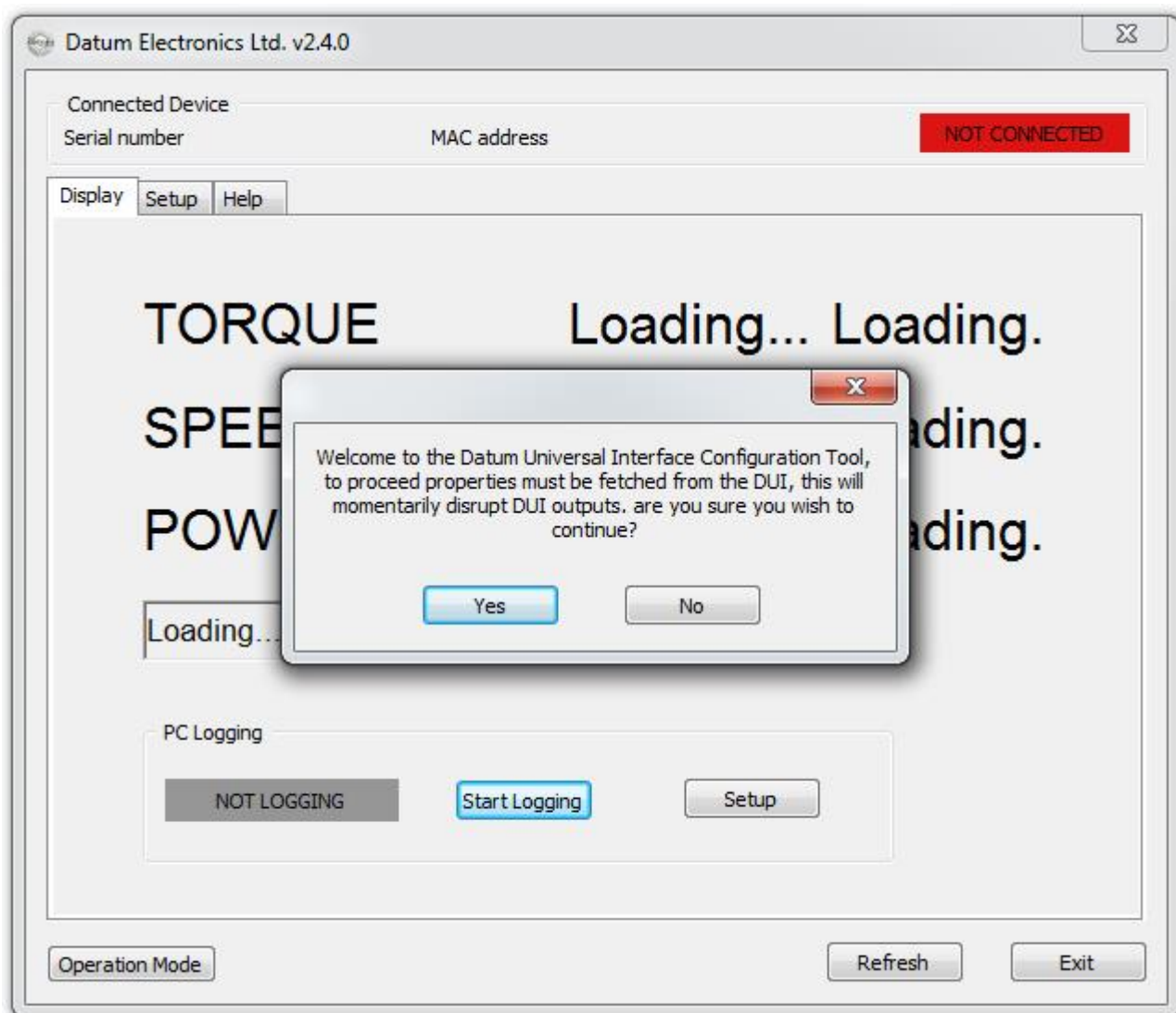
Ohjelman asetukset tallentuvat signaalinkäsittelijään, joten laitteiston käyttö usealla koneella on nopeaa, eikä asetuksia tarvitse aleta säädellä uudella laitteistolla, mikäli ne ovat kunnossa.

2 KÄYTTÖ ”RUN” TILASSA

Käytettäessä tietokoneella ensimmäistä kertaa Datum Electronicsin ohjelmistoa tai pikemminkin liitettäessä itse mitta-laite signaalinkäsittelijään ja signaalinkäsittelijä tietokoneeseen, voi virtojen kytkemisen jälkeen tulla virheilmoituksia puuttuvista ajureista tai ohjelman jäädessä miettimään pitkäksi aikaa, eikä tila vaihdu muuksi ”Not connected” sijaan.

Laitteistolle on asennettava monesti ajurit manuaalisesti ja tietokoneen laitehallinnasta pitäisi löytyä aluksi laite nimellä  FT232R USB UART , jolle on asennettava ajuri ohjelman ajurikansioista. Kun ”FT232R USB UART” on asennettu ajuri, ilmaantuu hyvin todennäköisesti toinen tunnistamaton laite tietokoneen laitehallintaan, joka kulkee nimellä  USB Serial Port , tälle asennetaan myös manuaalisesti ajuri ohjelman ajurikansioista.

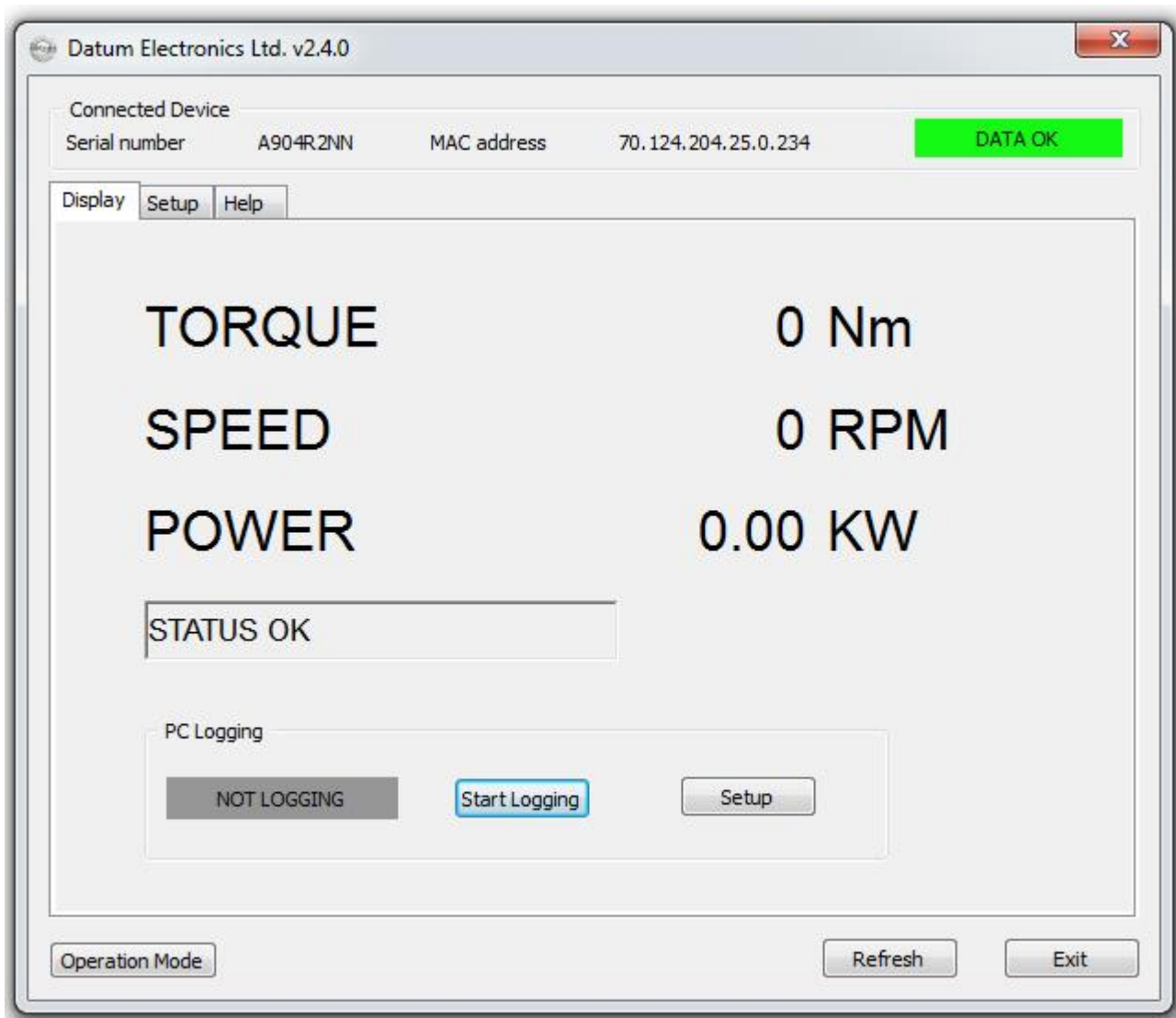
Kun ajurit on asennettu, niin ohjelmaa käynnistäessä se pyytää lupaa hakea asetuksia signaalinkäsittelijältä, johon voi vastata myöntävästi ”Yes”, mikäli haluaa ohjelmaan signaalinkäsittelijän asetukset.



Ohjelma miettii käynnistyessään hetken aikaa jolloin punainen "Not connected" tila vaihtuu oranssiksi "Config" tilaksi ja lopulta "Data OK" tilaan mikäli kaikki on kunnossa.

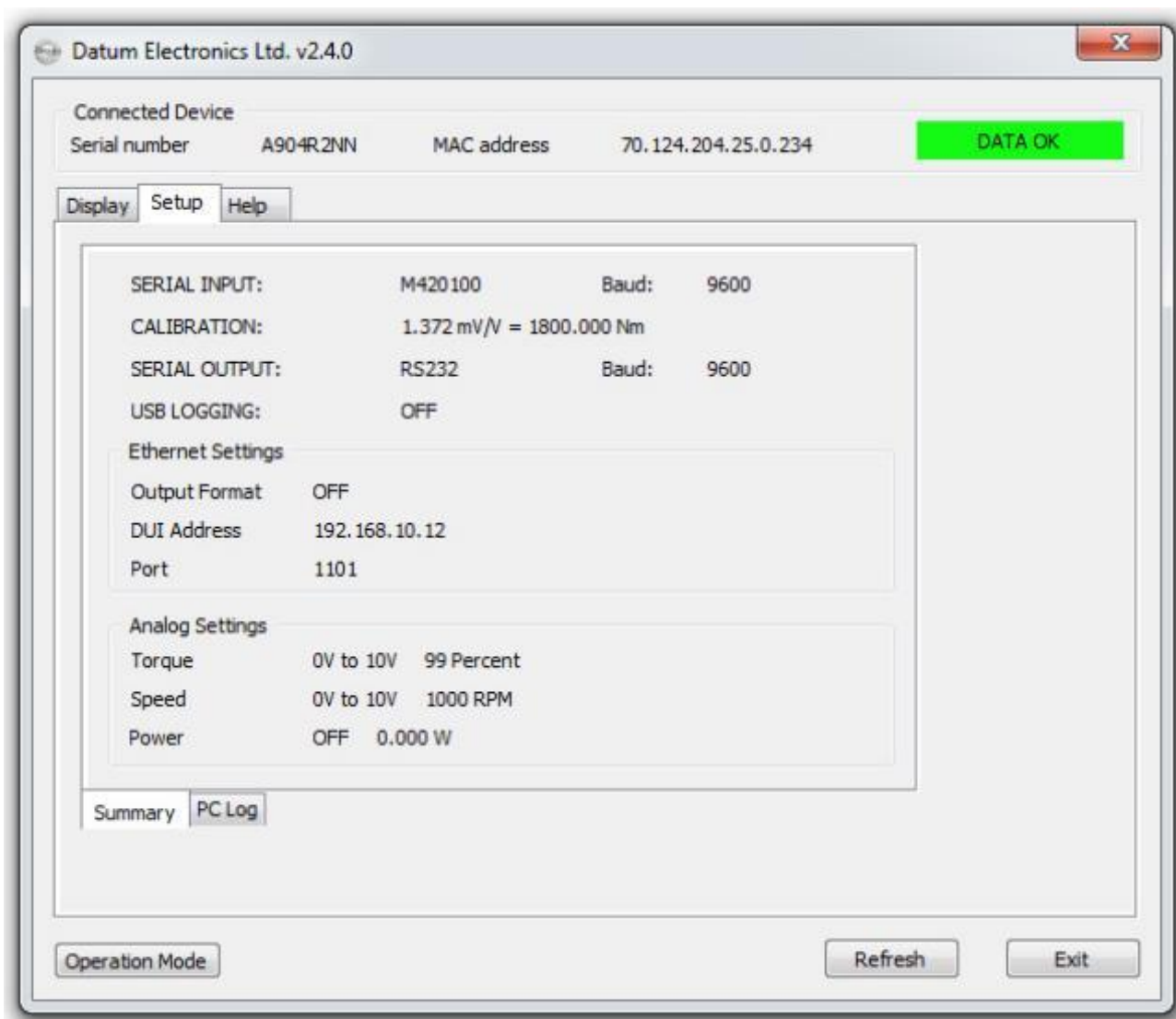
"Run" tilan ensimmäinen näkymä on "Display" välilehti, joka näyttää kuvien mukaisessa versiossa vääntömomentin, kierrosluvun, voiman sekä laitteen tilan ja sen, onko loggaus tietokoneelle käynnissä.

Mikäli asetukset ovat selvillä voidaan loggaus tietokoneelle aloittaa painamalla "Start logging".



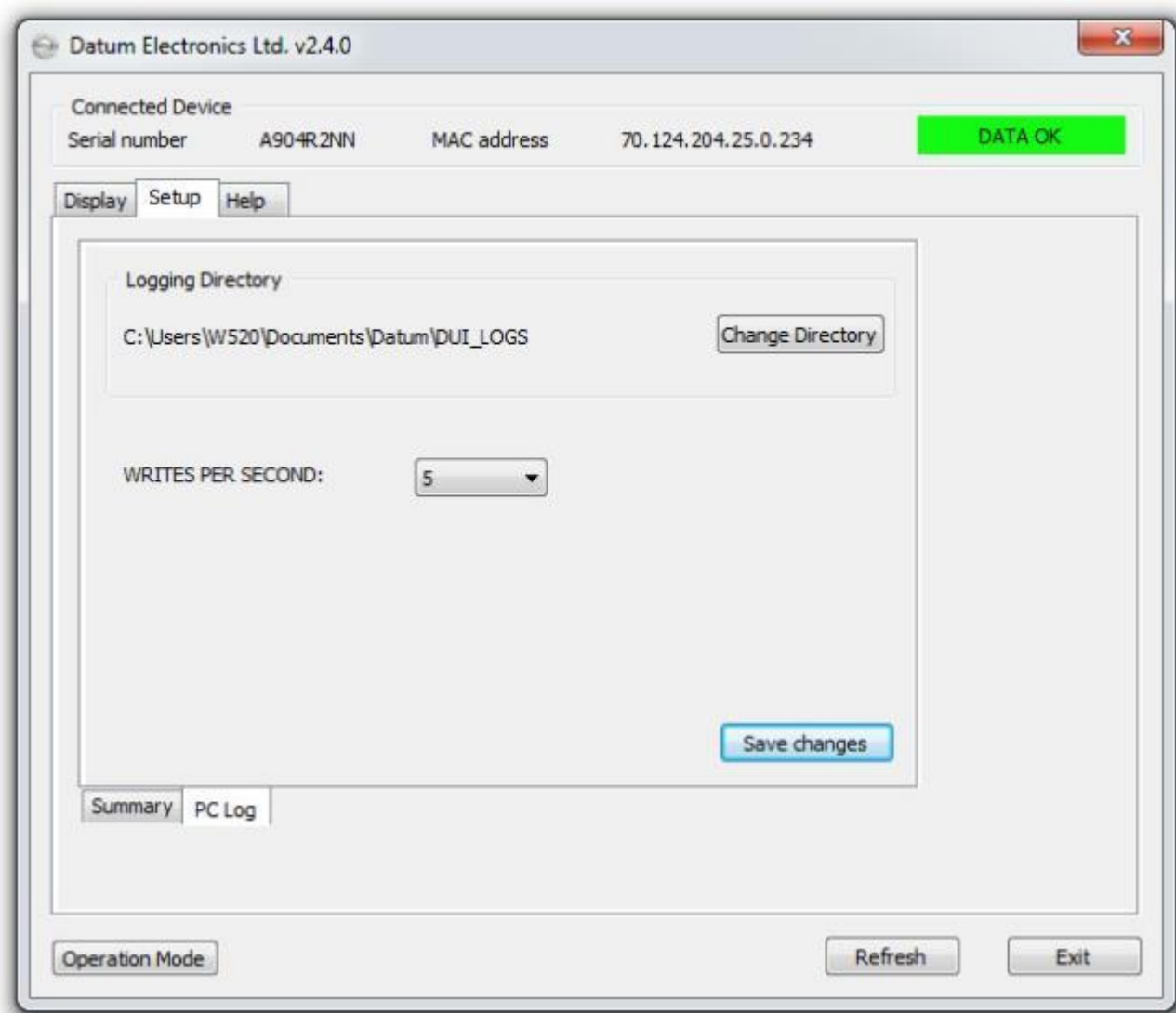
Seuraavalla "Setup" välilehdellä nähdään laitteen ja login tilaa koskevia tietoja. "Setup" välilehdellä on alaosi-
oina "Summary" ja "PC Log"

"Summary" osiossa on nähvillä yleisimmät tärkeät tiedot nopeasti ja myös, onko USB-muistikulle loggaus
käytössä. Muistikulle loggaus vaatii joskus tikun kiinni olemisen heti signaalinkäsittelijän käynnistyshetkellä
ja mikäli USB-muistikussa on käytön merkkivalo, alkaa se välkkyä kun tallennus on meneillään. Suurin tuettu
USB-muistin koko on valmistajan mukaan 64Gb, mutta laitteisto saattaa tukea isompiakin kokoja.

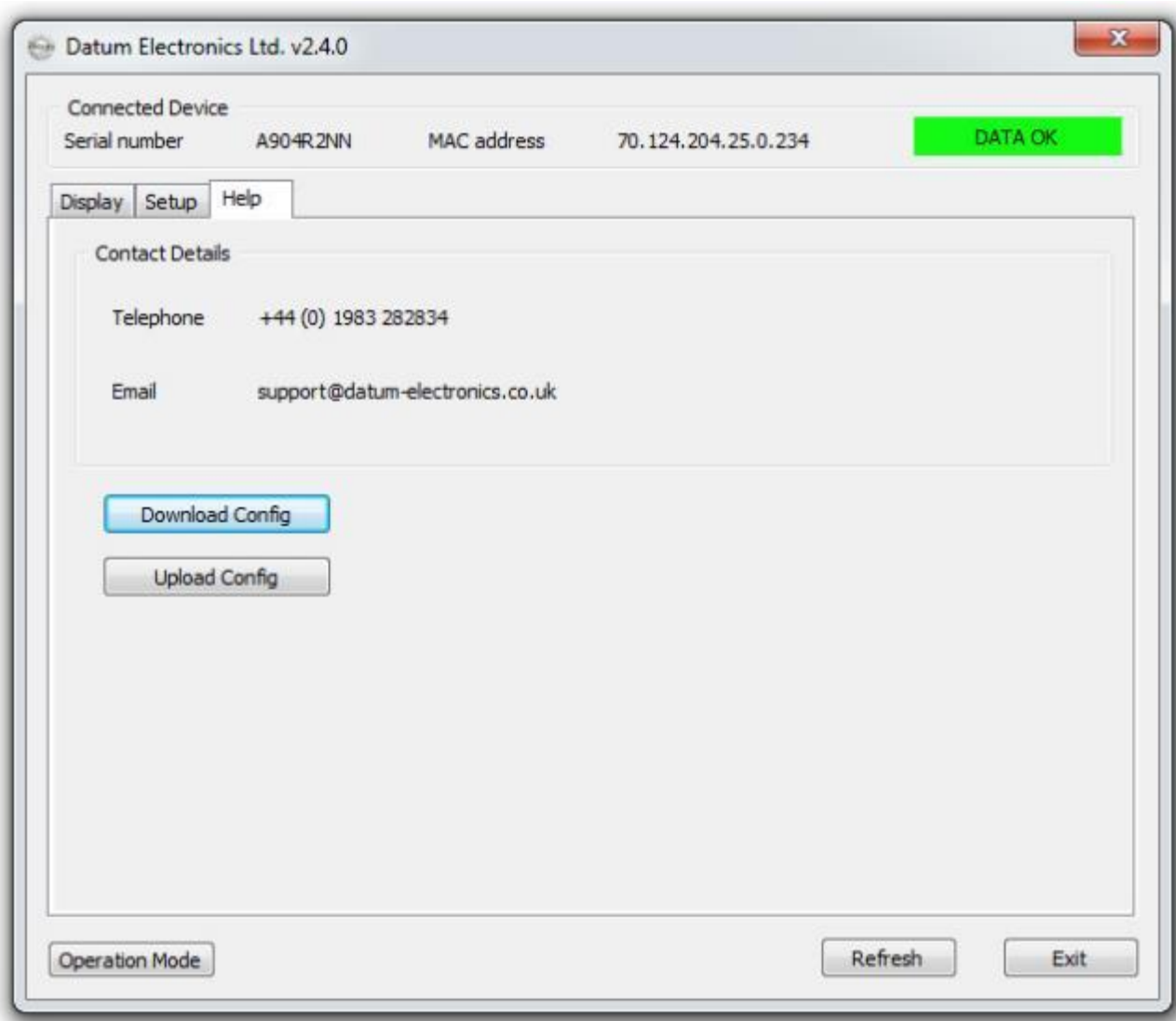


"PC Log" osiossa voidaan muuttaa näytteenottotaajuutta ja periaatteessa vaihtaa lokitietojen tallennuskansiota. Maahantuojan mukaan tallennuskansion muutos ei kuitenkaan ole mahdollista ja maksimi näytteenottoaajuus on PTO 420 Series anturille 100 näytettä sekunnissa. Tallennuskansion valitsemiseen on tekeillä ohjelmistopäivitys valmistajan osalta.

Mikäli muutoksia tehdään, on painettava "Save changes" painiketta ennen kuin muutokset tulevat voimaan.

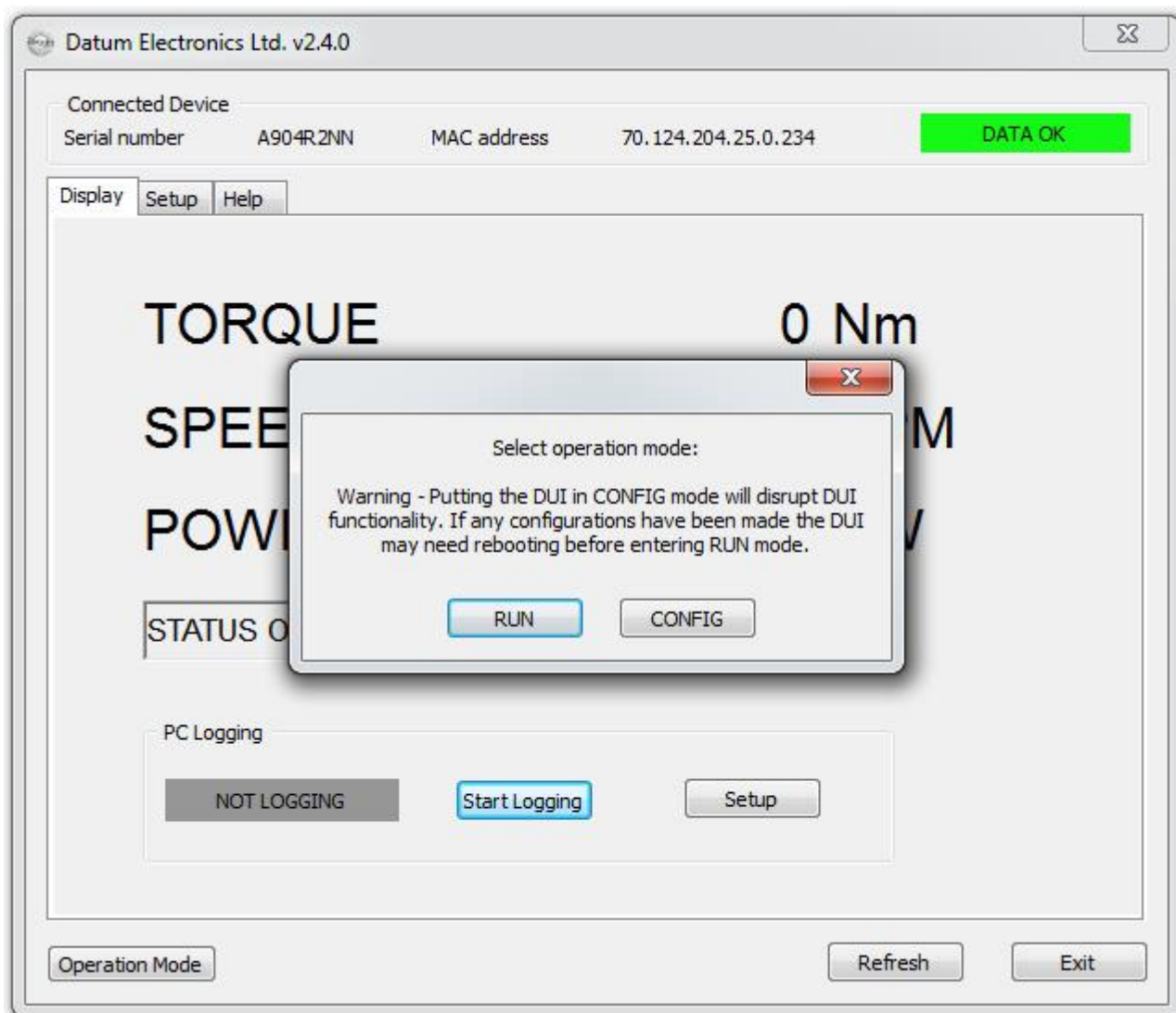


Kolmas välilehti esittelee "Help" osion, jossa voi myös ladata tai siirtää konfiguraation. Mikäli laite näyttää lepotilassaan erikoisia lukemia, esimerkiksi 900Nm, voi konfiguraation tuominen "Upload Config" toiminnolla pelastaa tilanteen. Konfiguraatio tiedosto sijaitsee kalibrointitodistuksen kansiossa nimellä "config.csv".

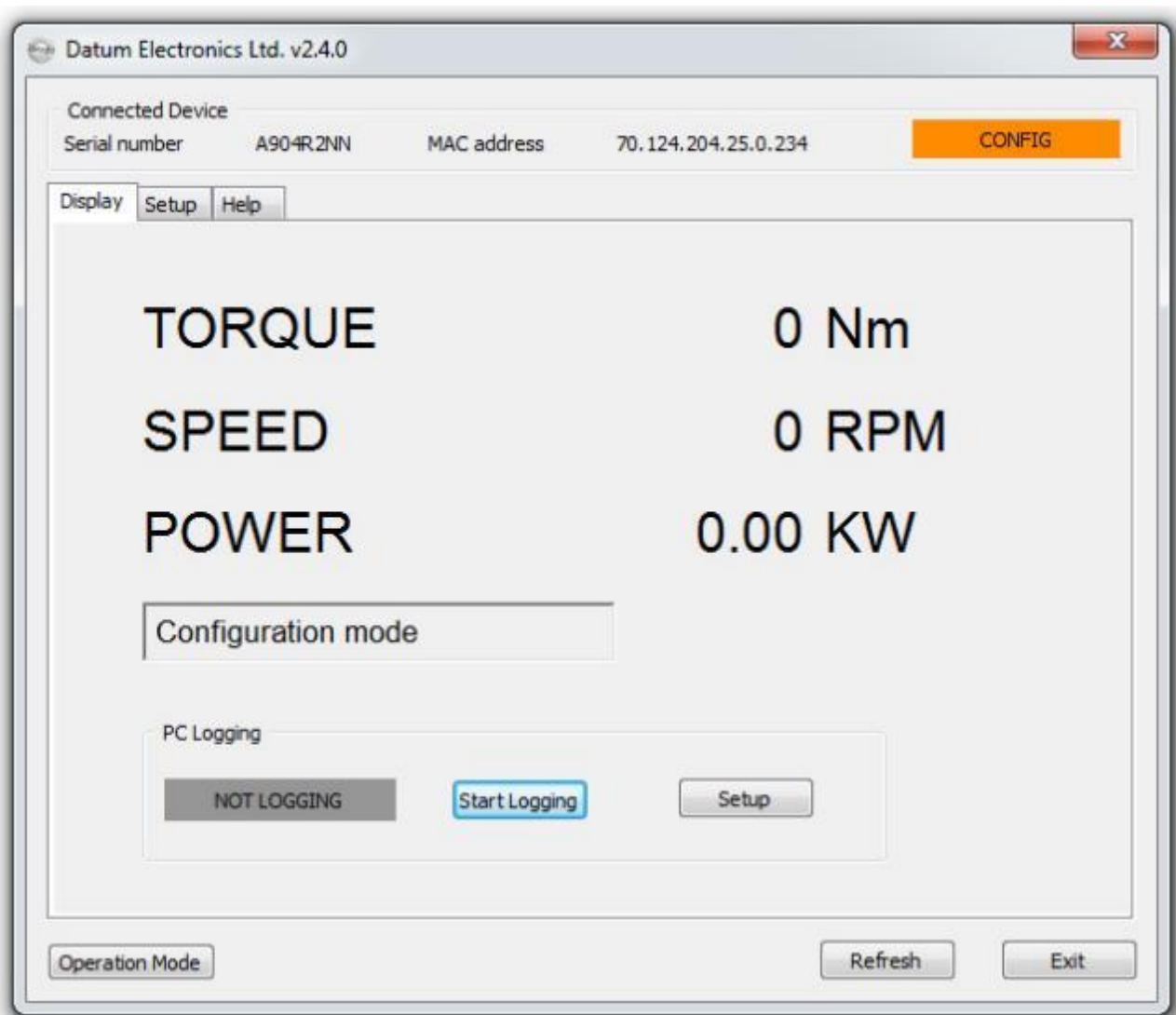


3 KÄYTTÖ ”CONFIG” TILASSA

Vaihdettaessa toimintatilaa ”Operation Mode” painikkeella, ohjelma ilmoittaa käyttäjälle, että signaalinkäsittelijän toiminta häiriintyy ja jos muutoksia konfiguraatioon tehdään ja signaalinkäsittelijän voi joutua käynnistämään uudelleen ennen kuin siirrytään ”Run” käyttötilaan.

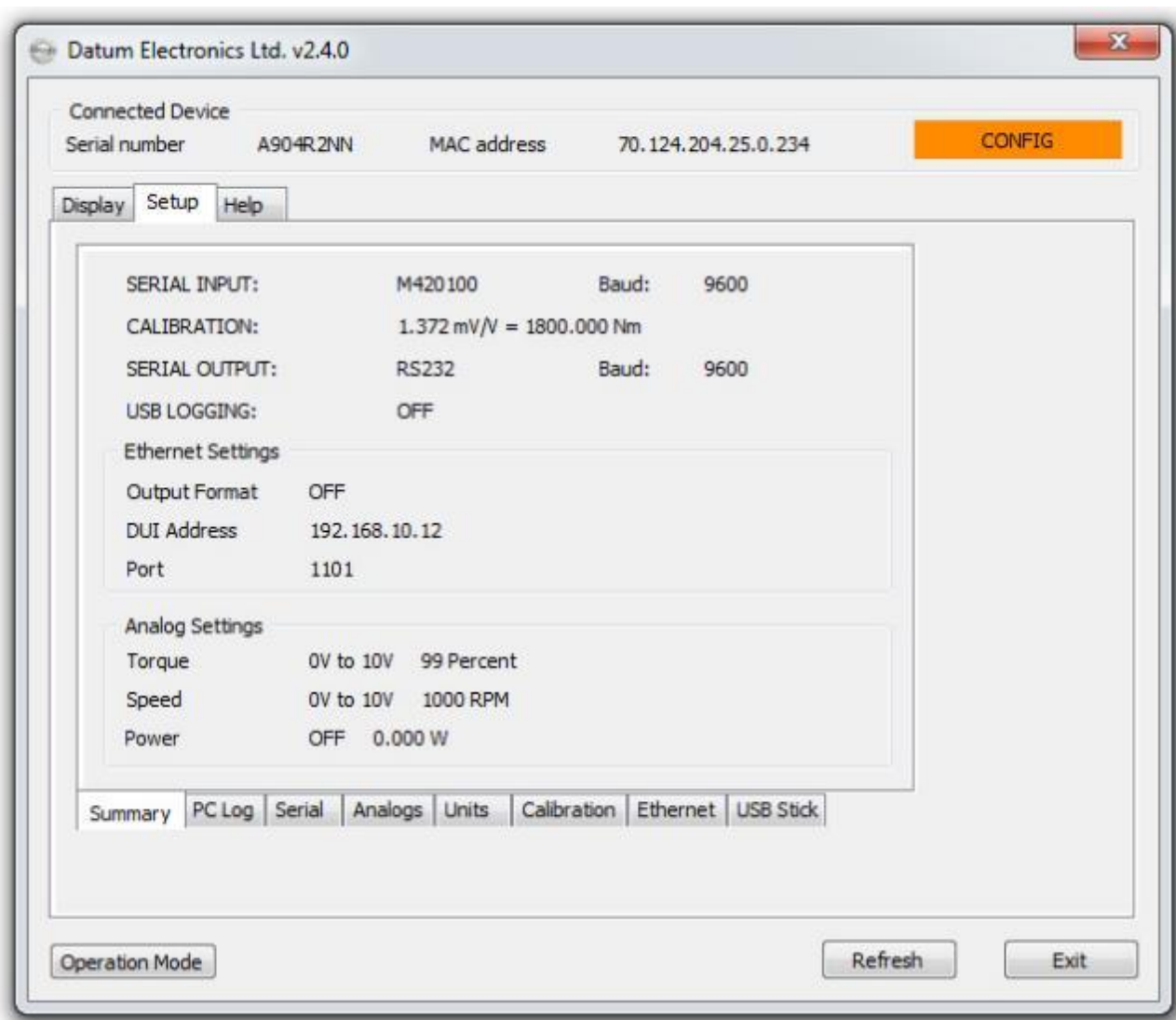


Toimintatilan vaihtuessa "Run" tilasta "Config" tilaan, jää ohjelman yläosaan oranssin värinen "Config" merkki palamaan. Tila on luettavissa myös signaalinkäsittelijän näytöltä.

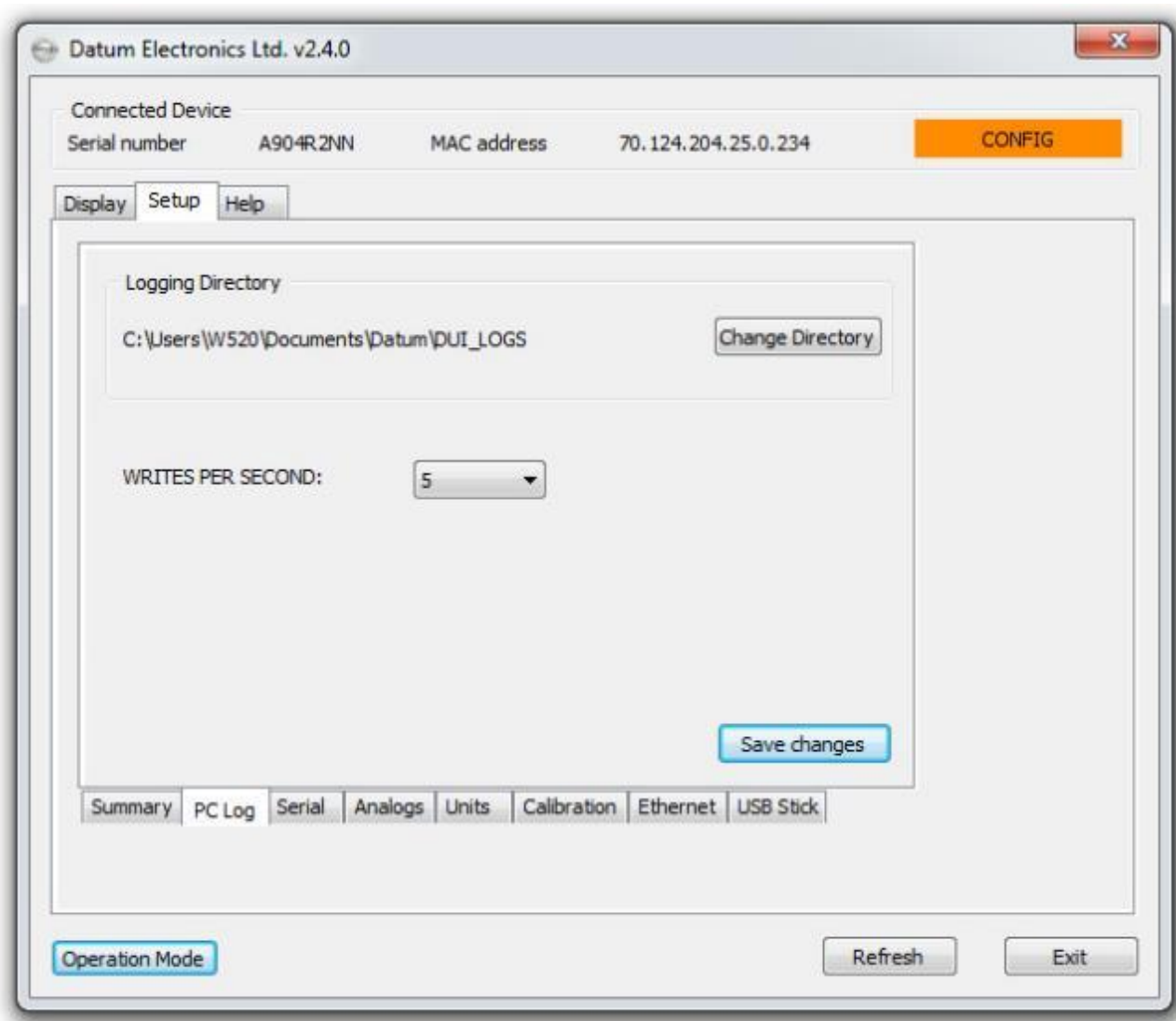


"Setup" välilehdellä on "Config" tilassa huomattavasti enemmän alaosioita kuin "Run" tilassa.

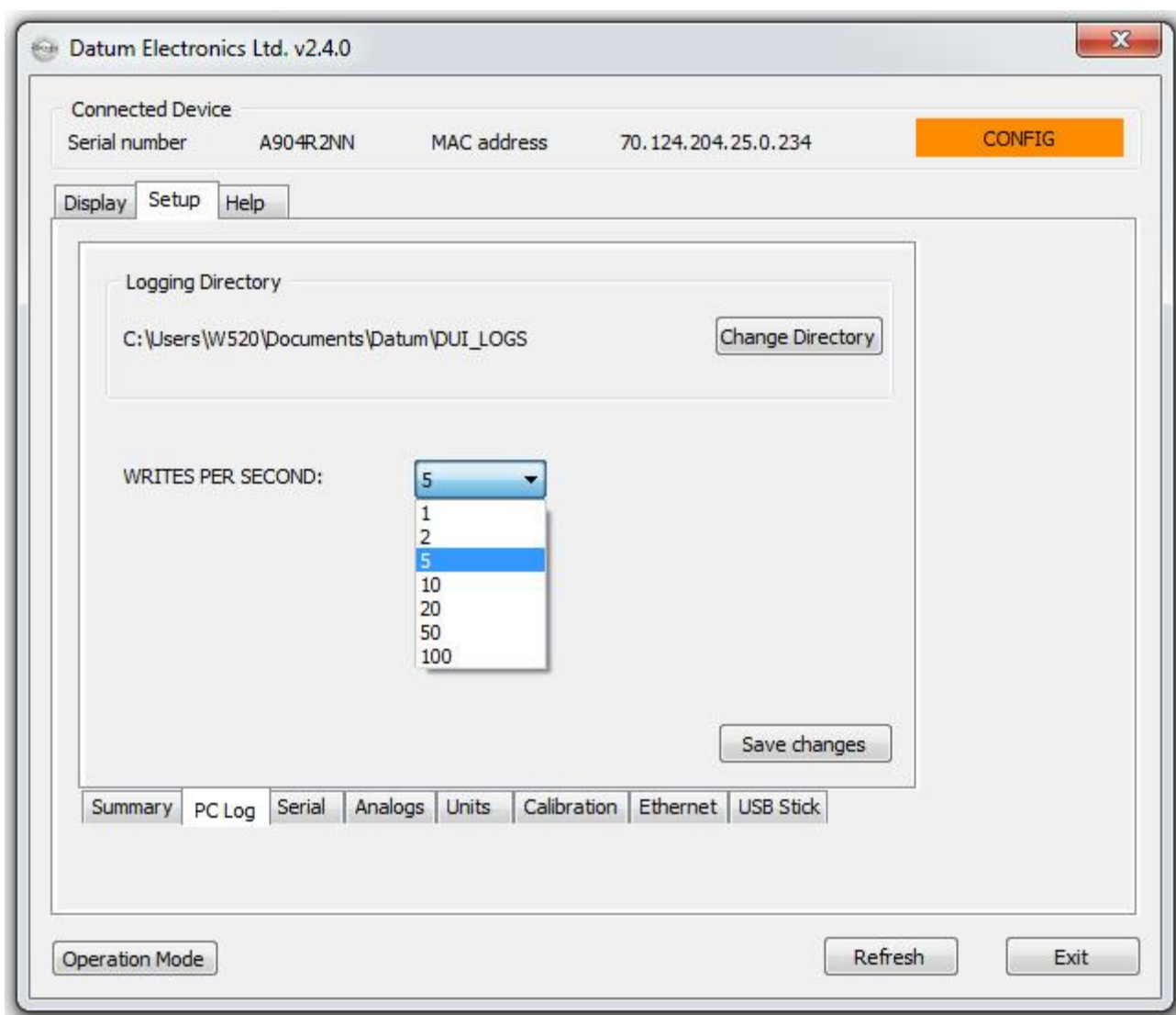
"Summary" osio säilyy kuitenkin samanlaisena kuin "Run" tilassa.



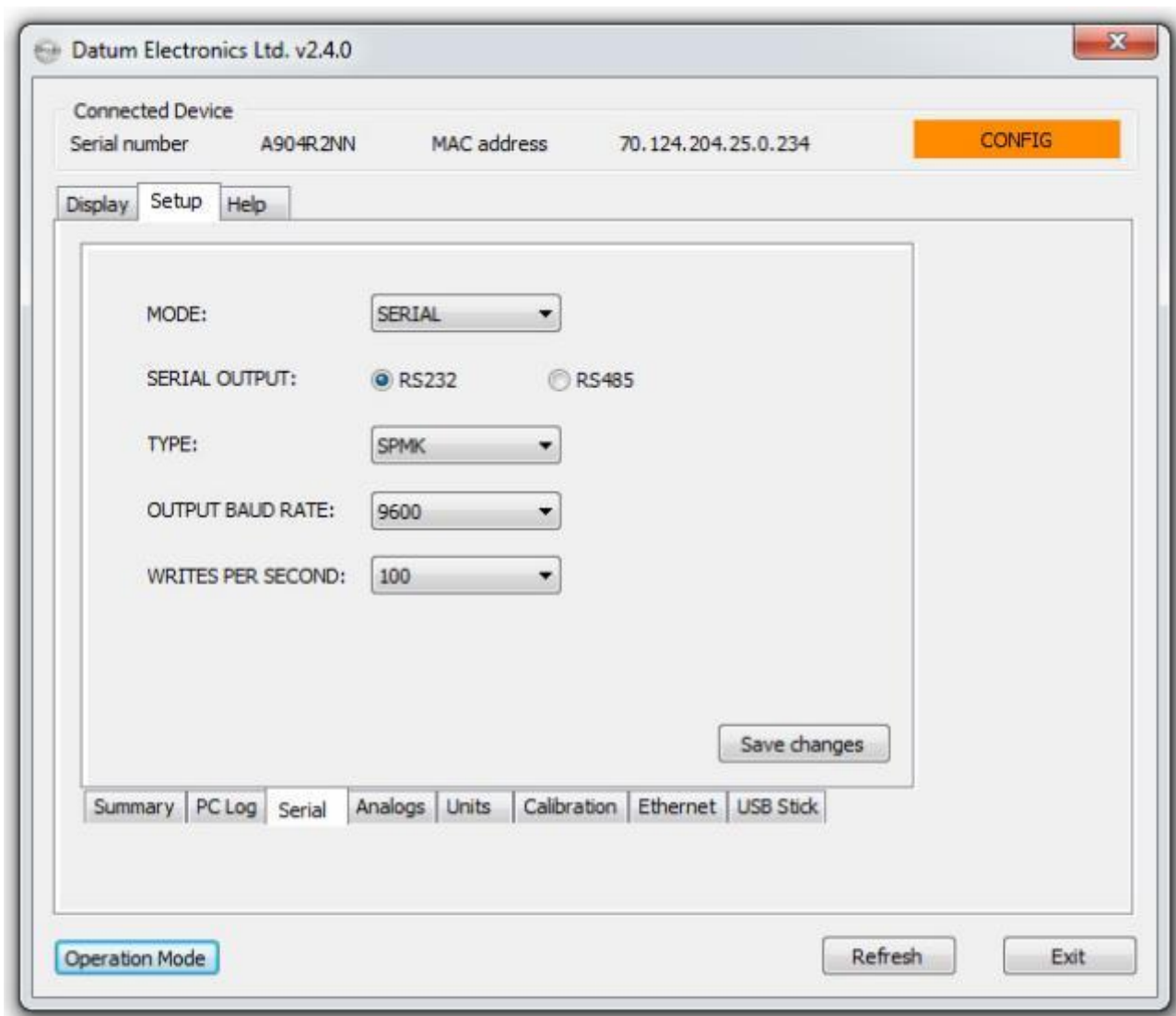
Myös "PC Log" tila säilyy samanlaisena kuin "Run" tilassa, mutta tehtäessä muutoksia "Config" tilassa ja tallennettaessa ne, ohjelma palaa usein automaattisesti takaisin "Run" tilaan.



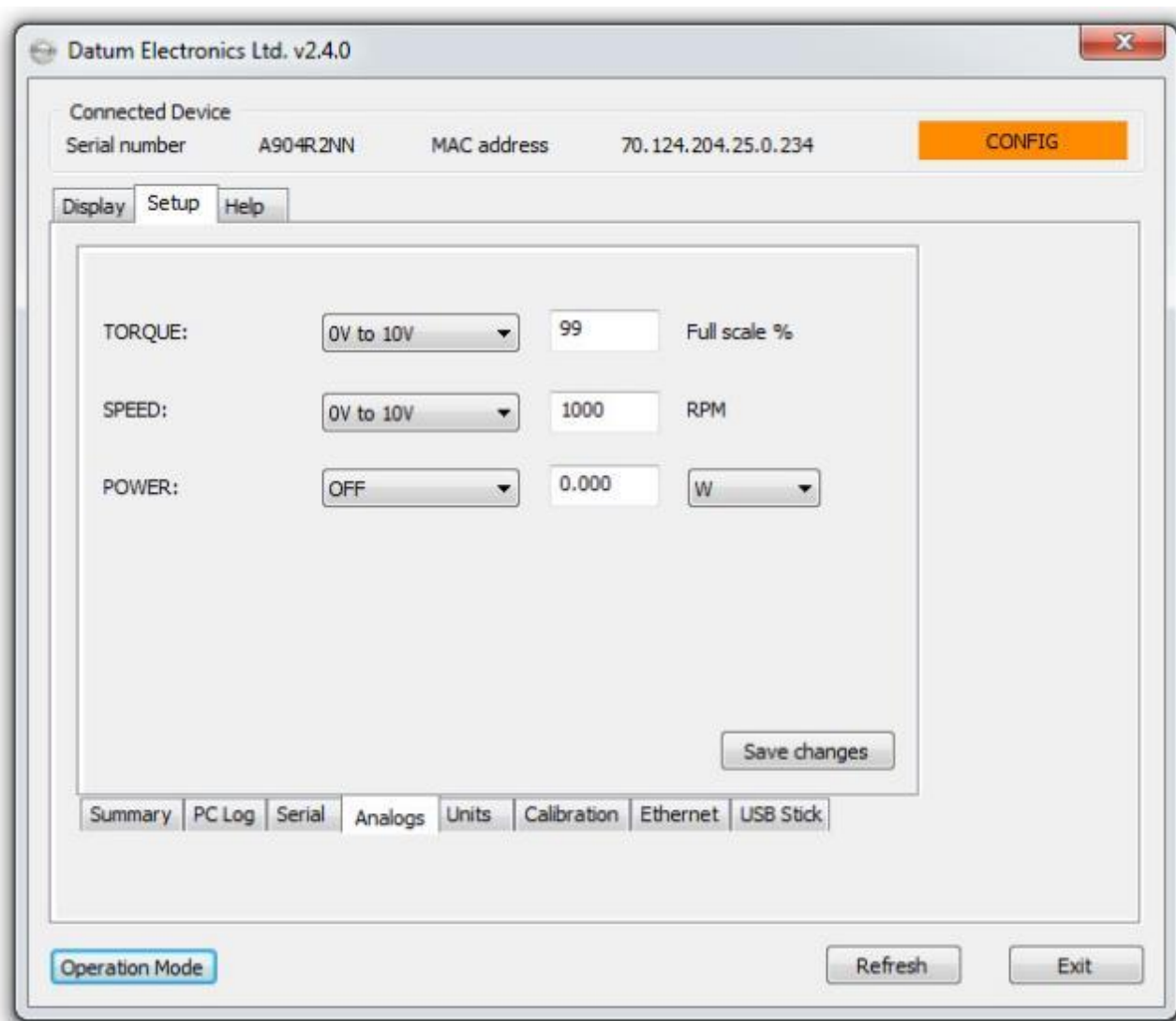
"Writes per second" pudotusvalikossa on nähtävillä näytteenottotaajuuden vaihtoehdot yhdestä näytteestä sa-
taan näytteeseen sekunnissa.



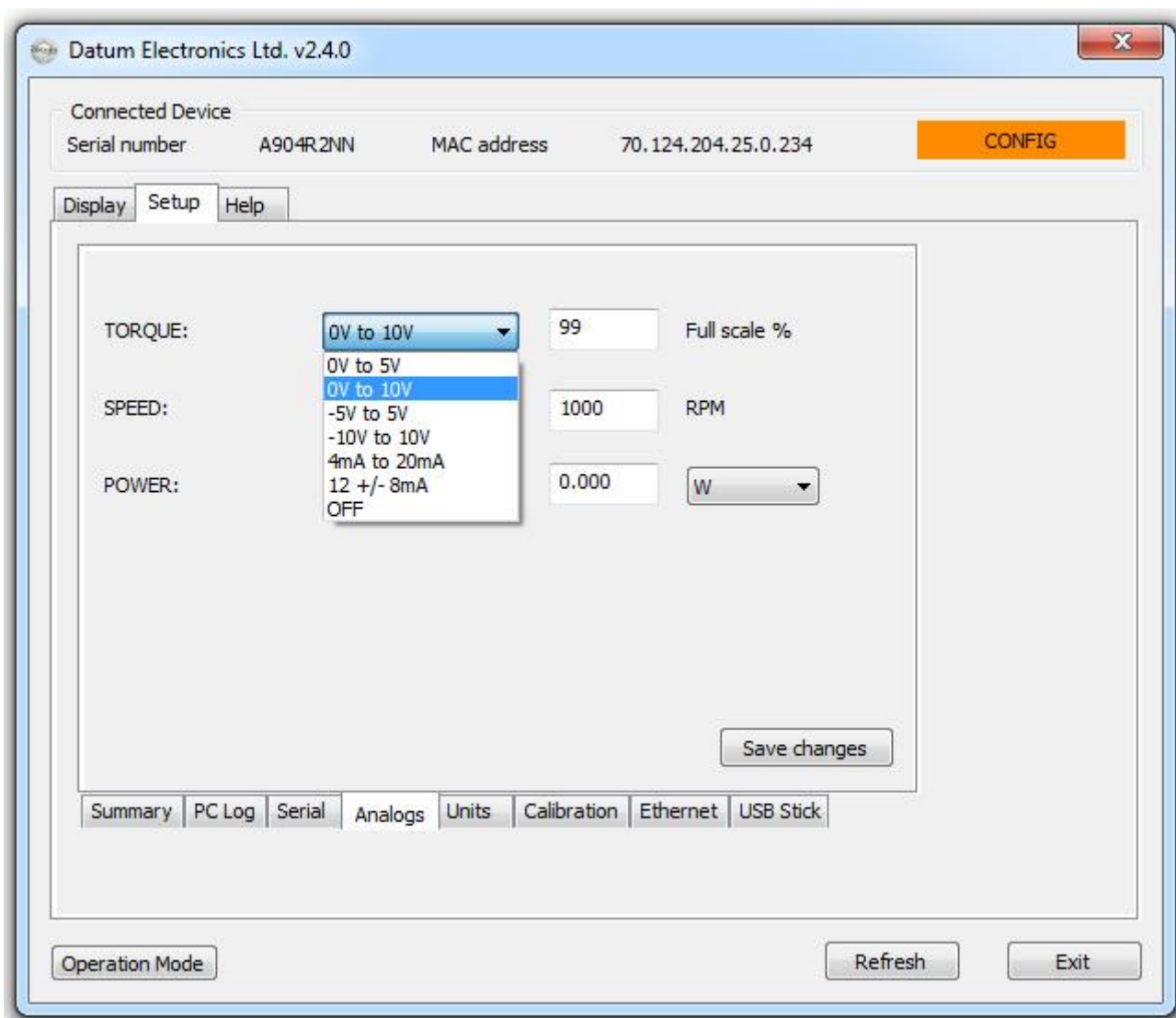
"Serial" osiossa päästään muuttamaan sarjaliitännän asetuksia ja esimerkiksi siirtonopeuksia.



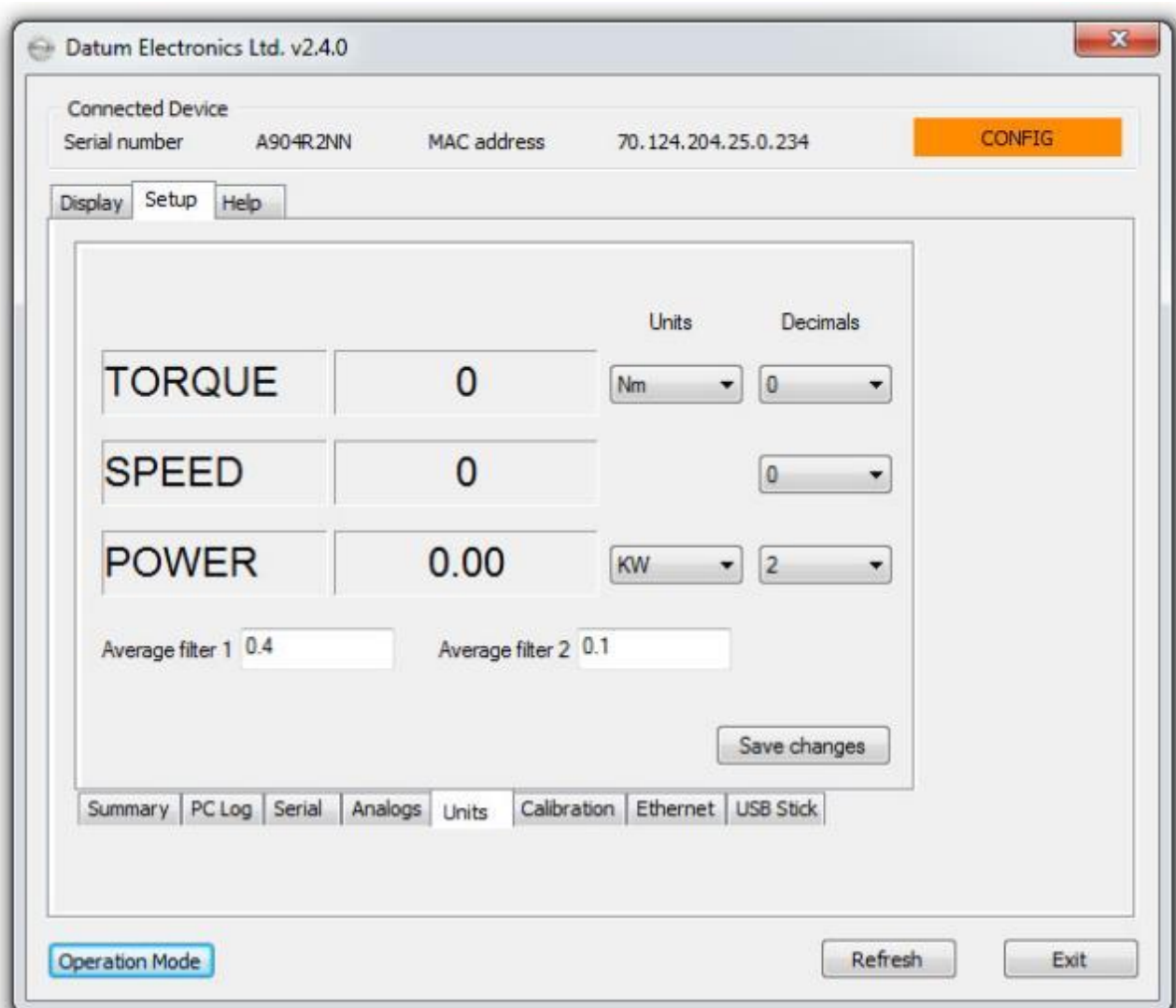
"Analog" osiossa voidaan muuttaa analogisten signaalilähtöjen skaalauksia.



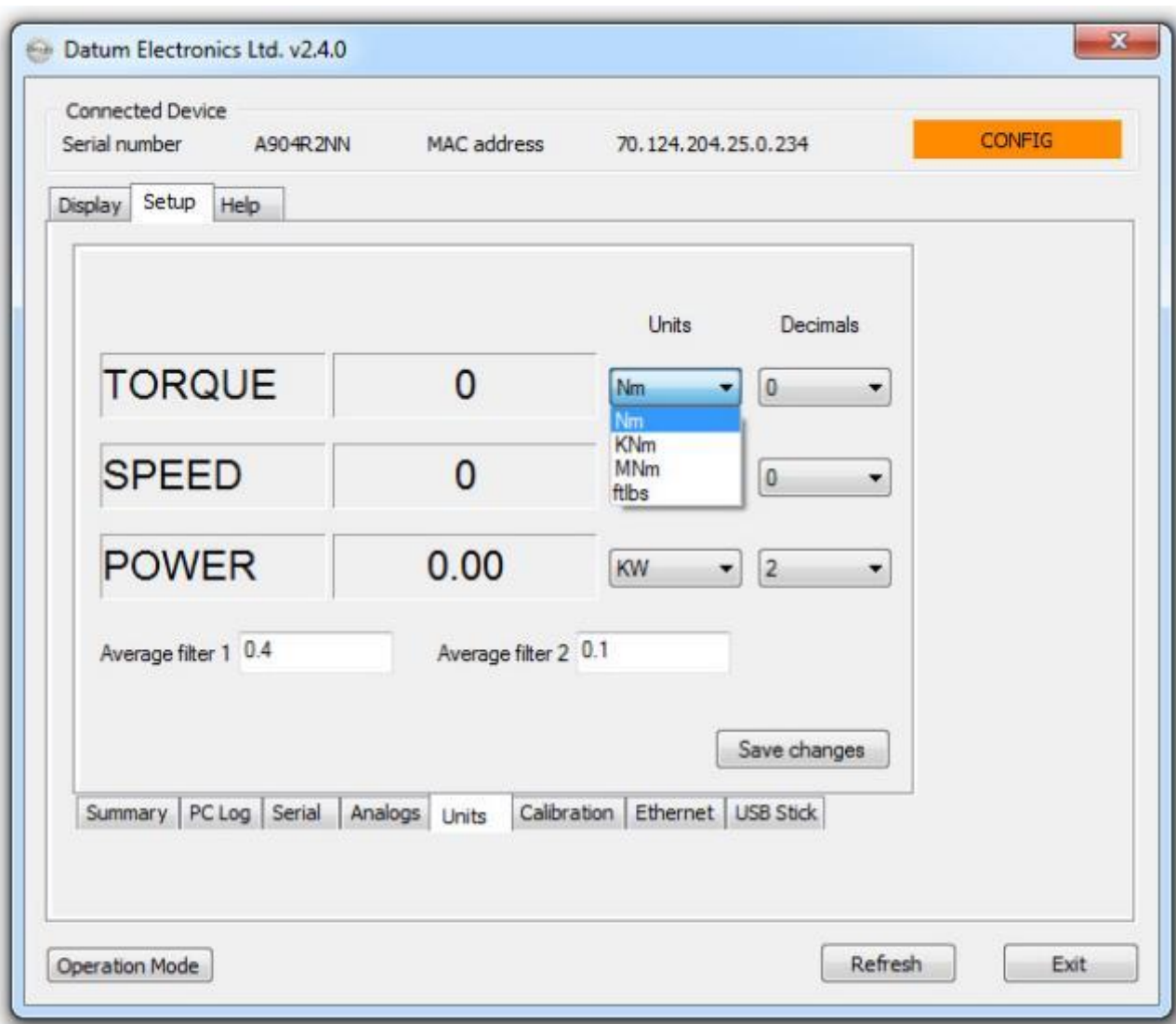
Analogsille lähdöille on lähinnä mielikuvitus rajana, kun ajatellaan tiedonkeruuta tai rinnakkaisten järjestelmien analyysia.



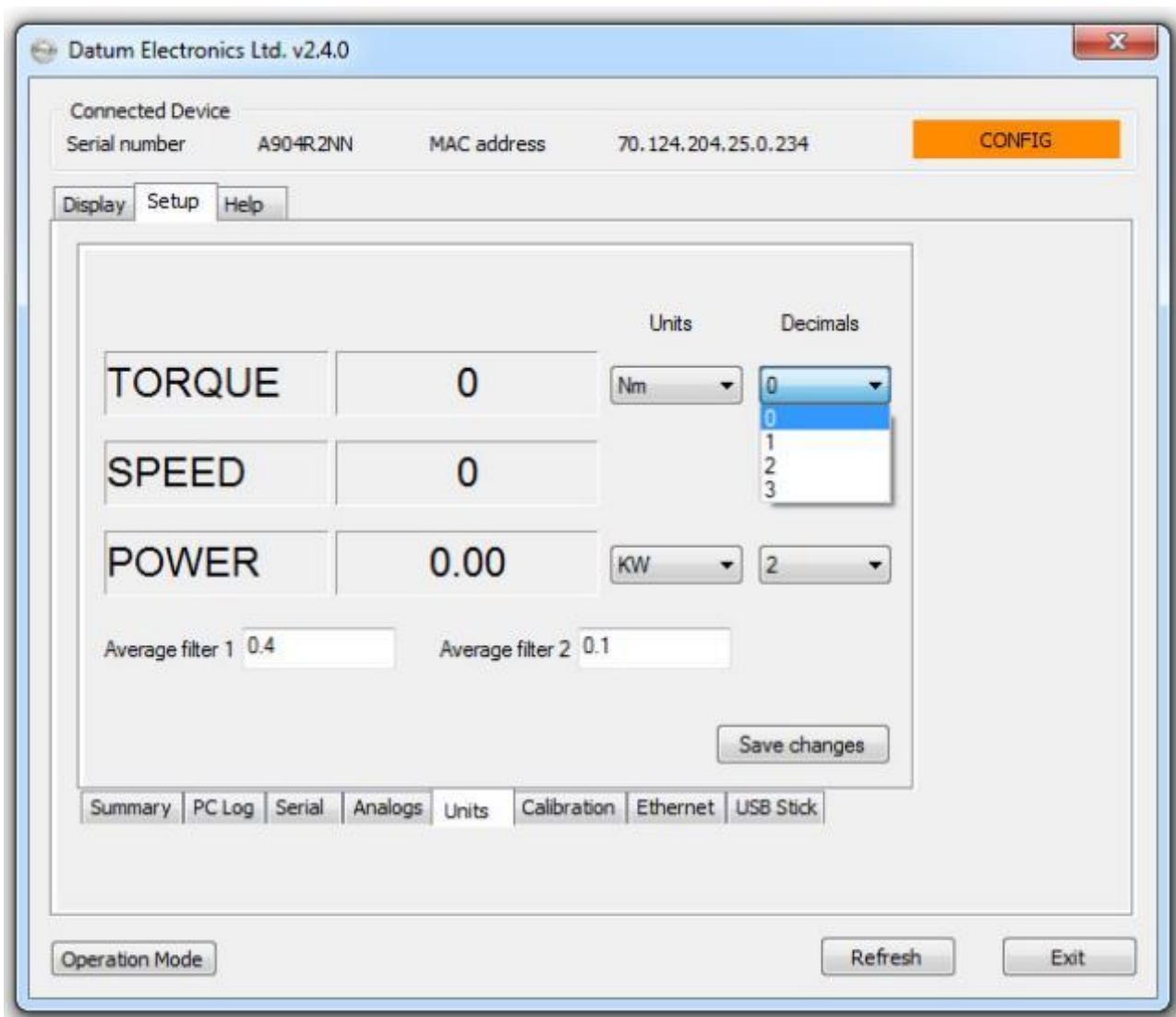
"Units" osiossa voidaan säätää mittayksiköitä ja niiden desimaalilukuja. "Average filter" kohdat ovat niin sanotusti mittavirheiden tasaukseen.



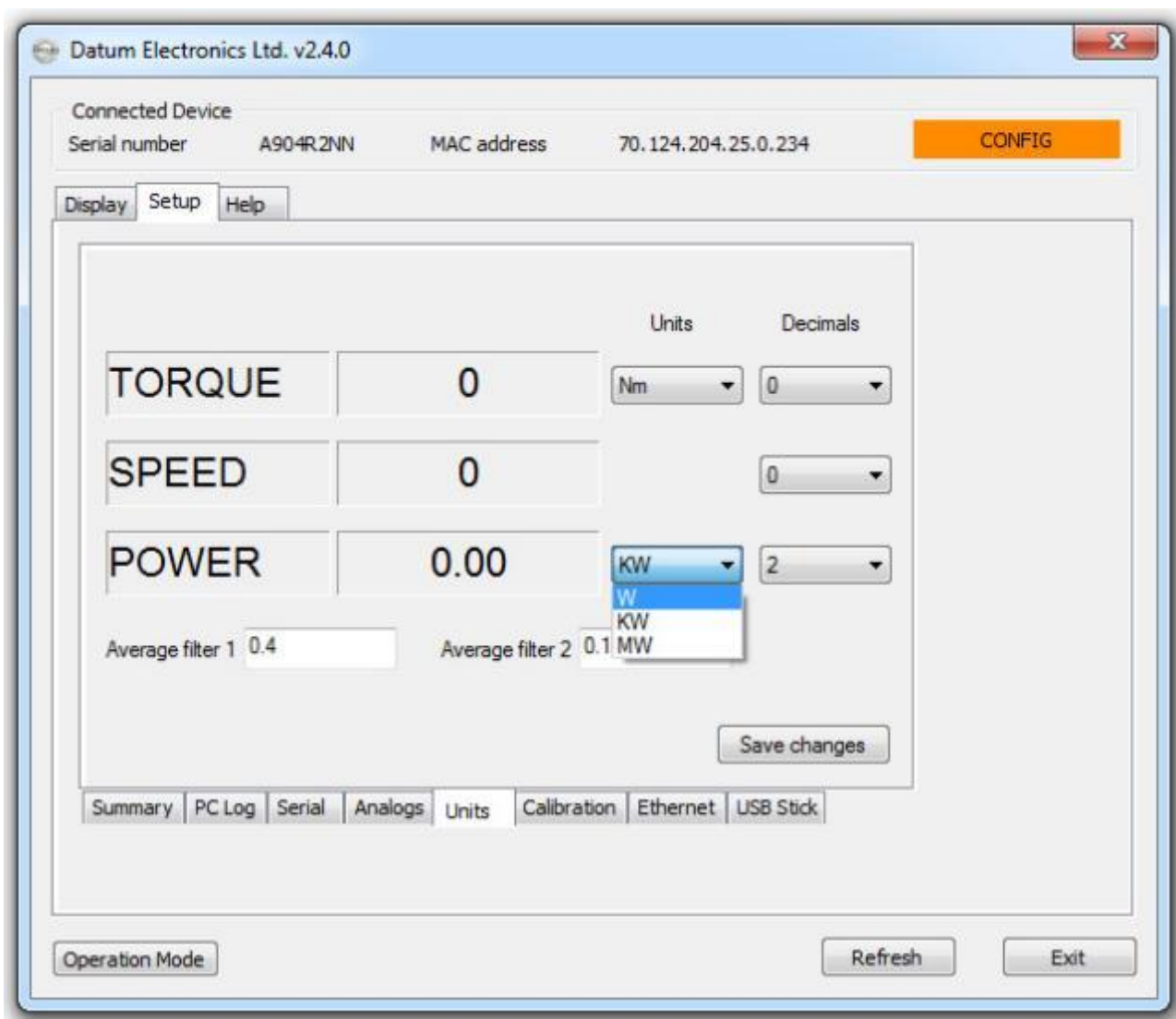
Toiminto on suunnattu erityisesti kovemman kuormitusluokan antureille tai mittayksiköiden suoraan käsittelyyn eri suuruusluokassa.



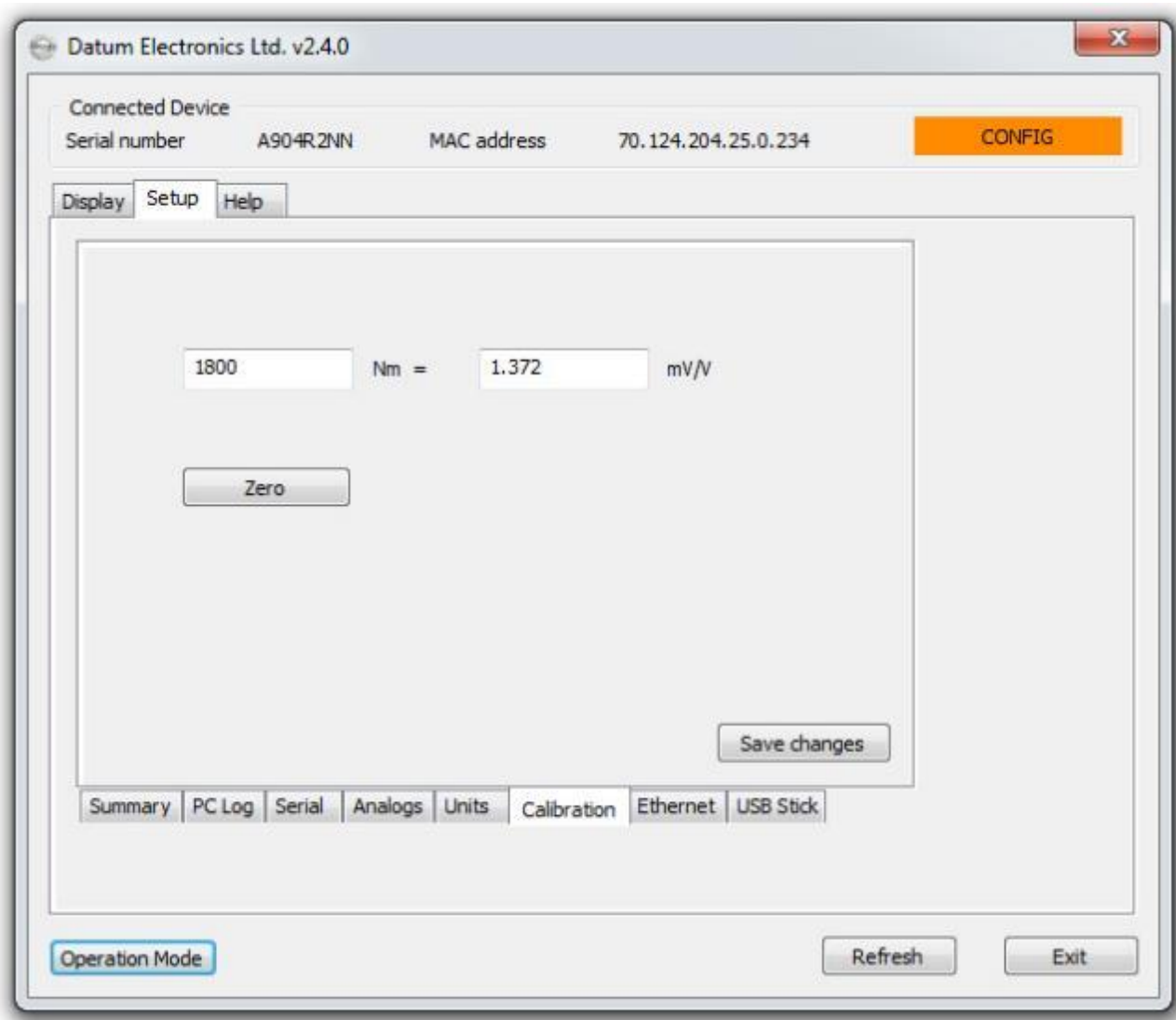
Rajoitteensa toiminnolla toki on, mutta mitta-anturin käyttöolosuhteisiinsa nähden se on hyvä.



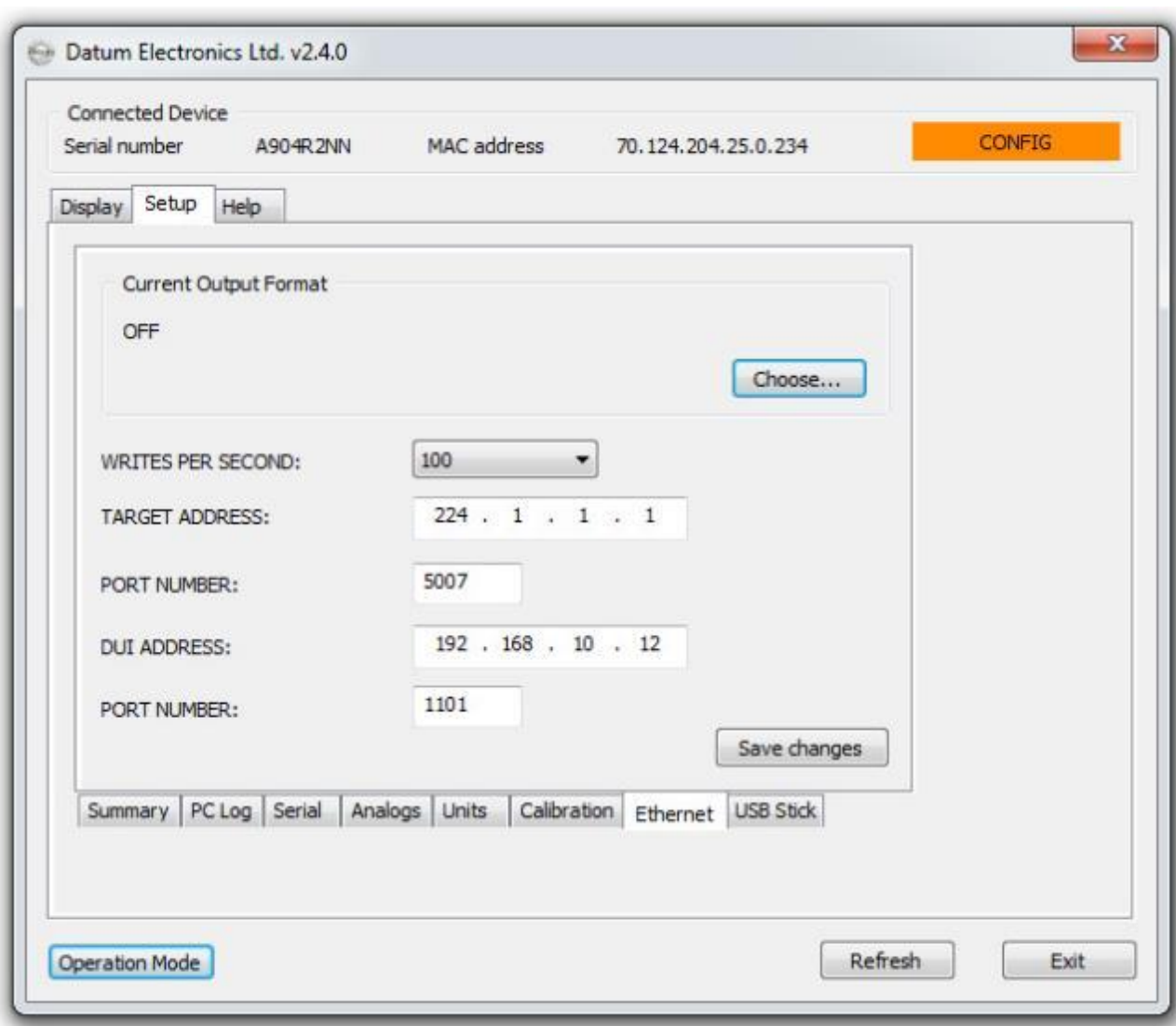
Myös voiman yksiköitä voidaan säätää.



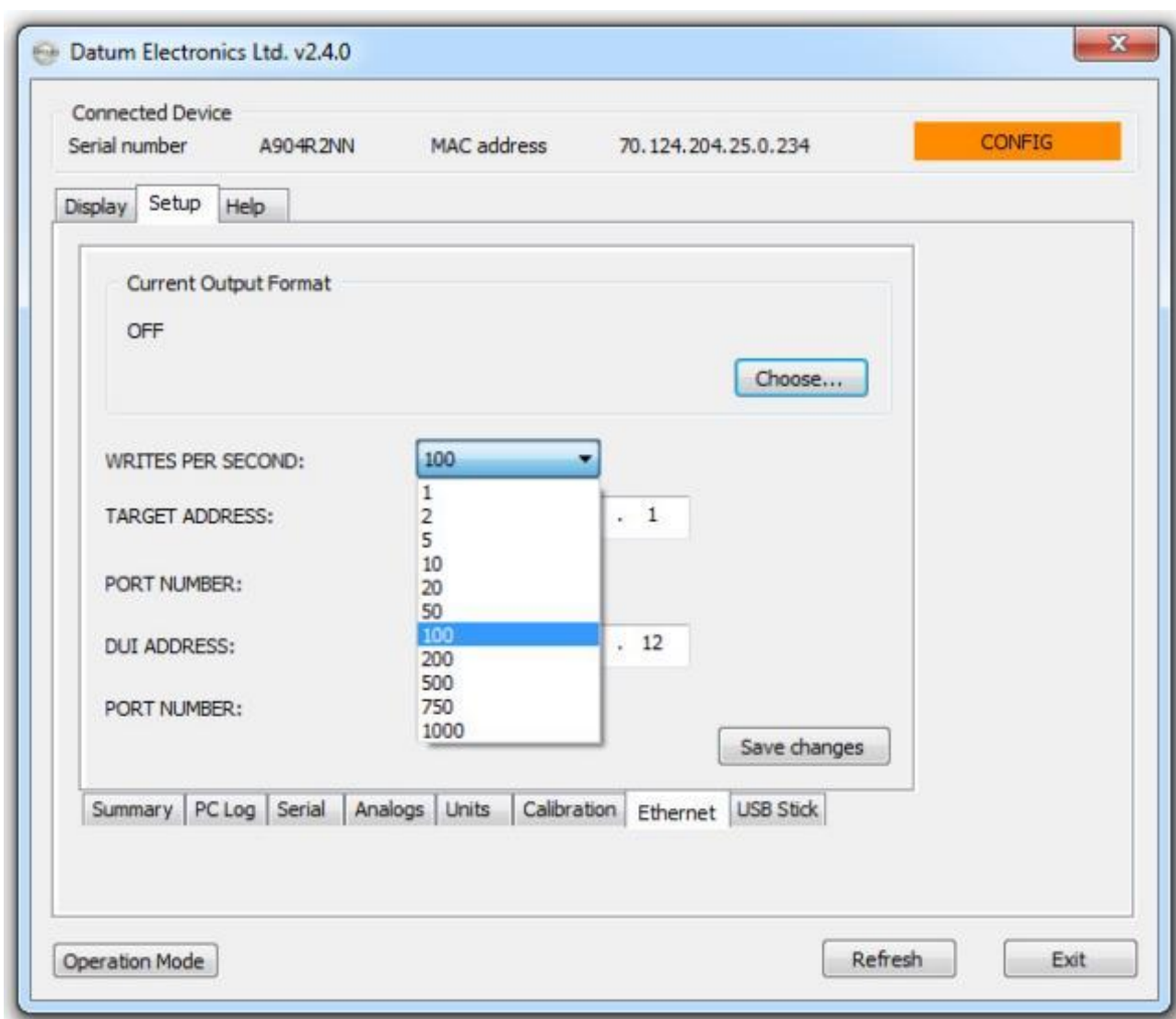
"Calibration" osiossa voidaan säätää mitta-anturin kalibrointia. Mikäli tätä arvoa muutetaan tietämättä ja ohjelma alkaa näyttää erikoisia lukemia lepotilassa, voi joutua tehdaskonfiguroinnin palauttamaan "Help" välilehdellä "Upload Config" toiminnolla. Konfiguraatio löytyy kalibrointikansiosta.



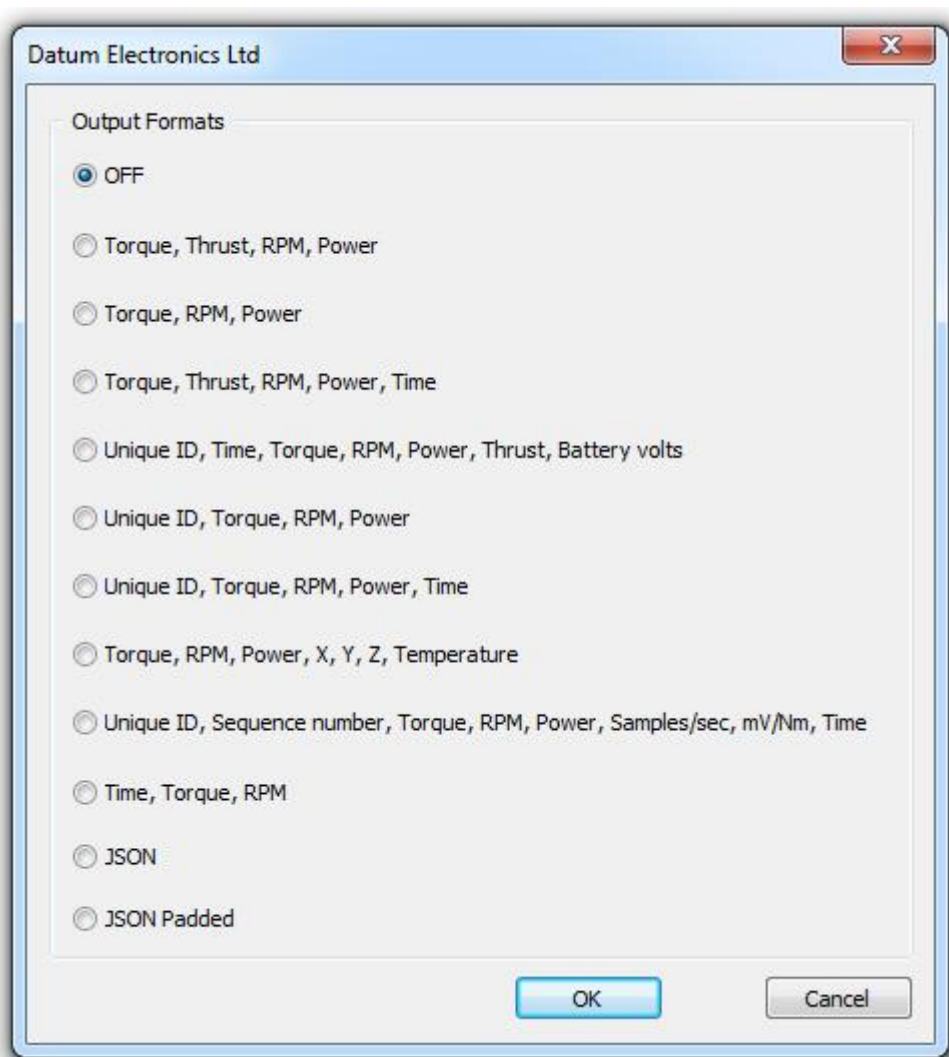
"Ethernet" osiossa voidaan määrittää Ethernet osoite ja portin numeron sekä näytteenottotaajuus.



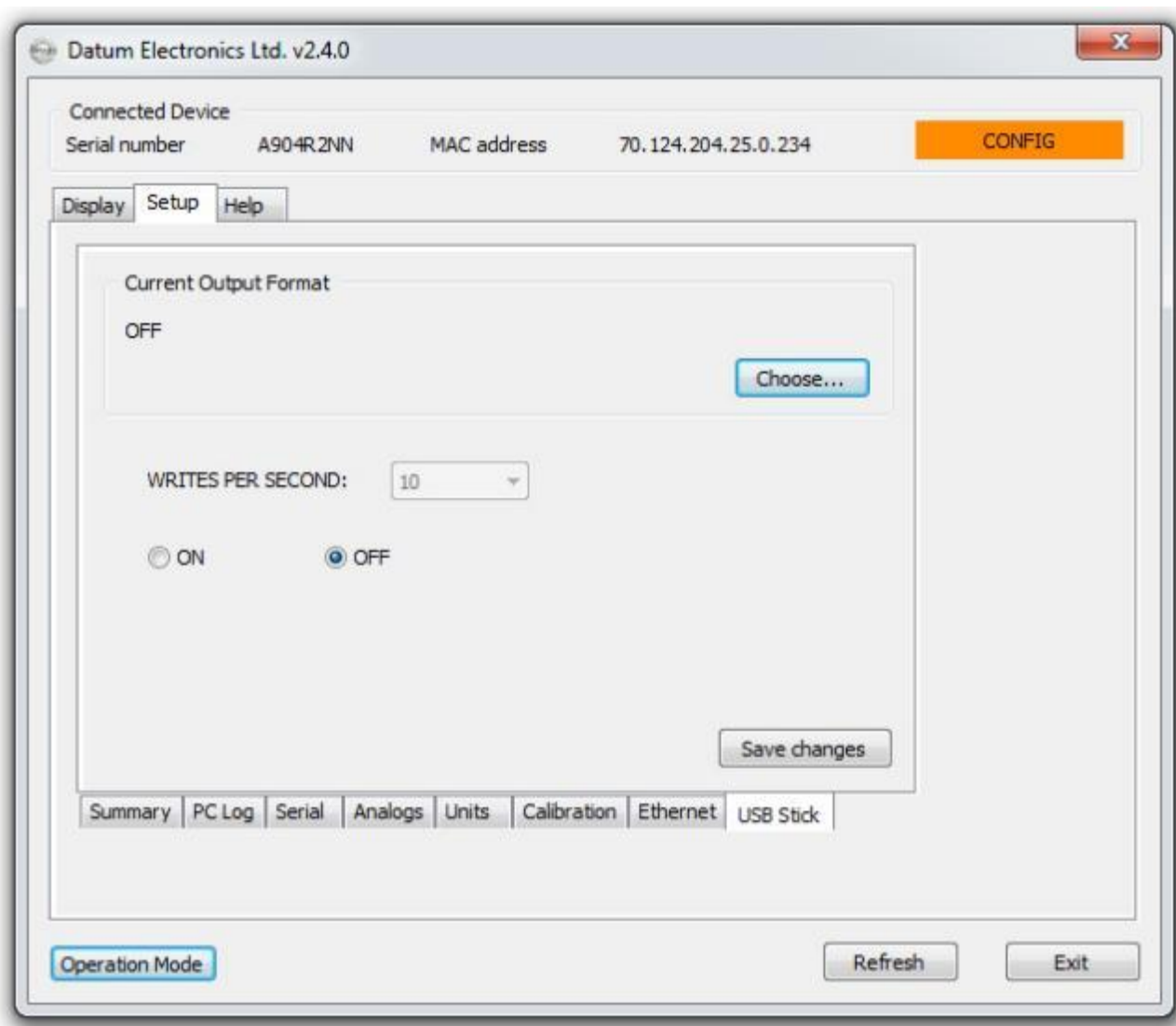
Näytteenottotaajuudeksi tarjotaan korkeampaa lukemaa kuin 100 näytettä sekunnissa, joka on valmistajan ilmoittama raja "Datum PTO 420 Series" mitta-anturille. Ethernet toimintoa ei testattu käytännössä.



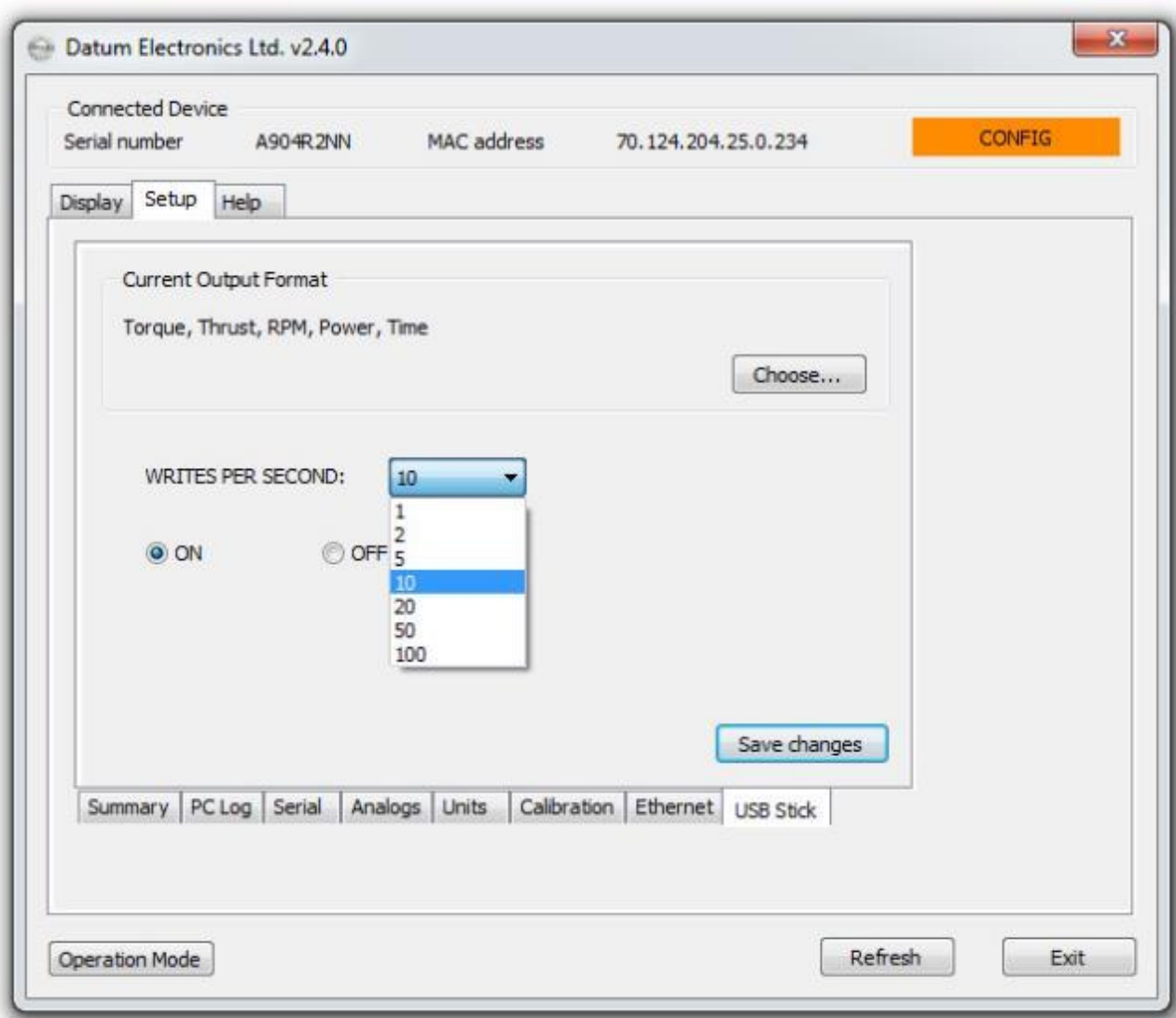
Ethernet loggaus tarjoaa myös useita, login tallennusmuotoja. Mieleisin tallennusmuoto löytyy kokeilemalla.



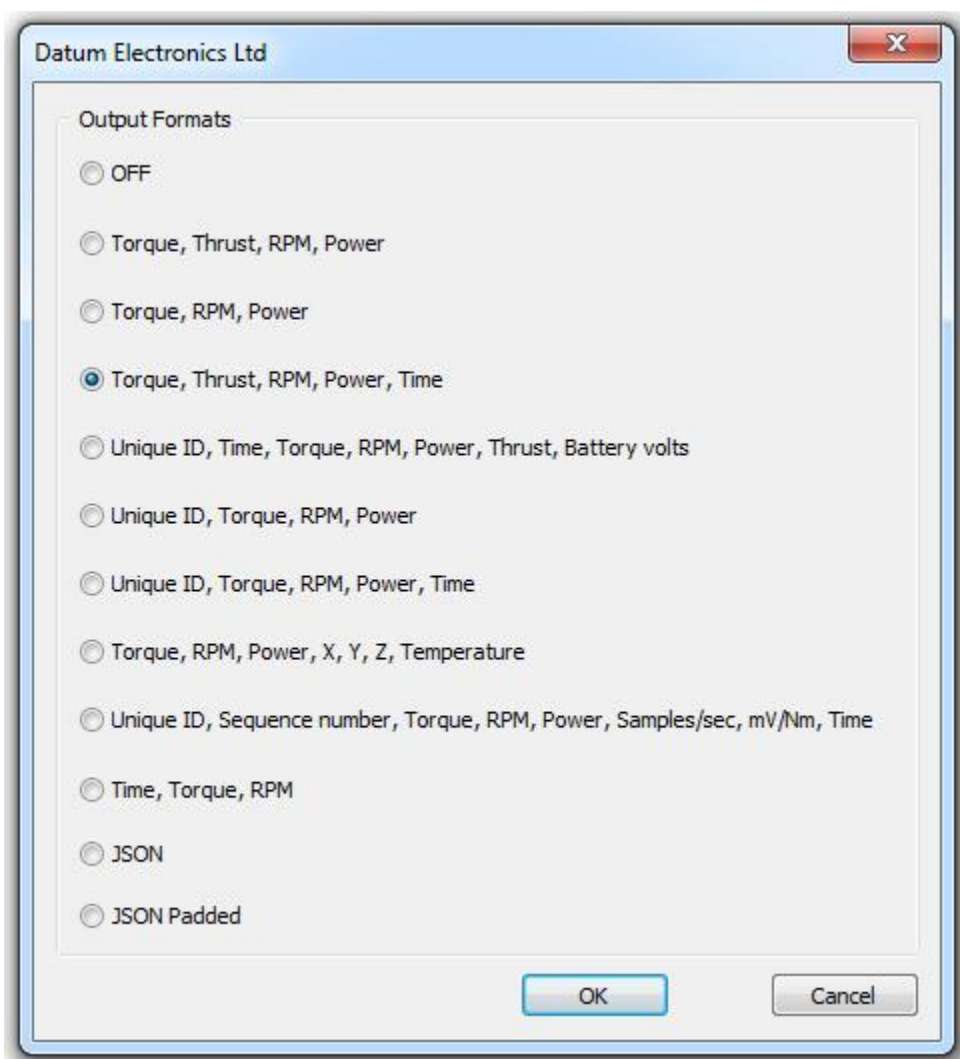
"USB Stick" osiossa saadaan määritettyä USB-loggauksen tila.



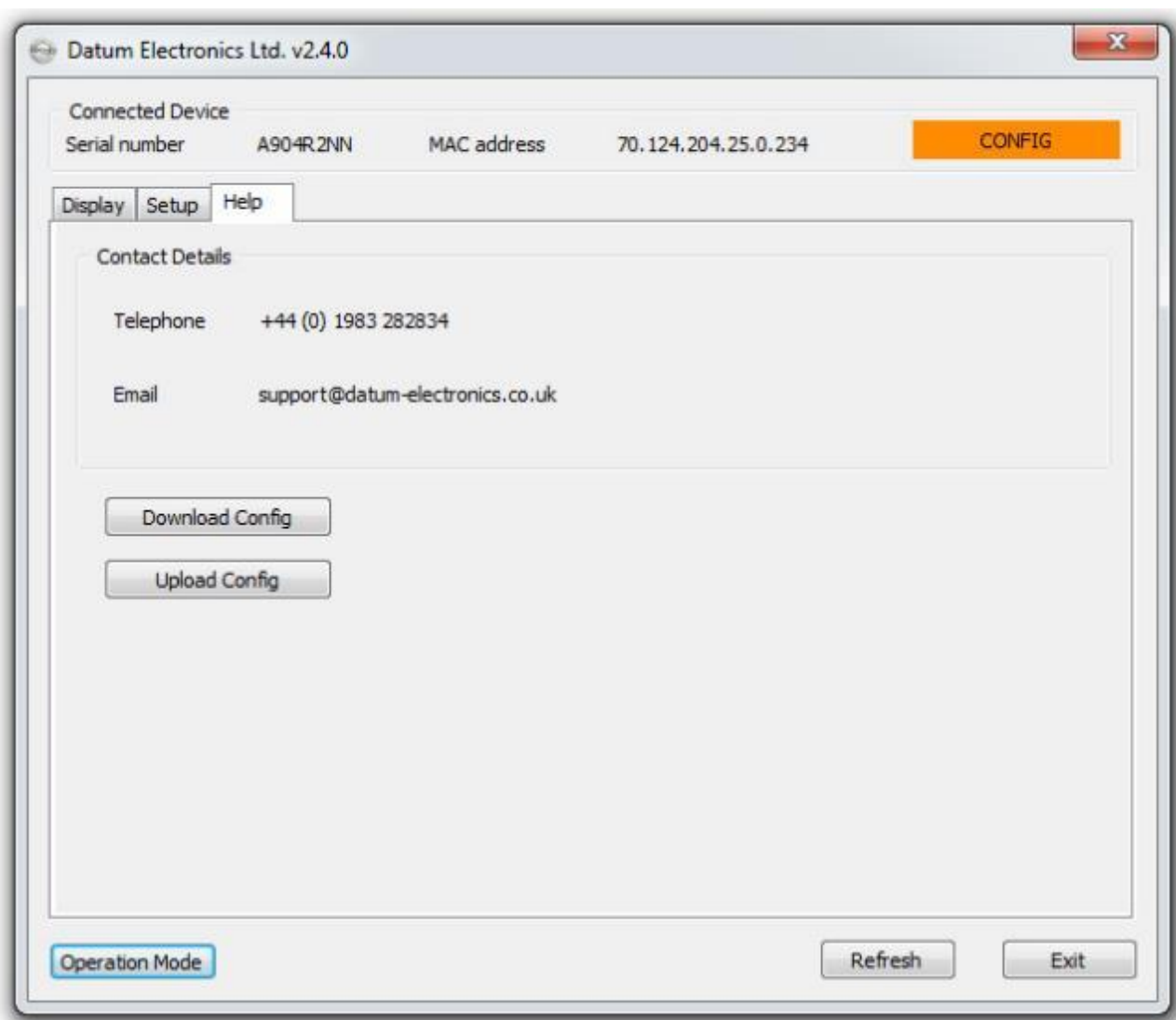
Näytteenottotaajuuden määrittäminen on mahdollista pudotusvalikosta, kun näytteenotto on kytketty päälle.



"Choose" painikkeella päästään valitsemaan login tallennustapa, joista mieleisin löytyy kokeilemalla.



"Help" välilehti pysyy samanlaisena kuin "Run" käyttötilassa. "Download Config" toiminnolla voidaan tallentaa nykyinen konfiguraatio, joka tallentuu Windows 7 käyttöjärjestelmässä C:\Users\"käyttäjä"\Documents\Datum\DUI_LOGS kansioon. Toinen konfiguraatio voidaan tuoda halutusta sijainnista "Upload Config" toiminnolla.



LIITE 10. Yleisimmät rikkoutumiset ja ratkaisut.

Yleisimmät rikkoutumiset ja ratkaisut			
	Vahinko	Syy	Ratkaisu
Haarukka	Haarukan kuluminen	Liiallinen työskentely kulma	Alenna työskentely kulmaa Kytke ulosotto pois, kun nivel kulma ylittää 35 astetta
	Vääntynyt haarukka	Liiallinen vääntövoiman huippu tai kerta kuorma	Vältä ylikuormitusta ja kytkentä ajoa kuorman alaisena Tarkista vääntövoiman funktionaaliset rajat
Nivelristikko	Ristikon haaran rikkoutuminen	Liiallinen vääntövoiman huippu tai kerta kuorma	Vältä ylikuormitusta ja kytkentä ajoa kuorman alaisena Tarkista vääntövoiman funktionaaliset rajat
	Nopeutunut ristikon haaran kuluminen	Liiallinen kuorma	Älä ylitä nopeutta tai voiman raja-arvoja, jotka on osoitettu ohje käsikirjassa Puutteellinen voitelu
Teleskooppi putki	Teleskooppiputken erottaminen	Liiallinen ajolinjan jatke	Vältä liiallista nivelakselin jatketta Kunnioita putkien minimi limitystä
	Teleskooppi profiilin muodonmuutos	Liiallinen vääntövoiman huippu tai kerta kuorma	Vältä ylikuormitusta ja kytkentä ajoa kuorman alaisena Tarkista vääntövoiman funktionaaliset rajat
	Teleskooppi putken nopeutunut kuluminen	Riittämätön voitelu tai putken päällekkäisyys	Seuraa käsikirjan ohjeita oikeasta voitelusta ja hoidosta työskentelyn edellytyksenä
Suojusputki	Suojalaakerin nopeutunut kuluminen	Riittämätön voitelu	Seuraa käsikirjan ohjeita oikeasta voitelusta ja hoidosta työskentelyn edellytyksenä
	Ketjun murtuminen	Väärä ketjun kytkentä	Kiinnitä ketju siten että se sallii riittävän liikkeen akselille käytön aikana
	Suojusputken nopeutunut kuluminen	Yhteys traktoriin tai työvälineeseen	Tarkista, että ajolinja ei kosketa traktoriin tai työvälineen osiin käytön aikana

LIITE 11. Tarkistuslista.



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Tarkistuslista

Tunniste

Mittauspaikka etäällä*Datan tallennus*

- ☐ Kannettava ladattu ja/virtajohto mukana
- ☐ USB-kaapeli mukana
- ☐ USB-muistitikku mukana ja siellä on tilaa

Signaalinkäsittely

- ☐ Signaalinkäsittelijä on mukana
- ☐ Signaalinkäsittelijän akkupaketissa varausta
- ☐ Virransyöttöjohto signaalinkäsittelijälle mukana

Anturi

- ☐ Mitta-anturi on mukana
- ☐ Signaali johto mitta-anturille mukana
- ☐ Mitta-anturin ankkurointitarvikkeet mukana

Kuittaus

Päivämäärä ja Aika

Paikka

Laitteisto

- ☐ Anturi on silmämääräisesti kunnossa
- ☐ Johtimet ovat ehjät
- ☐ Signaalinkäsittelijän akusto on kunnossa
- ☐ USB-tikku on ehjä

Kuittaus

Päivämäärä ja Aika

Paikka

Mittaus

- ☐ Voimanulosottoakseli on kunnossa
- ☐ Laitteen nivelakseli on kunnossa
- ☐ Ilmasto-olosuhteet on huomioitu
- ☐ Mitta-anturi on ankkuroitu kiinteään pisteeseen
- ☐ Johdot eivät pääse kosketuksiin pyörivien osien kanssa
- ☐ Mittaajat eivät pääse kosketuksiin pyörivien osien kanssa
- ☐ Mittalaitteet eivät pääse putoamaan mittauksen aikana

Kuittaus

Päivämäärä ja Aika

Paikka

Varotoimet

- ☐ Ensiapupakkaus mukana
- ☐ Ensiapupakkauksen sisältö tarkistettu
- ☐ Vaahtosammutin mukana

Vaahtosammuttimen seuraava tarkistuspäivämäärä

- ☐ Matkapuhelin mukana
- ☐ Riittävästi virtaa hätäpuheluun
- ☐ Nippusiteitä mukana
- ☐ Ilmastointiteippiä mukana
- ☐ WD-40 mukana

Kuittaus

Päivämäärä ja Aika

Paikka

LIITE 12. Tietokanta.

		Tietokanta	
SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES		Tunniste	
Asiakas Nimi Puhelinnumero Mittauksen tavoite ☐ Tuotekehitys ☐ Analysointi ☐ Markkinointi ☐ Polttoaineen kulutuksen mittaus		Käytettävä laite Merkki Malli Paikallaan olevana ☐ Eco ☐ 540rpm ☐ 1000rpm Muu Liikkeessä ☐ Eco ☐ 540rpm ☐ 1000rpm ☐ Dynaaminen	
Käyttävä laite Merkki Malli Rekisterinumero Suurin vääntö Nm Suurin teho kW Sylinteriluku Iskutilavuus ☐ 2 tahtinen ☐ 4 tahtinen Käyttövoima ☐ Diesel Samepiste °C Suodatettavuus °C Setaaniluku ☐ Bensiini Oktaaniluku Etanolipitoisuus % ☐ Pienmoottoribensiini ☐ Etanoli Etanolipitoisuus % ☐ Kaasu Kaasun tyyppi ☐ Sähkö ☐ Hybridi		Testiolosuhteet Ilma Ilman lämpötila Kastepiste Ilmankosteus Ilmanpaine Tuulen nopeus Hengitettävyyys Muuta Maaperä Kiviperäinen ☐ Sora ☐ Savi ☐ Hiekka ☐ Hieta ☐ Hiesu Eloperäinen ☐ Turve ☐ Multa ☐ Lieju Kestopäällyste ☐ Asvaltti ☐ Betoni Muu pinta	
		Tekijä Mittaaja Kuittaus Päivämäärä ja Aika Paikka	

Datum momentinmittauslaitteiston raakadatan käsittely Microsoft Office 365 Excelissä

Matikainen Janne

Liite 13
Kesä 2017
SeAMK Tekniikka
Konetekniikan tutkinto-ohjelma

Sisällysluettelo

1 YLEISTÄ	3
2 MUUNTAMINEN KÄSITELTÄVÄKSI	4
3 UNIX AJAN KÄSITTELY	29

1 YLEISTÄ

Seuraavia ohjeita voi soveltaa suoraan tietokoneen C:\Users\"käyttäjä"\Documents\Datum\DUI_LOGS kansioon tallentuviin lokeihin sekä USB-muistitikulle tallentuviin lokeihin.

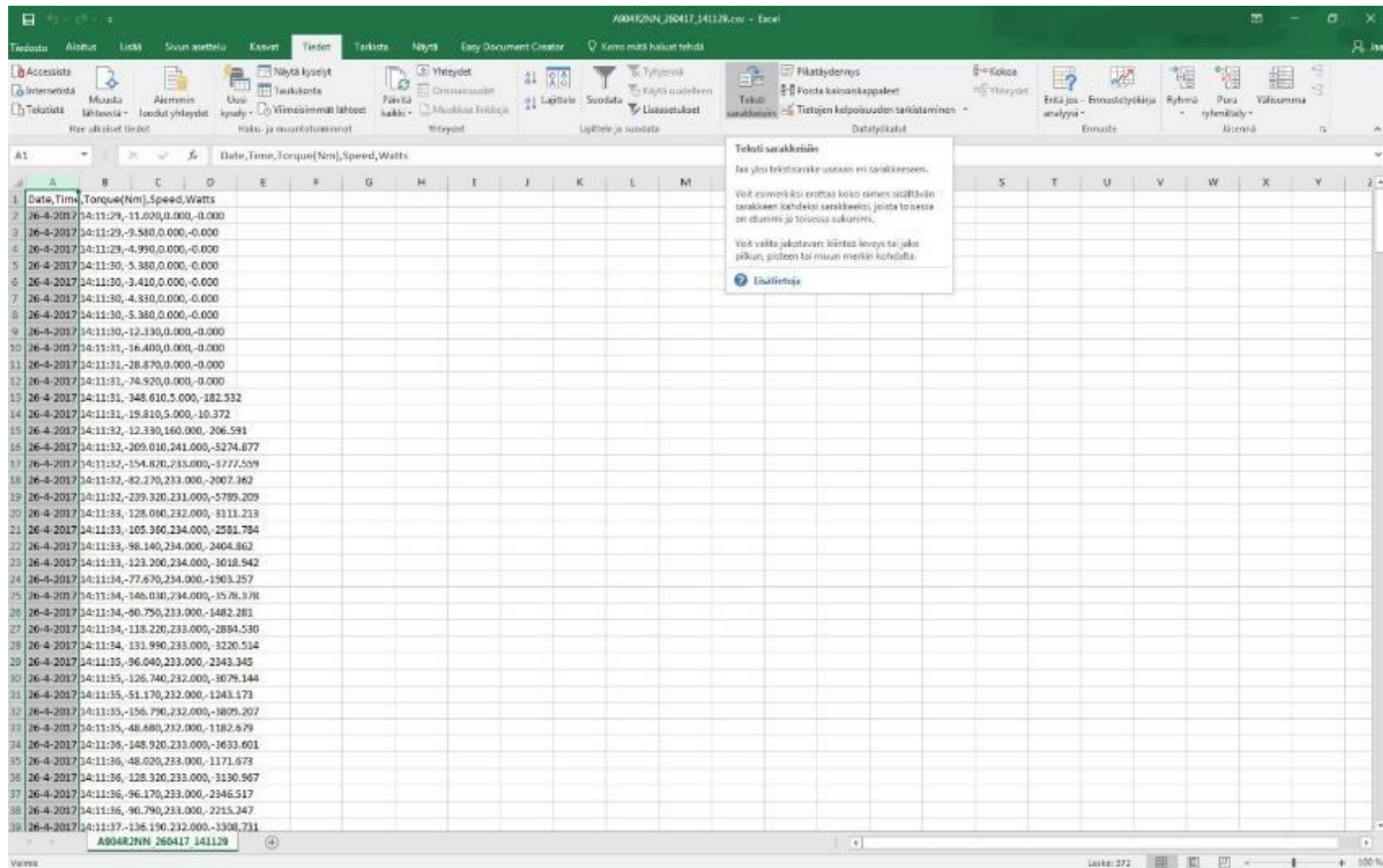
Ohjeet on laadittu Microsoft Office 365 Excel versiolla 1703 ja saattavat vaihdella riippuen koonpanosta sekä kieliasetuksista.

Muista tallentaa työsi *.xlsx muodossa, sillä *.csv muodossa kaaviot eivät jää muistiin.

Kappaleessa 3 on lisäksi kerrottu unix-ajan käsittelystä, mikäli sitä tulee tarvitsemaan tallenttaessa tai käsitellessä dataa Excelissä.

2 MUUNTAMINEN KÄSITELTÄVÄKSI

Valitse **A-sarake** sekä **"Tiedot"** välilehdeiltä **"Teksti sarakkeisiin"** kohta.



Valitse ”Erotettu” ja paina ”Seuraava”.

Ohjattu tekstin jakaminen sarakkeisiin - vaihe 1/3

Avattavan tiedoston kentät on erotettu toisistaan merkeillä.

Jos tiedot ovat oikein, valitse Seuraava, tai valitse tietotyyppi, joka parhaiten vastaa tietoja.

Alkuperäinen tietotyyppi

Valitse tiedostotyyppi, joka parhaiten kuvaa tietoja:

- ☒ **Erotettu** - Kentät erottaa toisistaan pilkku, sarakin tai muu merkki.
- ☐ **Järjestys** - Kentät on tasattu sarakkeisiin, ja kenttien erottimena on väli.

Valittujen tietojen esikatselu

1	Date, Time, Torque (Nm), Speed, Watts
2	26-4-2017, 14:11:29, -11.020, 0.000, -0.000
3	26-4-2017, 14:11:29, -9.580, 0.000, -0.000
4	26-4-2017, 14:11:29, -4.990, 0.000, -0.000
5	26-4-2017, 14:11:30, -5.380, 0.000, -0.000
6	26-4-2017, 14:11:30, -3.410, 0.000, -0.000
7	26-4-2017, 14:11:30, -4.330, 0.000, -0.000
8	26-4-2017, 14:11:30, -5.380, 0.000, -0.000
9	26-4-2017, 14:11:30, -12.330, 0.000, -0.000
10	26-4-2017, 14:11:31, -16.400, 0.000, -0.000
11	26-4-2017, 14:11:31, -28.870, 0.000, -0.000
12	26-4-2017, 14:11:31, -74.920, 0.000, -0.000
13	26-4-2017, 14:11:31, -348.610, 5.000, -182.532
14	26-4-2017, 14:11:31, -19.810, 5.000, -10.372
15	26-4-2017, 14:11:32, 12.330, 160.000, 206.591
16	26-4-2017, 14:11:32, -209.010, 241.000, -5274.877
17	26-4-2017, 14:11:32, -154.820, 233.000, -3777.559
18	26-4-2017, 14:11:32, -82.270, 233.000, -2007.362
19	26-4-2017, 14:11:32, -239.320, 231.000, -5789.209
20	26-4-2017, 14:11:33, -128.060, 232.000, -3111.213
21	26-4-2017, 14:11:33, -105.360, 234.000, -2581.784
22	26-4-2017, 14:11:33, -98.140, 234.000, -2404.862
23	26-4-2017, 14:11:33, -123.200, 234.000, -3018.942
24	26-4-2017, 14:11:34, -77.670, 234.000, -1903.257
25	26-4-2017, 14:11:34, -146.030, 234.000, -3578.378
26	26-4-2017, 14:11:34, -60.750, 233.000, -1482.281
27	26-4-2017, 14:11:34, -118.220, 233.000, -2884.530
28	26-4-2017, 14:11:34, -131.990, 233.000, -3220.514
29	26-4-2017, 14:11:35, -96.040, 233.000, -2343.345
30	26-4-2017, 14:11:35, -126.740, 232.000, -3079.144
31	26-4-2017, 14:11:35, -51.170, 232.000, -1243.173
32	26-4-2017, 14:11:35, -156.790, 232.000, -3809.207
33	26-4-2017, 14:11:35, -48.680, 232.000, -1182.679
34	26-4-2017, 14:11:36, -148.920, 233.000, -3633.601
35	26-4-2017, 14:11:36, -48.020, 233.000, -1171.673
36	26-4-2017, 14:11:36, -128.320, 233.000, -3130.967
37	26-4-2017, 14:11:36, -96.170, 233.000, -2346.517
38	26-4-2017, 14:11:36, -90.790, 233.000, -2215.247
39	26-4-2017, 14:11:37, -136.190, 232.000, -3308.731

Peruuta < Edellinen Seuraava > Valmis

Valitse ”Pilkku” ja paina ”Seuraava”.

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with a data import wizard open. The spreadsheet contains a list of data points with columns for Date, Time, Torque (Nm), Speed, and Watts. The wizard is at step 2/3, titled "Ohjattu tekstin jakaminen sarakkeisiin - vaihe 2/3". The "Pilkku" (Comma) delimiter is selected. The preview shows the data being split into columns.

Date	Time	Torque (Nm)	Speed	Watts
26-4-2017	14:11:29	-11.020	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:29	-9.580	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:29	-4.990	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:30	-5.380	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:30	-3.410	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:30	-4.330	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:30	-5.380	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:30	-12.330	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:31	-16.400	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:31	-28.870	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:31	-74.920	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:31	-348.610	5.000	-182.532
26-4-2017	14:11:31	-19.810	5.000	-10.372
26-4-2017	14:11:32	-12.330	160.000	-206.591
26-4-2017	14:11:32	-209.010	241.000	-5274.877
26-4-2017	14:11:32	-154.820	233.000	-3777.559
26-4-2017	14:11:32	-82.270	233.000	-2007.362
26-4-2017	14:11:32	-239.320	231.000	-5789.209
26-4-2017	14:11:33	-128.060	232.000	-3111.213
26-4-2017	14:11:33	-105.360	234.000	-2581.784
26-4-2017	14:11:33	-98.140	234.000	-2404.862
26-4-2017	14:11:33	-123.200	234.000	-3018.942
26-4-2017	14:11:34	-77.670	234.000	-1903.257
26-4-2017	14:11:34	-146.030	234.000	-3578.378
26-4-2017	14:11:34	-60.750	233.000	-1482.281
26-4-2017	14:11:34	-118.220	233.000	-2884.530
26-4-2017	14:11:34	-131.990	233.000	-3220.514
26-4-2017	14:11:35	-96.040	233.000	-2343.345
26-4-2017	14:11:35	-126.740	232.000	-3079.144
26-4-2017	14:11:35	-51.170	232.000	-1243.173
26-4-2017	14:11:35	-156.790	232.000	-3809.207
26-4-2017	14:11:35	-48.680	232.000	-1182.679
26-4-2017	14:11:36	-148.920	233.000	-3633.601
26-4-2017	14:11:36	-48.020	233.000	-1171.673
26-4-2017	14:11:36	-128.320	233.000	-3130.967
26-4-2017	14:11:36	-98.170	233.000	-2346.517
26-4-2017	14:11:36	-90.790	233.000	-2215.247
26-4-2017	14:11:37	-136.190	232.000	-3308.731

Date kohta muotoon "Päivämäärä".

The screenshot shows an Excel spreadsheet with a data table. A dialog box titled 'Ohjattu tekstin jakaminen sarakkeisiin - vaihe 3/3' is open, allowing the user to convert the 'Date' column into a date format. The dialog box is set to 'Delimited' with 'Päivämäärä' (Date) selected as the date format. The preview shows the data being converted.

Date	Time	Torque (Nm)	Speed	Watts
26-4-2017	14:11:29	-11.020	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:29	-9.580	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:29	-4.990	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:30	-5.380	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:30	-3.410	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:30	-4.330	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:30	-5.380	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:30	-12.330	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:31	-16.400	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:31	-28.870	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:31	-74.920	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:31	-348.610	5.000	-182.532
26-4-2017	14:11:31	-19.810	5.000	-10.372
26-4-2017	14:11:32	-12.330	160.000	-206.591
26-4-2017	14:11:32	-209.010	241.000	-5274.877
26-4-2017	14:11:32	-154.820	233.000	-3777.559
26-4-2017	14:11:32	-82.270	233.000	-2007.362
26-4-2017	14:11:32	-239.320	231.000	-5789.209
26-4-2017	14:11:33	-128.060	232.000	-3111.213
26-4-2017	14:11:33	-105.360	234.000	-2581.784
26-4-2017	14:11:33	-98.140	234.000	-2404.862
26-4-2017	14:11:33	-123.200	234.000	-3018.942
26-4-2017	14:11:34	-77.670	234.000	-1903.257
26-4-2017	14:11:34	-146.030	234.000	-3578.378
26-4-2017	14:11:34	-60.750	233.000	-1482.281
26-4-2017	14:11:34	-118.220	233.000	-2884.530
26-4-2017	14:11:34	-131.990	233.000	-3220.514
26-4-2017	14:11:35	-96.040	233.000	-2343.345
26-4-2017	14:11:35	-126.740	232.000	-3079.144
26-4-2017	14:11:35	-51.170	232.000	-1243.173
26-4-2017	14:11:35	-156.790	232.000	-3809.207
26-4-2017	14:11:35	-48.680	232.000	-1182.679
26-4-2017	14:11:36	-148.920	233.000	-3633.601
26-4-2017	14:11:36	-48.020	233.000	-1171.673
26-4-2017	14:11:36	-128.320	233.000	-3130.967
26-4-2017	14:11:36	-96.170	233.000	-2346.517
26-4-2017	14:11:36	-90.790	233.000	-2215.247
26-4-2017	14:11:37	-136.190	232.000	-3308.731

Time, Torque, Speed ja Watts muotoon "Teksti", paina tämän jälkeen "Valmis".

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with a data table in columns A through Z and rows 1 through 32. The data table contains the following columns: Date, Time, Torque(Nm), Speed, and Watts. The data is as follows:

Date	Time	Torque(Nm)	Speed	Watts
26-4-2017	14:11:29	-11.020	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:29	-9.580	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:29	-4.990	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:30	-5.380	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:30	-3.410	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:30	-4.330	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:30	-5.380	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:30	-12.330	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:31	-16.400	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:31	-28.870	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:31	-74.920	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:31	-348.610	5.000	-182.532
26-4-2017	14:11:31	-19.810	5.000	-10.372
26-4-2017	14:11:32	12.330	160.000	206.391
26-4-2017	14:11:32	-209.010	241.000	-5274.877
26-4-2017	14:11:32	-154.820	233.000	-3777.559
26-4-2017	14:11:32	-82.270	233.000	-2007.362
26-4-2017	14:11:32	-239.320	231.000	-5789.209
26-4-2017	14:11:33	-128.060	232.000	-3111.213
26-4-2017	14:11:33	-105.360	234.000	-2581.784
26-4-2017	14:11:33	-98.140	234.000	-2404.862
26-4-2017	14:11:33	-123.200	234.000	-3018.942
26-4-2017	14:11:34	-77.670	234.000	-1903.257
26-4-2017	14:11:34	-146.030	234.000	-3578.378
26-4-2017	14:11:34	-60.750	233.000	-1482.281
26-4-2017	14:11:34	-118.220	233.000	-2884.530
26-4-2017	14:11:34	-131.990	233.000	-3220.514
26-4-2017	14:11:35	-96.040	233.000	-2343.345
26-4-2017	14:11:35	-126.740	232.000	-3079.144
26-4-2017	14:11:35	-51.170	232.000	-1243.173
26-4-2017	14:11:35	-156.790	232.000	-3809.207
26-4-2017	14:11:35	-48.680	232.000	-1182.679
26-4-2017	14:11:36	-148.920	233.000	-3633.601
26-4-2017	14:11:36	-48.020	233.000	-1171.673
26-4-2017	14:11:36	-128.320	233.000	-3130.967
26-4-2017	14:11:36	-96.170	233.000	-2346.517
26-4-2017	14:11:36	-90.790	233.000	-2215.247
26-4-2017	14:11:37	-136.190	232.000	-3308.731

A dialog box titled "Ohjattu tekstin jakaminen sarakkeisiin - vaihe 3/3" is open. It contains the following text:

Voit valita sarakkeet ja määrittää niiden tietojen muodon.

Sarakkeen tietojen muoto:

- ☐ Vain
- ☒ Teksti
- ☐ Päiväys: PKV
- ☐ Älä tuo saraketta (ohita)

Vaihtoehto Vain muuntaa numeeriset arvot numeroina, päivämäärät päivämäärinä ja kaikki muut arvot tekstiksi.

Kohde: SASI

Tietojen esikatselu:

PKV	Teksti	Teksti	Teksti	Teksti
Date	Time	Torque(Nm)	Speed	Watts
26-4-2017	14:11:29	-11.020	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:29	-9.580	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:29	-4.990	0.000	-0.000
26-4-2017	14:11:30	-5.380	0.000	-0.000

Buttons at the bottom: Peruuta, < Edellinen, Seuraava >, Valmis.

Nyt A-sarake on eroteltu.

Microsoft Excel interface showing a data table with columns: Date, Time, Torque[N], Speed, Watts. The data spans from 26.4.2017 14:11:29 to 26.4.2017 14:11:37. The status bar at the bottom indicates 'Valmis' (Ready) and 'A904R2NN_260417_141129'.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
	Date	Time	Torque[N]	Speed	Watts																					
2	26.4.2017	14:11:29	-11.020	0.000	-0.000																					
3	26.4.2017	14:11:29	-9.580	0.000	-0.000																					
4	26.4.2017	14:11:29	-4.990	0.000	-0.000																					
5	26.4.2017	14:11:30	-5.380	0.000	-0.000																					
6	26.4.2017	14:11:30	-3.410	0.000	-0.000																					
7	26.4.2017	14:11:30	-4.330	0.000	-0.000																					
8	26.4.2017	14:11:30	-5.380	0.000	-0.000																					
9	26.4.2017	14:11:30	-12.330	0.000	-0.000																					
10	26.4.2017	14:11:31	-16.400	0.000	-0.000																					
11	26.4.2017	14:11:31	-28.870	0.000	-0.000																					
12	26.4.2017	14:11:31	-74.920	0.000	-0.000																					
13	26.4.2017	14:11:31	-348.610	5.000	-182.532																					
14	26.4.2017	14:11:31	-19.810	5.000	-10.372																					
15	26.4.2017	14:11:32	-12.330	160.000	-206.591																					
16	26.4.2017	14:11:32	-209.010	241.000	-5274.877																					
17	26.4.2017	14:11:32	-154.820	233.000	-3777.559																					
18	26.4.2017	14:11:32	-82.270	233.000	-2007.362																					
19	26.4.2017	14:11:32	-239.320	231.000	-5789.209																					
20	26.4.2017	14:11:33	-128.060	232.000	-3111.213																					
21	26.4.2017	14:11:33	-105.360	234.000	-2581.784																					
22	26.4.2017	14:11:33	-98.140	234.000	-2404.862																					
23	26.4.2017	14:11:33	-123.200	234.000	-3018.942																					
24	26.4.2017	14:11:34	-77.670	234.000	-1903.257																					
25	26.4.2017	14:11:34	-146.030	234.000	-3578.378																					
26	26.4.2017	14:11:34	-60.750	233.000	-1482.281																					
27	26.4.2017	14:11:34	-118.220	233.000	-2884.590																					
28	26.4.2017	14:11:34	-131.990	233.000	-3220.514																					
29	26.4.2017	14:11:35	-96.040	233.000	-2343.345																					
30	26.4.2017	14:11:35	-126.740	232.000	-3079.144																					
31	26.4.2017	14:11:35	-51.170	232.000	-1243.173																					
32	26.4.2017	14:11:35	-156.790	232.000	-3809.207																					
33	26.4.2017	14:11:35	-48.680	232.000	-1182.679																					
34	26.4.2017	14:11:36	-148.920	233.000	-3633.601																					
35	26.4.2017	14:11:36	-48.020	233.000	-1171.673																					
36	26.4.2017	14:11:36	-128.320	233.000	-3130.967																					
37	26.4.2017	14:11:36	-96.170	233.000	-2346.517																					
38	26.4.2017	14:11:36	-90.790	233.000	-2215.247																					
39	26.4.2017	14:11:37	-136.190	232.000	-3308.731																					

Valitse sarakkeet **Torque**, **Speed** ja **Watts** sekä mene osioon "Etsi ja valitse" sekä täältä kohtaan "Korvaa".

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

Date	Time	Torque(N)	Speed	Watts
26.4.2017	14:11:29	-11.020	0.000	-0.000
26.4.2017	14:11:29	-9.500	0.000	-0.000
26.4.2017	14:11:29	-4.990	0.000	-0.000
26.4.2017	14:11:30	-5.380	0.000	-0.000
26.4.2017	14:11:30	-3.410	0.000	-0.000
26.4.2017	14:11:30	-4.330	0.000	-0.000
26.4.2017	14:11:30	-5.300	0.000	-0.000
26.4.2017	14:11:30	-12.330	0.000	-0.000
26.4.2017	14:11:31	-16.400	0.000	-0.000
26.4.2017	14:11:31	-28.870	0.000	-0.000
26.4.2017	14:11:31	-74.920	0.000	-0.000
26.4.2017	14:11:31	-348.610	5.000	-182.532
26.4.2017	14:11:31	-19.810	5.000	-10.372
26.4.2017	14:11:32	-12.330	160.000	-206.591
26.4.2017	14:11:32	-209.010	241.000	-5274.877
26.4.2017	14:11:32	-154.820	233.000	-3777.559
26.4.2017	14:11:32	-82.270	233.000	-2007.362
26.4.2017	14:11:32	-239.320	231.000	-5789.209
26.4.2017	14:11:33	-128.060	232.000	-3111.213
26.4.2017	14:11:33	-105.360	234.000	-2581.784
26.4.2017	14:11:33	-98.140	234.000	-2404.862
26.4.2017	14:11:33	-123.200	234.000	-3018.942
26.4.2017	14:11:34	-77.670	234.000	-1903.257
26.4.2017	14:11:34	-146.030	234.000	-3578.378
26.4.2017	14:11:34	-60.750	233.000	-1482.281
26.4.2017	14:11:34	-118.220	233.000	-2884.530
26.4.2017	14:11:34	-131.990	233.000	-3220.514
26.4.2017	14:11:35	-96.040	233.000	-2343.345
26.4.2017	14:11:35	-126.740	232.000	-3079.144
26.4.2017	14:11:35	-51.170	232.000	-1243.173
26.4.2017	14:11:35	-156.790	232.000	-3809.207
26.4.2017	14:11:35	-48.680	232.000	-1182.679
26.4.2017	14:11:36	-148.920	233.000	-3633.601
26.4.2017	14:11:36	-48.020	233.000	-1171.673
26.4.2017	14:11:36	-128.320	233.000	-3130.967
26.4.2017	14:11:36	-96.170	233.000	-2346.517
26.4.2017	14:11:36	-90.790	233.000	-2215.247
26.4.2017	14:11:37	-136.190	232.000	-3308.731

The 'Find and Replace' (Etsi ja valitse) dialog box is open, showing the 'Replace' (Korvaa) tab. The status bar at the bottom indicates 'Valmis' (Ready) and 'Laski: 1116'.

Etsi ". pisteeet ja korvaa ne "," pilkuilla painamalla "Korvaa kaikki".

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with a data table. The table has five columns: Date, Time, Torque(N), Speed, and Watts. The data spans from 26.4.2017 14:11:29 to 26.4.2017 14:11:37. A dialog box titled 'Etsi ja korvaa' (Find and Replace) is open, showing the 'Etsi' (Find) tab. The 'Etsiä' (Find what) field is empty, and the 'Korvaa' (Replace with) field is empty. The 'Korvaa kaikki' (Replace all) button is highlighted.

Date	Time	Torque(N)	Speed	Watts
26.4.2017	14:11:29	-11.020	0.000	-0.000
26.4.2017	14:11:29	-9.580	0.000	-0.000
26.4.2017	14:11:29	-4.990	0.000	-0.000
26.4.2017	14:11:30	-5.380	0.000	-0.000
26.4.2017	14:11:30	-3.410	0.000	-0.000
26.4.2017	14:11:30	-4.330	0.000	-0.000
26.4.2017	14:11:30	-5.380	0.000	-0.000
26.4.2017	14:11:30	-12.330	0.000	-0.000
26.4.2017	14:11:31	-16.400	0.000	-0.000
26.4.2017	14:11:31	-28.870	0.000	-0.000
26.4.2017	14:11:31	-74.920	0.000	-0.000
26.4.2017	14:11:31	-348.610	5.000	-182.532
26.4.2017	14:11:31	-19.810	5.000	-10.372
26.4.2017	14:11:32	-12.330	160.000	-206.591
26.4.2017	14:11:32	-209.010	241.000	-5274.877
26.4.2017	14:11:32	-154.820	233.000	-3777.559
26.4.2017	14:11:32	-82.270	233.000	-2007.362
26.4.2017	14:11:32	-239.320	231.000	-5789.209
26.4.2017	14:11:33	-128.060	232.000	-3111.213
26.4.2017	14:11:33	-105.360	234.000	-2581.784
26.4.2017	14:11:33	-98.140	234.000	-2404.862
26.4.2017	14:11:33	-123.200	234.000	-3018.942
26.4.2017	14:11:34	-77.670	234.000	-1903.257
26.4.2017	14:11:34	-146.030	234.000	-3578.378
26.4.2017	14:11:34	-60.750	233.000	-1482.281
26.4.2017	14:11:34	-118.220	233.000	-2884.530
26.4.2017	14:11:34	-131.990	233.000	-3220.514
26.4.2017	14:11:35	-96.040	233.000	-2343.345
26.4.2017	14:11:35	-126.740	232.000	-3079.144
26.4.2017	14:11:35	-51.170	232.000	-1243.173
26.4.2017	14:11:35	-156.790	232.000	-3809.207
26.4.2017	14:11:35	-48.680	232.000	-1182.679
26.4.2017	14:11:36	-148.920	233.000	-3633.601
26.4.2017	14:11:36	-48.020	233.000	-1171.673
26.4.2017	14:11:36	-128.320	233.000	-3130.987
26.4.2017	14:11:36	-96.170	233.000	-2346.517
26.4.2017	14:11:36	-90.790	233.000	-2215.247
26.4.2017	14:11:37	-136.190	232.000	-3308.731

Excel ilmoittaa korvausten määrän, jonka jälkeen voit **sulkea** ilmoituksen ja ”Etsi ja korvaa” ikkunan.

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with a data table. The table has columns for Date, Time, Torque(N), Speed, and Watts. The data is filtered for the date 26.4.2017. The 'Etsi ja korvaa' (Find and Replace) dialog box is open, showing the 'Etsi' (Find) tab. The 'Etsittävää:' (Find what) field is empty, and the 'Korvaukset:' (Replace with) field is also empty. The 'Korvaa kaikki' (Replace all) button is highlighted. Below the dialog box, a message box from Microsoft Excel states: 'Korvaaminen on valmis. Tehtiin 1113 korvausta.' (Replacement is complete. 1113 replacements were made.) with an 'OK' button.

Date	Time	Torque(N)	Speed	Watts
26.4.2017	14:11:29	-11,02	0	0
26.4.2017	14:11:29	-9,58	0	0
26.4.2017	14:11:29	-4,99	0	0
26.4.2017	14:11:30	-5,38	0	0
26.4.2017	14:11:30	-3,41	0	0
26.4.2017	14:11:30	-4,33	0	0
26.4.2017	14:11:30	-5,38	0	0
26.4.2017	14:11:30	-12,38	0	0
26.4.2017	14:11:31	-16,4	0	0
26.4.2017	14:11:31	-28,87	0	0
26.4.2017	14:11:31	-74,92	0	0
26.4.2017	14:11:31	-348,61	5	-182,532
26.4.2017	14:11:31	-19,81	5	-10,372
26.4.2017	14:11:32	-12,33	160	-206,591
26.4.2017	14:11:32	-209,01	241	-5274,88
26.4.2017	14:11:32	-154,82	233	-3777,56
26.4.2017	14:11:32	-82,27	233	-2007,36
26.4.2017	14:11:32	-239,32	231	-5789,21
26.4.2017	14:11:33	-128,06	232	-3111,21
26.4.2017	14:11:33	-105,36	234	-2581,78
26.4.2017	14:11:33	-98,14	234	-2404,86
26.4.2017	14:11:33	-123,2	234	-3018,94
26.4.2017	14:11:34	-77,67	234	-1903,26
26.4.2017	14:11:34	-146,03	234	-3578,38
26.4.2017	14:11:34	-60,75	233	-1482,28
26.4.2017	14:11:34	-118,22	233	-2884,53
26.4.2017	14:11:34	-131,99	233	-3220,51
26.4.2017	14:11:35	-96,04	233	-2343,35
26.4.2017	14:11:35	-126,74	232	-3079,14
26.4.2017	14:11:35	-51,17	232	-1243,17
26.4.2017	14:11:35	-156,79	232	-3809,21
26.4.2017	14:11:35	-48,68	232	-1182,68
26.4.2017	14:11:36	-148,92	233	-3633,6
26.4.2017	14:11:36	-48,02	233	-1171,67
26.4.2017	14:11:36	-128,32	233	-3130,97
26.4.2017	14:11:36	-96,17	233	-2346,52
26.4.2017	14:11:36	-90,79	233	-2215,25
26.4.2017	14:11:37	-136,19	232	-3308,73

Kirjoita tyhjään soluun "-1" ilman lainausmerkkejä.

Excel window: A904R2NN_260417_141129.csv - Excel

Menu: Tiedosto Aloitus Lata Sivun asettelu Kaavat Tiedot Tarkista Näytä Easy Document Creator Kero mitä haluat tehdä

Font:Calibri 11

Font style: B I U

Paragraph: Rivistä teksti Yhdistä ja keskitä

Text: Teksti

Number: 0% 000 0.0 0.1

Conditional formatting: Ehdollinen muotoilu taulukoksi

Styles: Normaali Huono Hyvä Neutraali Tyylit

Cells: Lisä Poista Muotoile

Formulas: Automaattinen summa Täyttö Tyhjennä

Tools: Lajittelu ja Etsi ja suodata valitse

Formula bar: G2 = -1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1	Date	Time	Torque(N)	Speed	Watts																					
2	26.4.2017	14:11:29	-11,02	0	0		-1																			
3	26.4.2017	14:11:29	-9,58	0	0																					
4	26.4.2017	14:11:29	-4,99	0	0																					
5	26.4.2017	14:11:30	-5,38	0	0																					
6	26.4.2017	14:11:30	-3,41	0	0																					
7	26.4.2017	14:11:30	-4,33	0	0																					
8	26.4.2017	14:11:30	-5,38	0	0																					
9	26.4.2017	14:11:30	-12,33	0	0																					
10	26.4.2017	14:11:31	-16,4	0	0																					
11	26.4.2017	14:11:31	-28,87	0	0																					
12	26.4.2017	14:11:31	-74,92	0	0																					
13	26.4.2017	14:11:31	-348,61	5	-182,532																					
14	26.4.2017	14:11:31	-19,81	5	-10,372																					
15	26.4.2017	14:11:32	-12,33	160	-206,591																					
16	26.4.2017	14:11:32	-209,01	241	-5274,88																					
17	26.4.2017	14:11:32	-154,82	233	-3777,56																					
18	26.4.2017	14:11:32	-82,27	233	-2007,36																					
19	26.4.2017	14:11:32	-239,32	231	-5789,21																					
20	26.4.2017	14:11:33	-128,06	232	-3111,21																					
21	26.4.2017	14:11:33	-105,36	234	-2581,78																					
22	26.4.2017	14:11:33	-98,14	234	-2404,86																					
23	26.4.2017	14:11:33	-123,2	234	-3018,94																					
24	26.4.2017	14:11:34	-77,67	234	-1903,26																					
25	26.4.2017	14:11:34	-146,03	234	-3578,38																					
26	26.4.2017	14:11:34	-60,75	233	-1482,28																					
27	26.4.2017	14:11:34	-118,22	233	-2884,53																					
28	26.4.2017	14:11:34	-131,99	233	-3220,51																					
29	26.4.2017	14:11:35	-96,04	233	-2343,35																					
30	26.4.2017	14:11:35	-126,74	232	-3079,14																					
31	26.4.2017	14:11:35	-51,17	232	-1243,17																					
32	26.4.2017	14:11:35	-156,79	232	-3809,21																					
33	26.4.2017	14:11:35	-48,68	232	-1182,68																					
34	26.4.2017	14:11:36	-148,92	233	-3633,6																					
35	26.4.2017	14:11:36	-48,02	233	-1171,67																					
36	26.4.2017	14:11:36	-128,32	233	-3130,97																					
37	26.4.2017	14:11:36	-96,17	233	-2346,52																					
38	26.4.2017	14:11:36	-90,79	233	-2215,25																					
39	26.4.2017	14:11:37	-136,19	232	-3308,73																					

Formula bar: A904R2NN_260417_141129

Status bar: Valmis

Tämän jälkeen **kopioi** solu jossa lukee **"-1"**.

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with a file named "A004R2NN_260417_141129.csv - Excel". The ribbon is set to "Tiedosto" (File) and "Alustus" (Start). The data table is as follows:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1	Date	Time	Torque[N]	Speed	Watts																					
2	26.4.2017	14:11:29	-11,02	0	0																					
3	26.4.2017	14:11:29	-9,58	0	0																					
4	26.4.2017	14:11:29	-4,99	0	0																					
5	26.4.2017	14:11:30	-5,38	0	0																					
6	26.4.2017	14:11:30	-3,41	0	0																					
7	26.4.2017	14:11:30	-4,33	0	0																					
8	26.4.2017	14:11:30	-5,38	0	0																					
9	26.4.2017	14:11:30	-12,33	0	0																					
10	26.4.2017	14:11:31	-16,4	0	0																					
11	26.4.2017	14:11:31	-28,87	0	0																					
12	26.4.2017	14:11:31	-74,92	0	0																					
13	26.4.2017	14:11:31	-348,61	5	-182,532																					
14	26.4.2017	14:11:31	-19,81	5	-10,372																					
15	26.4.2017	14:11:32	-12,33	160	-206,591																					
16	26.4.2017	14:11:32	-209,01	241	-5274,88																					
17	26.4.2017	14:11:32	-154,82	233	-3777,56																					
18	26.4.2017	14:11:32	-82,27	233	-2007,36																					
19	26.4.2017	14:11:32	-239,32	231	-5789,21																					
20	26.4.2017	14:11:33	-128,06	232	-3111,21																					
21	26.4.2017	14:11:33	-105,36	234	-2581,78																					
22	26.4.2017	14:11:33	-98,14	234	-2404,86																					
23	26.4.2017	14:11:33	-123,2	234	-3018,94																					
24	26.4.2017	14:11:34	-77,67	234	-1903,26																					
25	26.4.2017	14:11:34	-146,03	234	-3578,38																					
26	26.4.2017	14:11:34	-60,75	233	-1482,28																					
27	26.4.2017	14:11:34	-118,22	233	-2884,53																					
28	26.4.2017	14:11:34	-131,99	233	-3220,51																					
29	26.4.2017	14:11:35	-96,04	233	-2343,35																					
30	26.4.2017	14:11:35	-126,74	232	-3079,14																					
31	26.4.2017	14:11:35	-51,17	232	-1243,17																					
32	26.4.2017	14:11:35	-156,79	232	-3809,21																					
33	26.4.2017	14:11:35	-48,68	232	-1182,68																					
34	26.4.2017	14:11:36	-148,92	233	-3633,6																					
35	26.4.2017	14:11:36	-48,02	233	-1171,67																					
36	26.4.2017	14:11:36	-128,32	233	-3130,97																					
37	26.4.2017	14:11:36	-96,17	233	-2346,52																					
38	26.4.2017	14:11:36	-90,79	233	-2215,25																					
39	26.4.2017	14:11:37	-136,19	232	-3308,73																					

The context menu is open over cell B2, showing options like "Leikkaa" (Cut), "Kopioi" (Copy), "Lättämisasetukset" (Paste Options), "Lisää määrätty..." (Add specified...), "Älykäs haku" (Smart search), "Lisää kopioituneet solut..." (Add copied cells...), "Poista..." (Remove...), "Tyhjennä sisältö" (Clear content), "Pikavälilyy" (Quick view), "Suodata" (Filter), "Lajittele" (Sort), "Lisää kommentti" (Add comment), "Muotoile solut..." (Format cells...), "Valitse avattavasta valikosta..." (Select from the open dropdown...), "Määritä nimi..." (Define name...), and "Hyperlinkki..." (Hyperlink...).

Valitse miinusmerkkiset lukuarvot ja liitä näihin kopioitu "-1" komennolla "Liitä määräten".

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

Date	Time	Torque[N]	Speed	Watt
26.4.2017	14:11:29	-11,02	0	0
26.4.2017	14:11:29	-9,58	0	0
26.4.2017	14:11:29	-4,99	0	0
26.4.2017	14:11:30	-5,38	0	0
26.4.2017	14:11:30	-3,41	0	0
26.4.2017	14:11:30	-4,33	0	0
26.4.2017	14:11:30	-5,38	0	0
26.4.2017	14:11:30	-12,33	0	0
26.4.2017	14:11:31	-16,4	0	0
26.4.2017	14:11:31	-28,87	0	0
26.4.2017	14:11:31	-74,92	0	0
26.4.2017	14:11:31	-348,61	5	-182,1
26.4.2017	14:11:31	-19,81	5	-10,3
26.4.2017	14:11:32	-12,33	160	-206,1
26.4.2017	14:11:32	-209,01	241	-5274
26.4.2017	14:11:32	-154,82	233	-3777
26.4.2017	14:11:32	-82,27	233	-2007
26.4.2017	14:11:32	-239,32	231	-5789
26.4.2017	14:11:33	-128,06	232	-3111
26.4.2017	14:11:33	-105,36	234	-2581
26.4.2017	14:11:33	-98,14	234	-2404
26.4.2017	14:11:33	-123,2	234	-3018
26.4.2017	14:11:34	-77,67	234	-1903,26
26.4.2017	14:11:34	-146,03	234	-3578,38
26.4.2017	14:11:34	-60,75	233	-1482,28
26.4.2017	14:11:34	-118,22	233	-2884,53
26.4.2017	14:11:34	-131,99	233	-3220,51
26.4.2017	14:11:35	-96,04	233	-2343,35
26.4.2017	14:11:35	-126,74	232	-3079,14
26.4.2017	14:11:35	-51,17	232	-1243,17
26.4.2017	14:11:35	-156,79	232	-3809,21
26.4.2017	14:11:35	-48,68	232	-1182,68
26.4.2017	14:11:36	-148,92	233	-3633,6
26.4.2017	14:11:36	-48,02	233	-1171,67
26.4.2017	14:11:36	-128,32	233	-3130,97
26.4.2017	14:11:36	-96,17	233	-2346,52
26.4.2017	14:11:36	-90,79	233	-2215,25
26.4.2017	14:11:37	-136,19	232	-3308,73

The context menu is open over the 'Watt' column, showing options like 'Leikkaa', 'Kopioi', 'Liittämisasetukset', 'Liitä määräten...', 'Alkuperä haku', 'Lisää kopioitua solut...', 'Poista...', 'Tyhjennä sisältö', 'Pika-analyysi', 'Suojota', 'Lajittele', 'Lisää kommentti', 'Muotoile solut...', 'Valitse avattavasta valikosta...', 'Näytä nimi...', and 'Hyperlinkki...'. The 'Liitä määräten...' option is highlighted.

The status bar at the bottom shows: Valitse kohde ja paina ENTER tai valitse Liitä. Kirjoitteen: -10790,6261 Laskin: 371 Summa: -3854922,263

"Liitä määräten" ikkuna aukeaa, valitse tässä laskutoimituskohdasta "Kerro" ja paina "OK".

The screenshot shows a spreadsheet application with a data table and a dialog box titled "Liitä määräten".

Spreadsheet Data:

Date	Time	Torque(N)	Speed	Watts
26.4.2017	14:11:29	-11,02	0	0
26.4.2017	14:11:29	-9,58	0	0
26.4.2017	14:11:29	-4,99	0	0
26.4.2017	14:11:30	-5,38	0	0
26.4.2017	14:11:30	-3,41	0	0
26.4.2017	14:11:30	-4,33	0	0
26.4.2017	14:11:30	-5,38	0	0
26.4.2017	14:11:30	-12,33	0	0
26.4.2017	14:11:31	-16,4	0	0
26.4.2017	14:11:31	-28,87	0	0
26.4.2017	14:11:31	-74,92	0	0
26.4.2017	14:11:31	-348,61	5	-182,532
26.4.2017	14:11:31	-19,81	5	-10,372
26.4.2017	14:11:32	-12,33	160	-206,591
26.4.2017	14:11:32	-209,01	241	-5274,88
26.4.2017	14:11:32	-154,82	233	-3777,56
26.4.2017	14:11:32	-82,27	233	-2007,36
26.4.2017	14:11:32	-239,32	231	-5789,21
26.4.2017	14:11:33	-128,06	232	-3111,21
26.4.2017	14:11:33	-105,36	234	-2581,78
26.4.2017	14:11:33	-98,14	234	-2404,86
26.4.2017	14:11:33	-123,2	234	-3018,94
26.4.2017	14:11:34	-77,67	234	-1903,26
26.4.2017	14:11:34	-146,03	234	-3578,88
26.4.2017	14:11:34	-60,75	233	-1482,28
26.4.2017	14:11:34	-118,22	233	-2884,53
26.4.2017	14:11:34	-131,99	233	-3220,51
26.4.2017	14:11:35	-96,04	233	-2343,35
26.4.2017	14:11:35	-126,74	232	-3079,14
26.4.2017	14:11:35	-51,17	232	-1243,17
26.4.2017	14:11:35	-156,79	232	-3809,21
26.4.2017	14:11:35	-48,68	232	-1182,68
26.4.2017	14:11:36	-148,92	233	-3633,6
26.4.2017	14:11:36	-48,02	233	-1171,67
26.4.2017	14:11:36	-128,32	233	-3130,97
26.4.2017	14:11:36	-96,17	233	-2346,52
26.4.2017	14:11:36	-90,79	233	-2215,25
26.4.2017	14:11:37	-136,19	232	-3308,73

Liitä määräten Dialog Box:

- LIIÄ:**
 - ☒ Kaikki
 - ☐ Kaavat
 - ☐ Annot
 - ☐ Muotoilut
 - ☐ Kynnneetit
 - ☐ Kelpoisuusehdot
 - ☐ Kaikki lähdeaineet käyttävät
 - ☐ Kaikki gatti reuna-annot
 - ☐ Sarakeleveydet
 - ☐ Kaavat ja lukumuodot
 - ☐ Annot ja lukumuodot
 - ☐ Kaikki yhdistetyt ehdolliset muotoilut
- Laskutoimitus:**
 - ☐ Ei mitään
 - ☐ Liitä
 - ☐ Vähennä
 - ☒ Kerro
 - ☐ Jaa
 - ☐ Ohita tyhjät
 - ☐ Trapspool

Buttons: Liitä linkki, OK, Peruuta

Miinusmerkkiset lukuarvot ovat nyt plusmerkkisiä ja plusmerkkiset miinusmerkkisiä.

Excel window: A904R2NN_260417_141129.csv - Excel

Menu: Tiedosto, Aloitusta, Linkit, Sivun asettelu, Kaavat, Tiedot, Tarkista, Näytä, Easy Document Creator, Kerto mitä haluat tehdä

Font:Calibri, 11, Bold, Italic, Underline, Text color, Background color, Paragraph: Center, Justify, Bullets, Numbering, Styles: Normaalit, Huono, Hyvä, Neutraali, Tyylit, Cells: Lisää, Poista, Muotoile, Solut, Formulas: Automaattinen summa, Täyttö, Tyhjennä, Lajittelu ja suodatus, Etsi ja valitse

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1	Date	Time	Torque(N)	Speed	Watts																					
2	26.4.2017	14:11:29	-11,02	0	0		-1																			
3	26.4.2017	14:11:29	-9,58	0	0																					
4	26.4.2017	14:11:29	-4,99	0	0																					
5	26.4.2017	14:11:30	-5,38	0	0																					
6	26.4.2017	14:11:30	-3,41	0	0																					
7	26.4.2017	14:11:30	-4,33	0	0																					
8	26.4.2017	14:11:30	-5,38	0	0																					
9	26.4.2017	14:11:30	-12,33	0	0																					
10	26.4.2017	14:11:31	-16,4	0	0																					
11	26.4.2017	14:11:31	-28,87	0	0																					
12	26.4.2017	14:11:31	-74,92	0	0																					
13	26.4.2017	14:11:31	-348,61	5	182,532																					
14	26.4.2017	14:11:31	-19,81	5	10,372																					
15	26.4.2017	14:11:32	-12,33	160	206,591																					
16	26.4.2017	14:11:32	-209,01	241	5274,877																					
17	26.4.2017	14:11:32	-154,82	233	3777,559																					
18	26.4.2017	14:11:32	-82,27	233	2007,362																					
19	26.4.2017	14:11:32	-239,32	231	5789,209																					
20	26.4.2017	14:11:33	-128,06	232	3111,213																					
21	26.4.2017	14:11:33	-105,36	234	2581,784																					
22	26.4.2017	14:11:33	-98,14	234	2404,862																					
23	26.4.2017	14:11:33	-123,2	234	3018,942																					
24	26.4.2017	14:11:34	-77,67	234	1903,257																					
25	26.4.2017	14:11:34	-146,03	234	3578,378																					
26	26.4.2017	14:11:34	-60,75	233	1482,281																					
27	26.4.2017	14:11:34	-118,22	233	2884,53																					
28	26.4.2017	14:11:34	-131,99	233	3220,514																					
29	26.4.2017	14:11:35	-96,04	233	2343,345																					
30	26.4.2017	14:11:35	-126,74	232	3079,144																					
31	26.4.2017	14:11:35	-51,17	232	1243,173																					
32	26.4.2017	14:11:35	-156,79	232	3809,207																					
33	26.4.2017	14:11:35	-48,68	232	1182,679																					
34	26.4.2017	14:11:36	-148,92	233	3633,601																					
35	26.4.2017	14:11:36	-48,02	233	1171,673																					
36	26.4.2017	14:11:36	-128,32	233	3130,967																					
37	26.4.2017	14:11:36	-96,17	233	2346,517																					
38	26.4.2017	14:11:36	-90,79	233	2215,247																					
39	26.4.2017	14:11:37	-136,19	232	3308,731																					

Formula bar: =A904R2NN_260417_141129

Status bar: Valitse kohde ja paina ENTER tai valitse LIIKÄ.

Valitse A-sarake ja **lisää** sen eteen **uusi sarake** komennolla ”**Lisää**” tai siirrä lukuarvoja.

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with a file named 'A904R2NN_260417_141129.csv'. The 'Lisää' (Add) menu is open over column A, showing options like 'Leikkaa' (Cut), 'Kopioi' (Copy), 'Lisää' (Add), 'Poista' (Delete), and 'Tyhjennä sisältö' (Clear content). The data table is as follows:

	Date	NiSpeed	Watts
1	26.4.	0	0
2	26.4.	0	0
3	26.4.	0	0
4	26.4.	0	0
5	26.4.	0	0
6	26.4.	0	0
7	26.4.	0	0
8	26.4.	0	0
9	26.4.	0	0
10	26.4.	0	0
11	26.4.	0	0
12	26.4.	0	0
13	26.4.	5	182,532
14	26.4.	5	10,372
15	26.4.2017	14:11:32	160
16	26.4.2017	14:11:32	209,01
17	26.4.2017	14:11:32	154,82
18	26.4.2017	14:11:32	82,27
19	26.4.2017	14:11:32	239,32
20	26.4.2017	14:11:33	128,06
21	26.4.2017	14:11:33	105,36
22	26.4.2017	14:11:33	98,14
23	26.4.2017	14:11:33	123,2
24	26.4.2017	14:11:34	77,67
25	26.4.2017	14:11:34	146,03
26	26.4.2017	14:11:34	60,75
27	26.4.2017	14:11:34	118,22
28	26.4.2017	14:11:34	131,99
29	26.4.2017	14:11:35	96,04
30	26.4.2017	14:11:35	126,74
31	26.4.2017	14:11:35	51,17
32	26.4.2017	14:11:35	156,79
33	26.4.2017	14:11:35	48,68
34	26.4.2017	14:11:36	148,92
35	26.4.2017	14:11:36	48,02
36	26.4.2017	14:11:36	128,32
37	26.4.2017	14:11:36	96,17
38	26.4.2017	14:11:36	90,79
39	26.4.2017	14:11:37	136,19

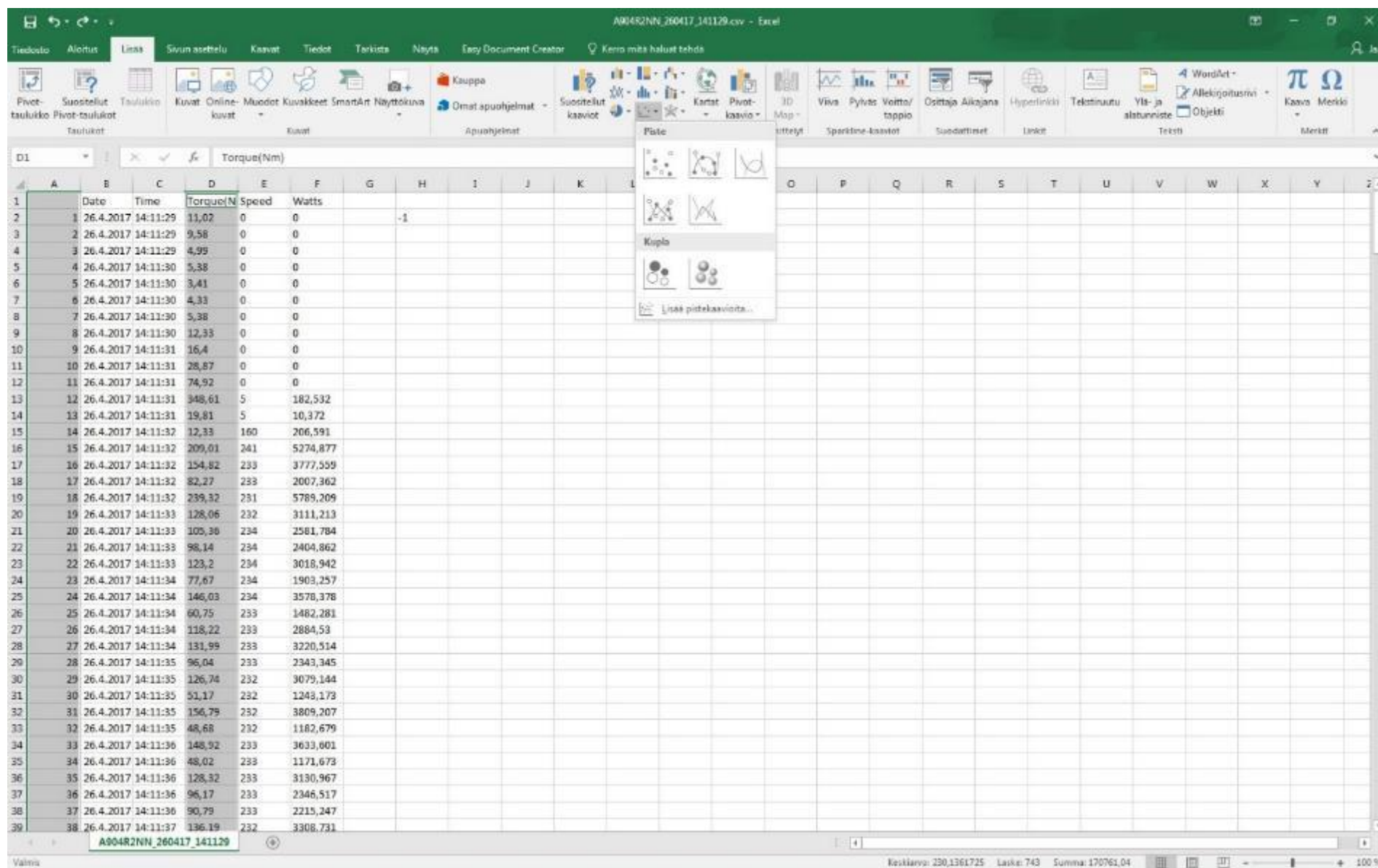
Tee uuteen **A-sarakkeeseen juokseva numerointi** kirjoittamalla ensiksi numerot 1 ja 2 sekä vetämällä näistä jatkuva numerointi lukuarvojen loppuun saakka.

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with the following data:

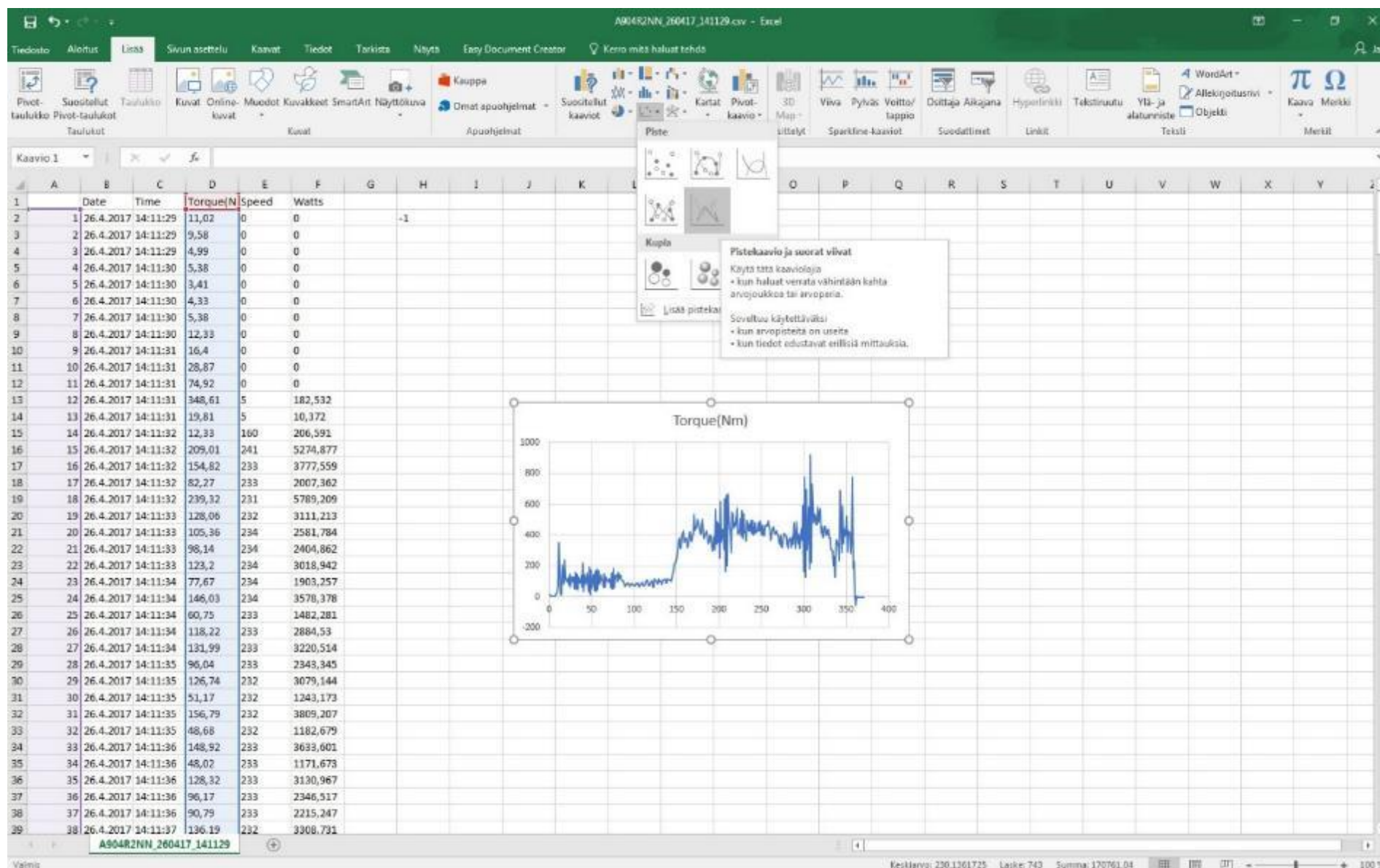
	Date	Time	Torque[N]	Speed	Watts
1	26.4.2017	14:11:29	11,02	0	0
2	26.4.2017	14:11:29	9,58	0	0
3	26.4.2017	14:11:29	4,99	0	0
4	26.4.2017	14:11:30	5,38	0	0
5	26.4.2017	14:11:30	3,41	0	0
6	26.4.2017	14:11:30	4,33	0	0
7	26.4.2017	14:11:30	5,38	0	0
8	26.4.2017	14:11:30	12,33	0	0
9	26.4.2017	14:11:31	16,4	0	0
10	26.4.2017	14:11:31	28,87	0	0
11	26.4.2017	14:11:31	74,92	0	0
12	26.4.2017	14:11:31	348,61	5	182,532
13	26.4.2017	14:11:31	19,81	5	10,372
14	26.4.2017	14:11:32	12,33	160	206,591
15	26.4.2017	14:11:32	209,01	241	5274,877
16	26.4.2017	14:11:32	154,82	233	3777,559
17	26.4.2017	14:11:32	82,27	233	2007,362
18	26.4.2017	14:11:32	239,32	231	5789,209
19	26.4.2017	14:11:33	128,06	232	3111,213
20	26.4.2017	14:11:33	105,36	234	2581,784
21	26.4.2017	14:11:33	98,14	234	2404,862
22	26.4.2017	14:11:33	123,2	234	3018,942
23	26.4.2017	14:11:34	77,67	234	1903,257
24	26.4.2017	14:11:34	146,03	234	3578,378
25	26.4.2017	14:11:34	60,75	233	1482,281
26	26.4.2017	14:11:34	118,22	233	2884,53
27	26.4.2017	14:11:34	131,99	233	3220,514
28	26.4.2017	14:11:35	96,04	233	2343,345
29	26.4.2017	14:11:35	126,74	232	3079,144
30	26.4.2017	14:11:35	51,17	232	1243,173
31	26.4.2017	14:11:35	156,79	232	3809,207
32	26.4.2017	14:11:35	48,68	232	1182,679
33	26.4.2017	14:11:36	148,92	233	3633,601
34	26.4.2017	14:11:36	48,02	233	1171,673
35	26.4.2017	14:11:36	128,32	233	3130,967
36	26.4.2017	14:11:36	96,17	233	2346,517
37	26.4.2017	14:11:36	90,79	233	2215,247
38	26.4.2017	14:11:37	136,19	232	3308,731

The status bar at the bottom shows: Keskiarvo: 1,5 - Laske 2 - Summa: 3

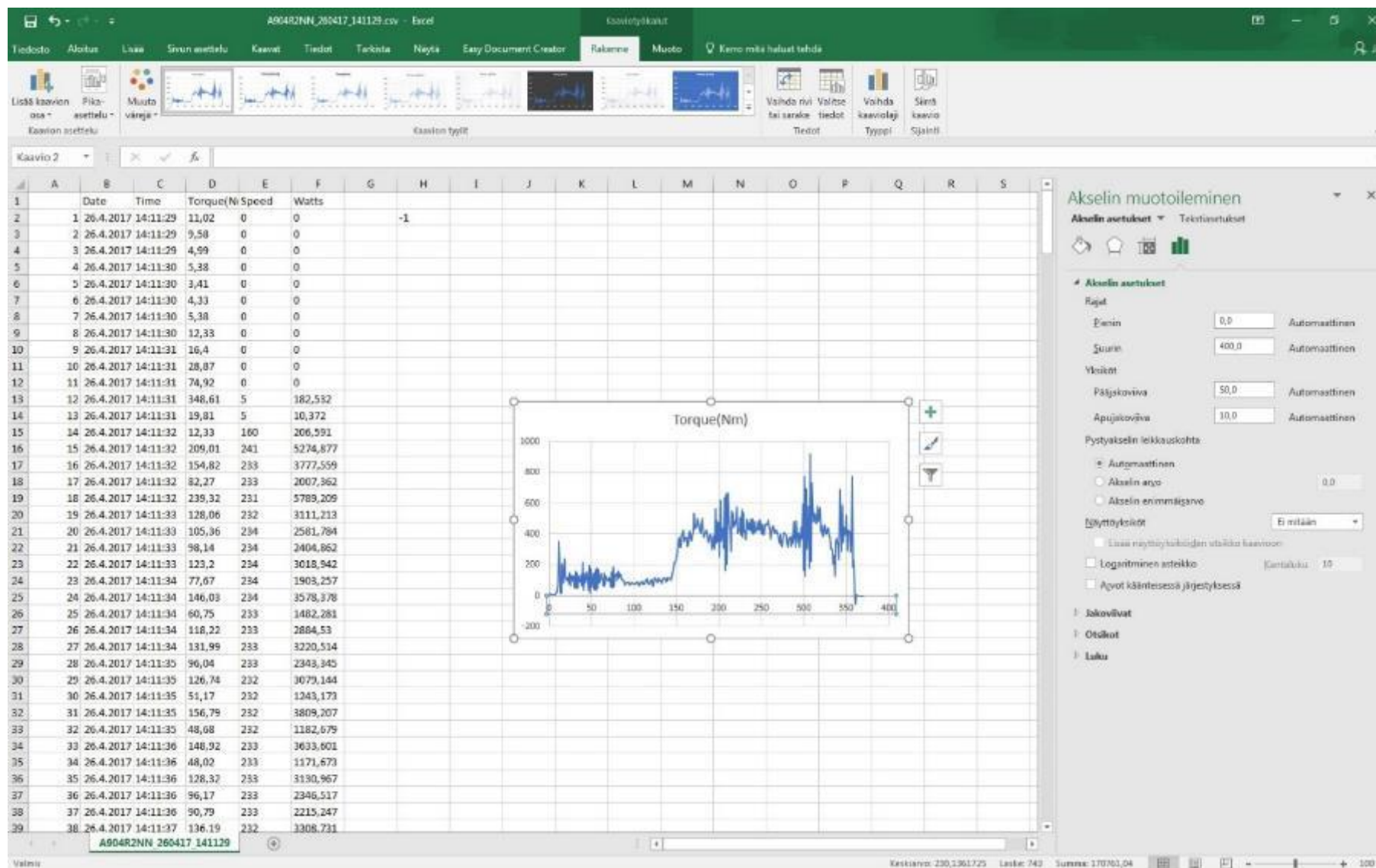
Valitse **A-sarake** ja esimerkiksi **"Torque"** sarake sekä mene **"Lisää"** välilehdellä **"Kaaviot"** kohtaan.

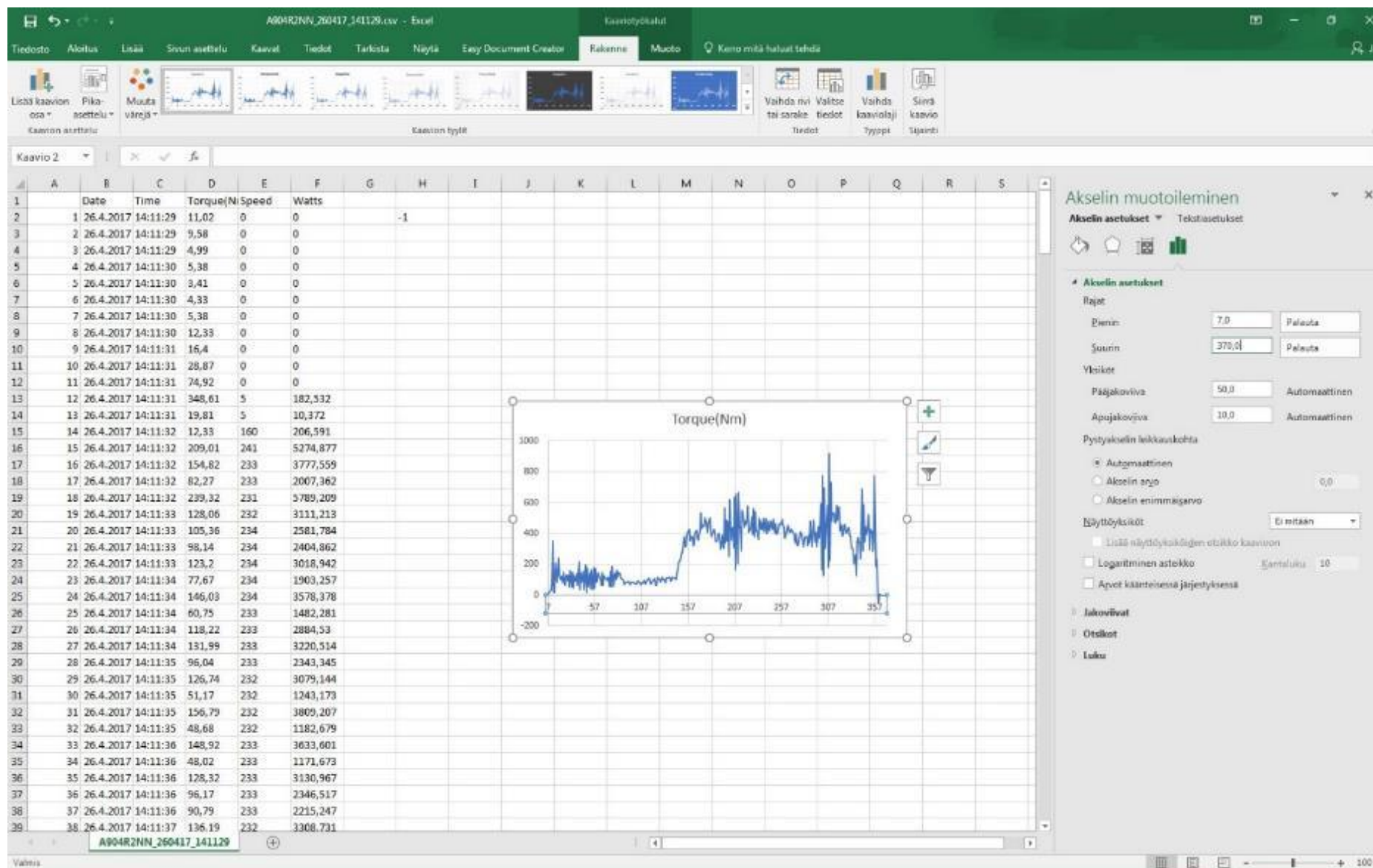


Valitse mieleisesi **pistekaavio** ja luo se.

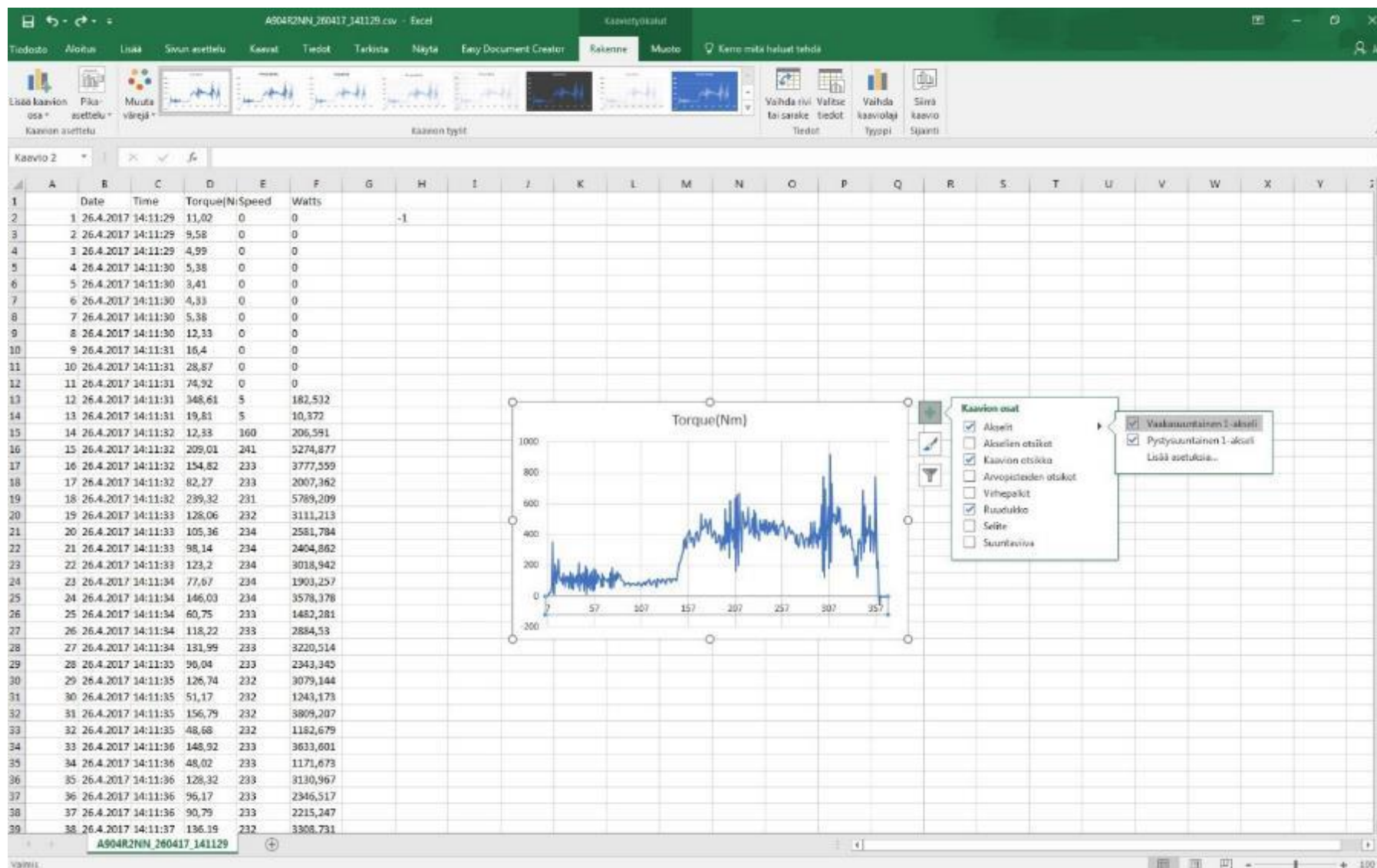


Kaavion vaaka-akselin **rajoja** pääset **muokkaamaan** kaksoisnapauttamalla **vaaka-akselia** ja rajoja voit säätää esimerkiksi mittaustulosten luvun kannalta otollisemmiksi.

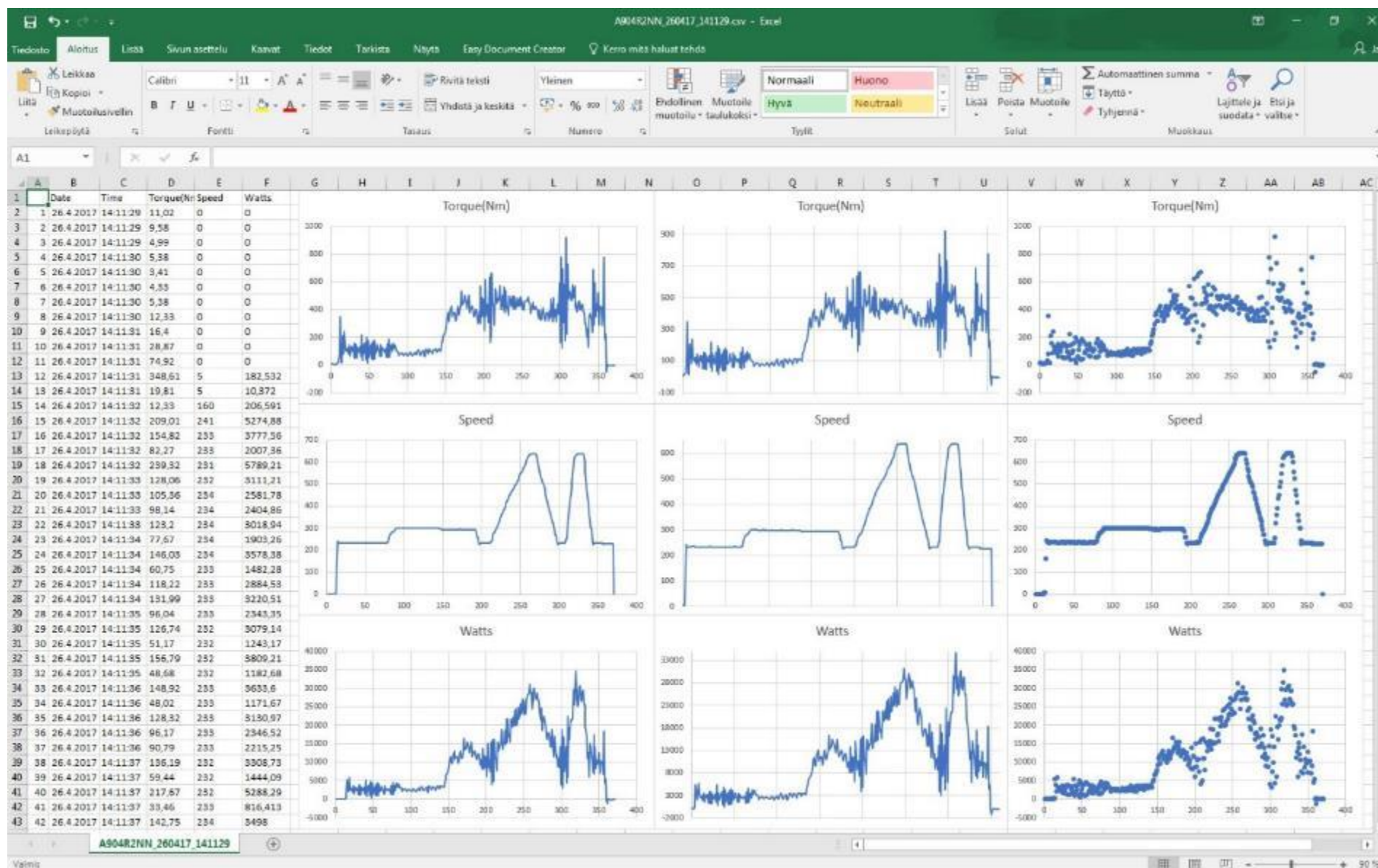




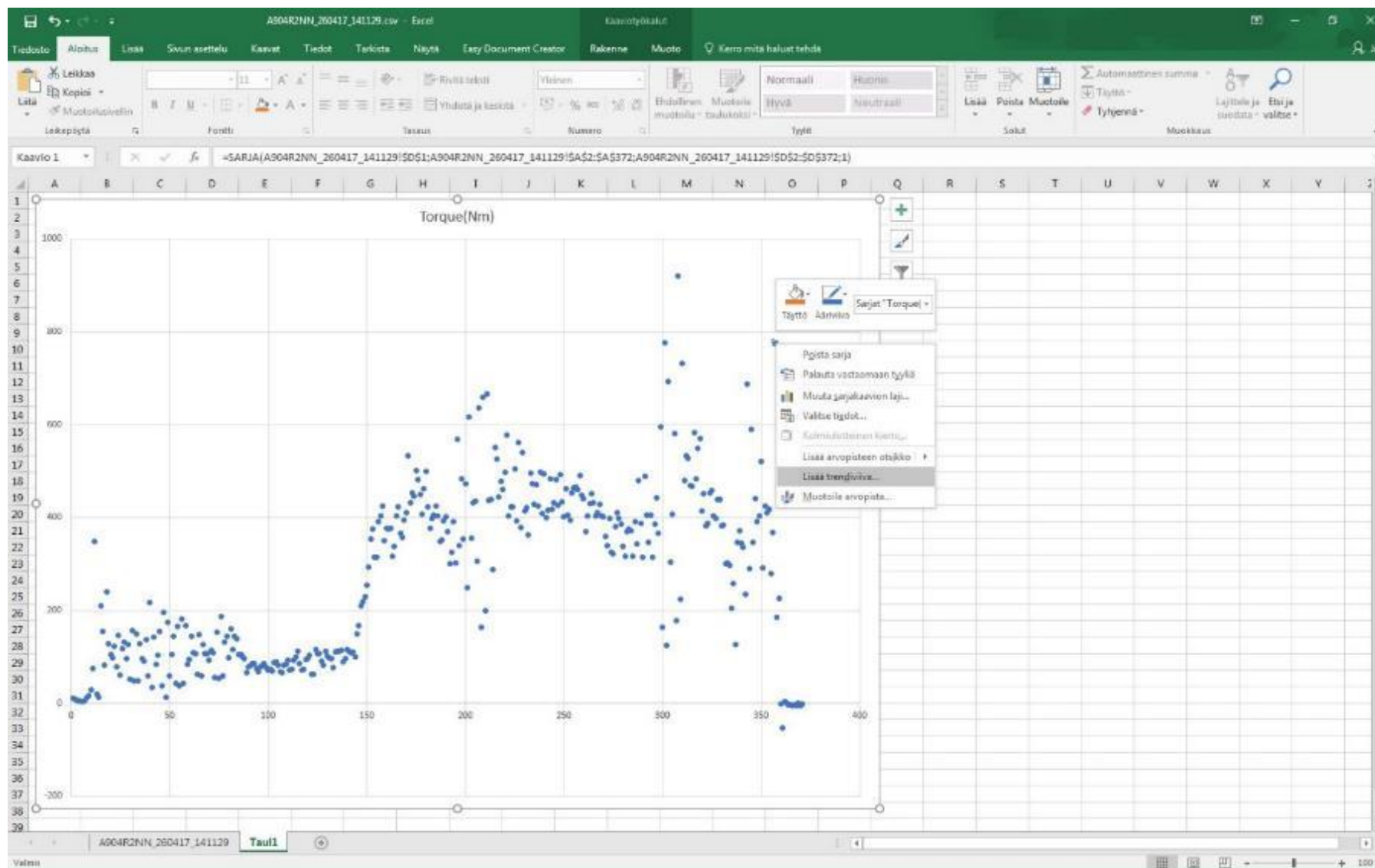
Voit myös poistaa vaaka-akselin luvut, sillä nämä ovat nyt vain juoksevia numeroita. Poistaminen tapahtuu painamalla delete näppäintä kun vaaka-akseli on valittuna tai kaavion osia muokkaamalla.



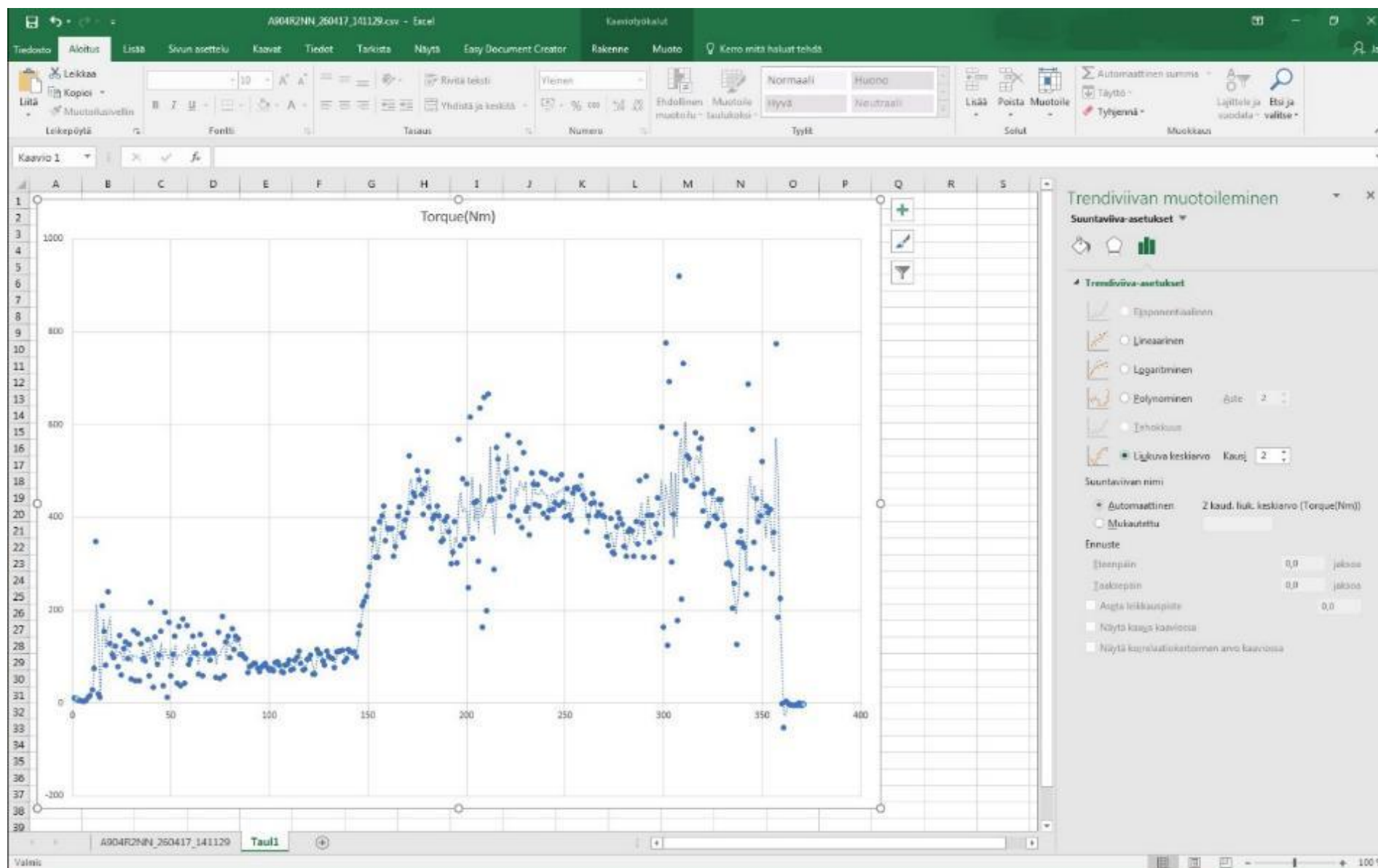
Näin päästään luomaan helpohkosti koko alueen kaavioita, rajattuja kaavioita tai muita pistekaavioita.



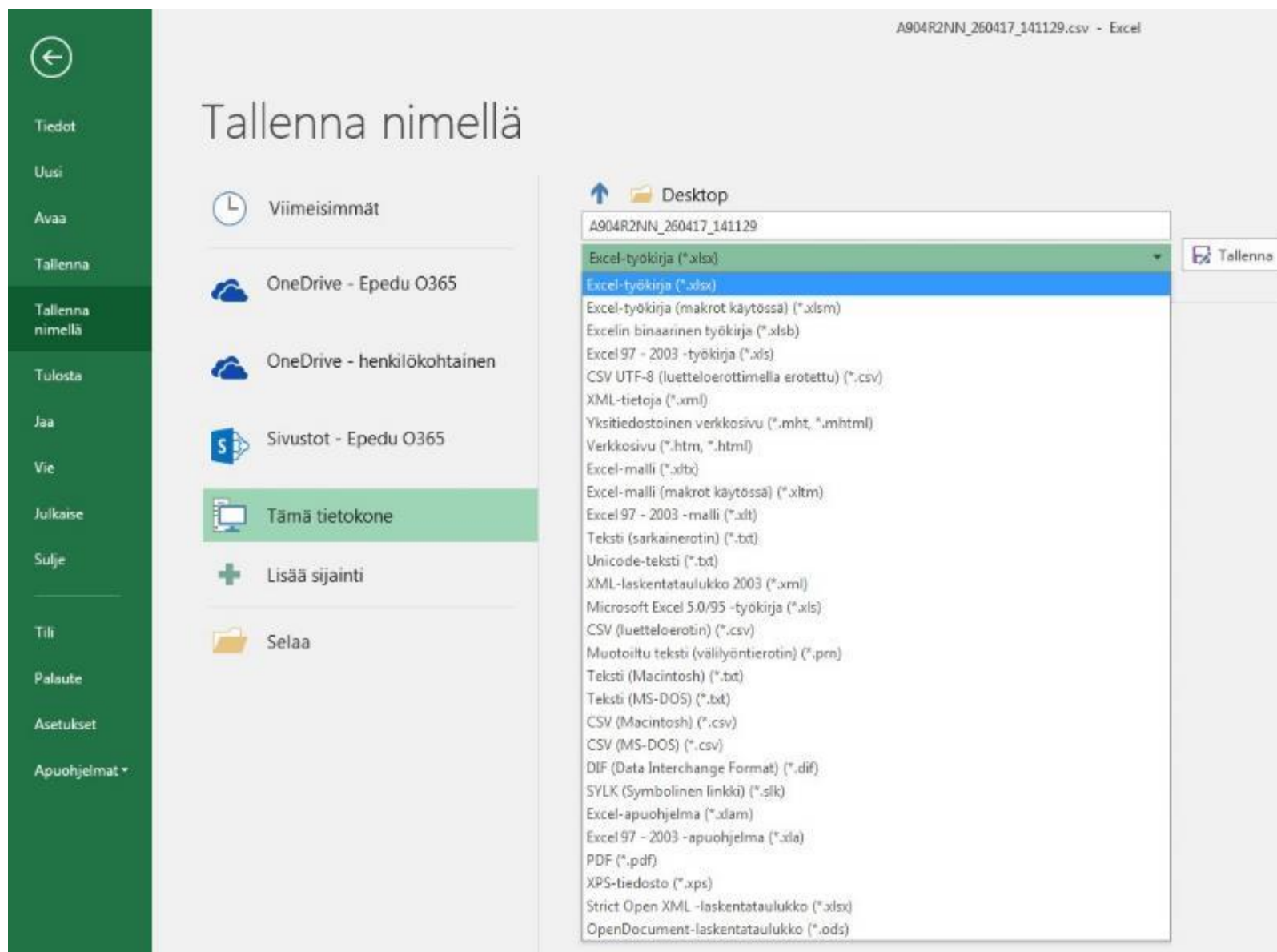
Pistekaavio on kätevä silloin, jos halutaan tarkastella kaikkien mitta-arvojen esiintymistä, mutta silmä voi helposti hämätä katsojaa, joten silloin trendiviiva on avuksi. **Valitse yksi piste** kaaviosta ja **paina hiiren oikealla** näppäimellä sitä sekä valitse ”**Lisää trendiviiva**”.



Ja näin trendiviiva on luotu ”Liukuvan keskiarvon” mukaan.



Muista lopuksi **tallentaa** työsi, mikäli se ei ole vielä ***.xlsx muodossa**, sillä *.csv muodossa kaaviot eivät jää muistiin.



3 UNIX AJAN KÄSITTELY

Unix aikaleima on keino seurata aikaa sekunteina. Sekuntien laskeminen alkaa tammikuun ensimmäisestä päivästä vuodelta 1970 kello 00:00:00. Unix aikaleima on siis tiettyjen päivämäärien välillä olevien sekuntien määrä, esimerkiksi kaava (1). Excel taulukkolaskenta käsittelee aikaa eri tavalla, joten taulukkolaskennassa tämä aikaleima on muunnettava (Dan's Tools 2017; J-Walk & Associates, Inc 2016).

$$al = 1491867842 \quad (1)$$

missä

al on aikaleima

Ennen kuin Excelissä voidaan laskea unix aikaleimalla, on laskettava sekuntien määrä päivässä, joka saadaan kaavojen 2 tai 3 mukaan (J-Walk & Associates, Inc 2016).

$$sp = sm * mt * tp \quad (2)$$

missä

sp on sekunteja päivässä

sm on sekunnit minuutissa

mt on minuutit tunnissa

tp on tunnit päivässä

Lukuina kaava (2) olisi kaavan (3) mukainen.

$$86400 = 60 * 60 * 24 \quad (3)$$

Kun päivän sekunnit on selvitetty, joka voi myös vaihdella, mikäli lasketaan tarkemmilla arvoilla, päästään selvittämään, kuinka aikaleima saataisiin lukukelpoiseksi Exceliin. Unix aikaleimassa käytetään tosiaan päiväystä 1.1.1970 00:00:00, josta lähtien sekunnit lasketaan ja aikaleima on lukema sekunteina tästä hetkestä. Alkuun päästään kaavalla (4) (J-Walk & Associates, Inc 2016).

$$ale = \frac{al}{sp} + PÄIVÄYS(1970; 1; 1) \quad (4)$$

missä

ale on aikaleima lukukelpoiseksi Exceliin

al on aikaleima

sp on sekunteja päivässä

PÄIVÄYS on Excel funktio, joka voi vaihtua käyttöjärjestelmän kielen tai maa-asetusten mukaan

Aikaleimaan voidaan myös lisätä GMT/UTC korjaus, mikäli aikavyöhyke poikkeaa perusarvosta. Mikäli tietokoneessa tai laitteistossa ei ole automaattista korjausta, voidaan korjaus aikaleimasta tehdä Excel käyttöön kaavan avulla (5) (J-Walk & Associates, Inc 2016).

$$ale_{GMT} = \frac{al}{sp} + PÄIVÄYS(1970; 1; 1) + \left(\frac{GMT}{tp}\right) \quad (5)$$

missä

ale_{GMT} on aikaleiman GMT/UTC korjaus Exceliin

al on aikaleima

sp on sekunteja päivässä

PÄIVÄYS on Excel funktio, joka voi vaihtua käyttöjärjestelmän kielen tai maa-asetusten mukaan

GMT on GMT/UTC korjaus, jossa on huomioitava kesäaika

tp on tunnit päivässä

Numeroina kaava (5) voidaan esimerkiksi esittää kaavan (6) mukaan. Kaavassa luku +2 tarkoittaa suomen normaaliaikaa (UTC/GMT +2), eli talviaikaa. Kesäaikana laskettaessa tämä luku olisi +3 (Time and Date AS 2017).

$$42836,07225 = \frac{1491867842}{86400} + PÄIVÄYS(1970; 1; 1) + \left(\frac{+2}{24}\right) \quad (6)$$

Missä esimerkkikaavan (6) mukainen lukema 42836,07225 voidaan muuttaa Excelin lukumuotoilulla esimerkiksi lyhyeksi päivämääräksi, pitkäksi päivämääräksi, ajaksi tai omaksi muotoiluksi esimerkiksi kaavan (7) mukaan.

pp.kk.vvvv tt:mm:ss (7)

missä

<i>pp</i>	on päivä, esimerkiksi 11
<i>kk</i>	on kuukausi, esimerkiksi 04
<i>vvvv</i>	on vuosi, esimerkiksi 2017
<i>tt</i>	on tunnit, esimerkiksi 01
<i>mm</i>	on minuutit, esimerkiksi 44
<i>ss</i>	on sekunnit, esimerkiksi 02

Tällöin lukema 42836,07225 saadaan kaavan (8) mukaiseen muotoon.

11.04.2017 01:44:02 (8)

Taulukko 11. Aikaleima päiväykseksi/Timestamp to date

Aikaleiman muuntaminen päiväykseksi ja ajaksi				
1491867842	42835,98891	10.4.2017	10. huhtikuuta 2017	23:44:02
=Aikaleima	=Aikaleiman solu/86400+PÄIVÄYS(1970;1;1)	=Lyhyt päivämäärä	=Pitkä päivämäärä	=Aika

Convert Timestamp to Date and Time				
1491867842	42835,98891	10.04.2017	10 April 2017	11:44:02 PM
=Unix time	=Unix time cell/86400+DATE(1970;1;1)	=Short date	=Long date	=Time

Lukumuotoilu voi vaihdella riippuen Excel versiosta ja maasta.
Cell format might differ depending on Excel version and country.

Selite		Legend
Lähtöarvon solu		Starting value cell
Laskettu solu		Calculated cell
Muotoiltu solu		Formatted cell
Tietosolu		Information cell

Taulukko 12. Päiväys aikaleimaksi/Timestamp to date

Päiväyksen ja ajan muuntaminen aikaleimaksi			Selite
=Lyhyt päivämäärä	10.4.2017	1491782400	Lähtöarvon solu
=Pitkä päivämäärä	10. huhtikuuta 2017	1491782400	Laskettu solu
=Lyhyt päivämäärä ja aika	10.4.2017 23:44:02	1491867842	Muotoiltu solu
	=Päiväys ja aika	=(Päiväys ja aika solu-PÄIVÄYS(1970;1;1))*86400	Tietosolu

Convert Date and Time to Timestamp			Legend
=Short date	10.04.2017	1491782400	Starting value cell
=Long date	10 April 2017	1491782400	Calculated cell
=Short date and time	10 April 2017 11:44:02 PM	1491867842	Formatted cell
	=Date and time	=(Date and time cell-DATE(1970;1;1))*86400	Information cell

Lukumuotoilu voi vaihdella riippuen Excel versiosta ja maasta.
Cell format might differ depending on Excel version and country.

Taulukko 13. Unix ajan korjaus/Unix time correction

Unix aika ilman korjausta/Unix time without correction			
1491867842	42835,98891	10.04.2017	23:44:02
=Aikaleima	=Aikaleiman solu/86400+PÄIVÄYS(1970;1;1)	=Lyhyt päivämäärä	=Aika
=Unix time	=Unix time cell/86400+DATE(1970;1;1)	=Short date	=Time

Unix ajan korjaus/Unix time correction			
1491867842	42836,07225	11.04.2017	01:44:02
=Aikaleima	=Aikaleiman solu/86400+PÄIVÄYS(1970;1;1)+(kesä- tai normaaliajan solu/24)	=Lyhyt päivämäärä	=Aika
=Unix time	=Unix time cell/86400+DATE(1970;1;1)+(summer- or normal time cell/24)	=Short date	=Time

Lukumuotoilu voi vaihdella riippuen Excel versiosta ja maasta.
Cell format might differ depending on Excel version and country.

Kesä- ja normaaliaika suomessa		
UTC/GMT	+2	normaaliaika
	+3	kesäaika

Daylight Saving Time in Finland		
UTC/GMT	+2	normal time
	+3	summertime

Selite		Legend
Lähtöarvon solu		Starting value cell
Laskettu solu		Calculated cell
Muotoiltu solu		Formatted cell
Tietosolu		Information cell

Mittaus

Matikainen Janne

Liite 14
Kesä 2017
SeAMK Tekniikka
Kone- ja tuotantotekniikan tutkinto-ohjelma

Sisällysluettelo

1 JOHDANTO	7
2 ENSIMMÄINEN MITTAUS	9
3 TOINEN MITTAUS	27

Kuvio- ja taulukkuuettelo

Kuvio 1 Tallennus tietokoneelle pistekaavio Vääntö	9
Kuvio 2 Tallennus tietokoneelle pistekaavio viivoilla Vääntö.....	10
Kuvio 3 Tallennus tietokoneelle pistekaavio Kierrosluku.....	11
Kuvio 4 Tallennus tietokoneelle pistekaavio viivoilla Kierrosluku	12
Kuvio 5 Tallennus tietokoneelle pistekaavio Voima	13
Kuvio 6 Tallennus tietokoneelle pistekaavio viivoilla Voima.....	14
Kuvio 7 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Vääntö osa 1	15
Kuvio 8 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Vääntö osa 2	16
Kuvio 9 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Vääntö osa 1	17
Kuvio 10 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Vääntö osa 2	18
Kuvio 11 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Kierrosluku osa 1	19
Kuvio 12 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Kierrosluku osa 2	20
Kuvio 13 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Kierrosluku osa 1	21
Kuvio 14 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Kierrosluku osa 2	22
Kuvio 15 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Voima osa 1.....	23
Kuvio 16 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Voima osa 2.....	24
Kuvio 17 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Voima osa 1	25
Kuvio 18 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Voima osa 2	26
Kuvio 19 Tallennus tietokoneelle pistekaavio Vääntö	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.

Kuvio 20 Tallennus tietokoneelle pistekaavio viivoilla Vääntö**Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.**

Kuvio 21 Tallennus tietokoneelle pistekaavio Kierrosluku virheellä**Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.**

Kuvio 22 Tallennus tietokoneelle pistekaavio viivoilla Kierrosluku virheellä.... **Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.**

Kuvio 23 Tallennus tietokoneelle pistekaavio Kierrosluku ilman virhettä 31

Kuvio 24 Tallennus tietokoneelle pistekaavio viivoilla Kierrosluku ilman virhettä.. 32

Kuvio 25 Tallennus tietokoneelle pistekaavio Voima virheellä**Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.**

Kuvio 26 Tallennus tietokoneelle pistekaavio viivoilla Voima virheellä**Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.**

Kuvio 27 Tallennus tietokoneelle pistekaavio Voima ilman virhettä 35

Kuvio 28 Tallennus tietokoneelle pistekaavio viivoilla Voima ilman virhettä..... 36

Kuvio 29 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Vääntö osa 1 37

Kuvio 30 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Vääntö osa 2 38

Kuvio 31 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Vääntö osa 3 39

Kuvio 32 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Vääntö osa 4 40

Kuvio 33 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Vääntö osa 5 41

Kuvio 34 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Vääntö osa 6 42

Kuvio 35 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Vääntö osa 1 43

Kuvio 36 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Vääntö osa 2 44

Kuvio 37 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Vääntö osa 3 45

Kuvio 38 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Vääntö osa 4	46
Kuvio 39 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Vääntö osa 5	47
Kuvio 40 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Vääntö osa 6	48
Kuvio 41 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Kierrosluku osa 1	49
Kuvio 42 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Kierrosluku osa 2	50
Kuvio 43 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Kierrosluku osa 3	51
Kuvio 44 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Kierrosluku osa 4	52
Kuvio 45 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Kierrosluku osa 5	53
Kuvio 46 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Kierrosluku osa 6	54
Kuvio 47 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Kierrosluku osa 1	55
Kuvio 48 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Kierrosluku osa 2	56
Kuvio 49 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Kierrosluku osa 3	57
Kuvio 50 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Kierrosluku osa 4	58
Kuvio 51 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Kierrosluku osa 5	59
Kuvio 52 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Kierrosluku osa 6	60
Kuvio 53 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Voima osa 1	61
Kuvio 54 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Voima osa 2	62
Kuvio 55 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Voima osa 3	63
Kuvio 56 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Voima osa 4	64
Kuvio 57 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Voima osa 5	65
Kuvio 58 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Voima osa 6	66

Kuvio 59 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Voima osa 1	67
Kuvio 60 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Voima osa 2	68
Kuvio 61 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Voima osa 3	69
Kuvio 62 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Voima osa 4	70
Kuvio 63 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Voima osa 5	71
Kuvio 64 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Voima osa 6	72
Taulukko 1 Tietokoneelle tallennus.....	8
Taulukko 2 USB-tallennus	8

1 JOHDANTO

Mittausten tallennus suoritettiin kahdelle eri tallennusmuistille, tietokoneelle sekä USB-muistikulle. Molempiin tallennuksiin asetettiin 100 näytteen näytteenotto sekunnissa sekä mittaus-tietoa tallentui väännön, kierrosluvun, voiman, wattien, ajan ja päiväyksen osalta. Mittaustuloksia tarkasteltaessa kävi ilmi, että laitteisto ei tallentanut työntövoimaa, vaikka ohjelmisto ja asetukset niin sallivatkin, eikä työntövoimaa valmistajan mukaan tulisikaan pystyä tällä anturilla tallentamaan, joten sen osalta kaaviot näyttivät nollaa ja ne jätettiin työstä pois. USB-muistikku pilkkoi tallennuksen useaan *.csv tiedostomuodon osiin, yleisesti noin 211-221 kilobitin kokoisiksi paloiksi, jotka sisälsivät noin 2-4 tuhatta tallentunutta riviä. Tietokoneelle tallennuksessa tallentui kaikki data yhdeksi tiedostoksi, jonka käsittely voi olla jo jollain laitteistolla raskasta.

Datasta muodostetuissa kaavioissa on ensin esitetty tulokset XY koordinaatistossa pistekaaviona, niin että jokainen mittaustulos näkyy pisteenä sekä toisena kaaviona niin, että jokaisen pisteen välillä näkyy suora viiva. X-akselilla on näytteet niin, että näytteet 1-100 sijoittuvat luvuille 1-100 ja täten esimerkiksi 1000 näytettä vastaa 10 sekuntia.

Ensimmäisen mittauksen tietokoneelle tallennuksesta on nähtävillä, että laitteisto nappaa kuitenkin pyörimään lähtiessä melkein 250 Newtonmetrin vääntöpiikin, joka pian tasoittuu heilahtelemaan alle 50 Newtonmetrin lukemiksi ja lopussa oleva toinen heilahduspiikki tulee voimansiirron irtikytkennästä. Samasta mittauksesta on myös nähtävillä, kuinka laitteisto mittaa keskimääräistä kierroslukua, jonka avulla voiman arvo on laskennallisesti muodostettu.

Luvussa 2 ja 3 on kaavioita USB-muistikulle tallennuksesta ja tässä ei tietokantoja olla yhdistetty vaan jokainen tallentunut tieto-osio esitellään omana kaavionaan. Huomioitavaa on, että ajan skaalaus muuttuu kaksin- tai kolminkertaiseksi toisessa kaaviossa, jolloin tällä näytteenottotaajuudella kaavion luettavuus heikkenee.

Toisessa mittauksessa vääntömomentti käy hieman yli 600 Newtonmetrissä kytkettäessä 100 Newtonmetrin vastus toimintaan jonka jälkeen vääntömomentti jää heilahtelemaan.

Mittaustuloksia ei käsitelty muilta osin, kuin tietokoneelle tallennuksesta poistettiin yksi virhe, josta taulukko 1 kertoo. Virheessä kierrosluvussa on jostain syystä pari merkkiä liikaa, joka aiheuttaa samalla voiman mitta-arvoon liian ison kertoimen

Taulukosta 2 käy ilmi millaisessa muodossa USB-tallennus valittiin tapahtuvaksi.

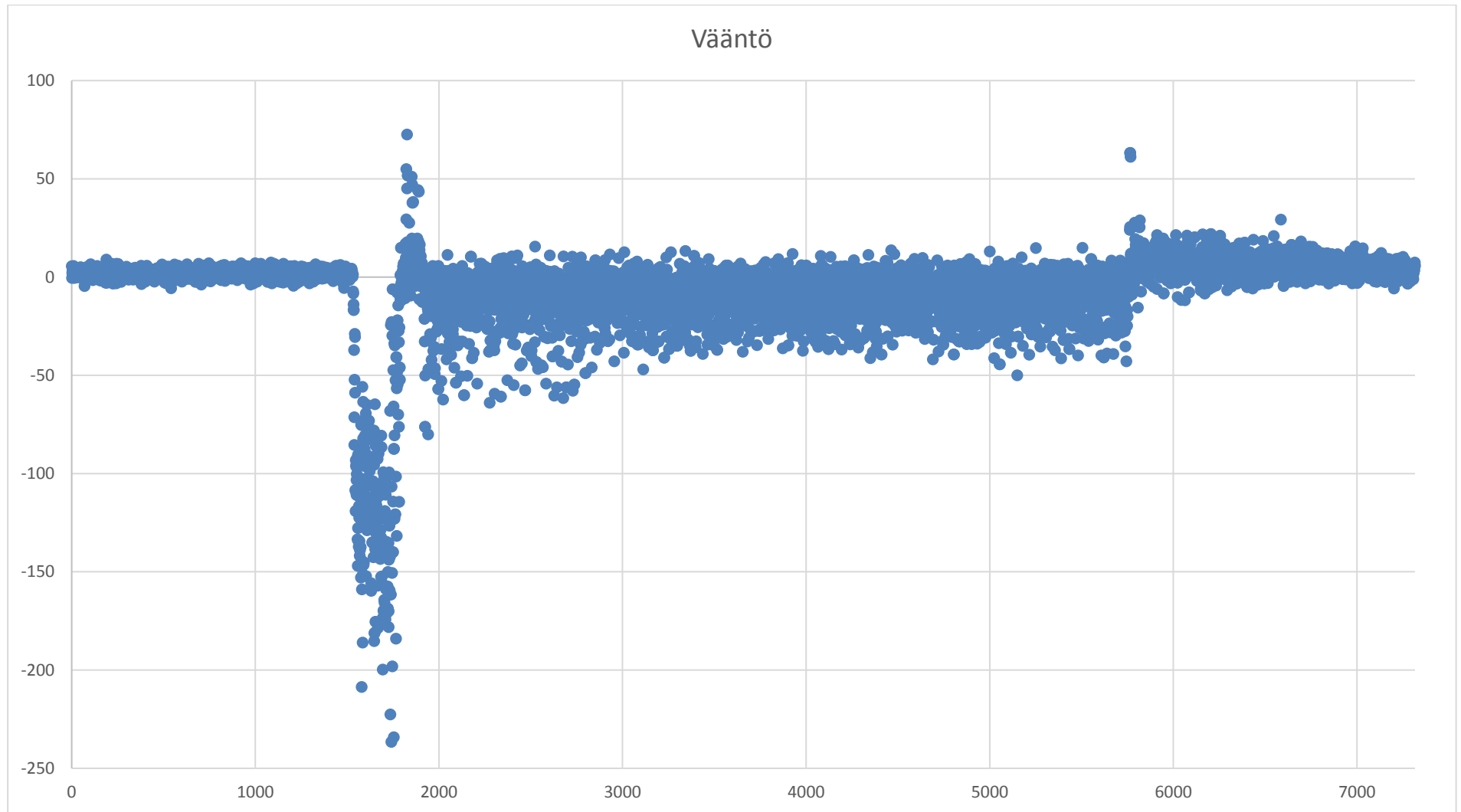
Taulukko 14 Tietokoneelle tallennus

Näyte nro	Päiväys	Aika	Vääntö	Kierrosluku	Voima
8141	27.4.2017	14:23:49	-119,13	378	-4715,646
8142	27.4.2017	14:23:49	-51,83	378	-2051,64
8143	27.4.2017	14:23:49	-220,95	378	-8746,092
8144	27.4.2017	14:23:49	-220,95	37876	-876367,705
8145	27.4.2017	14:23:49	-148,52	378	-5879,021
8146	27.4.2017	14:23:49	-200,61	378	-7940,953
8147	27.4.2017	14:23:49	-17,84	378	-706,179

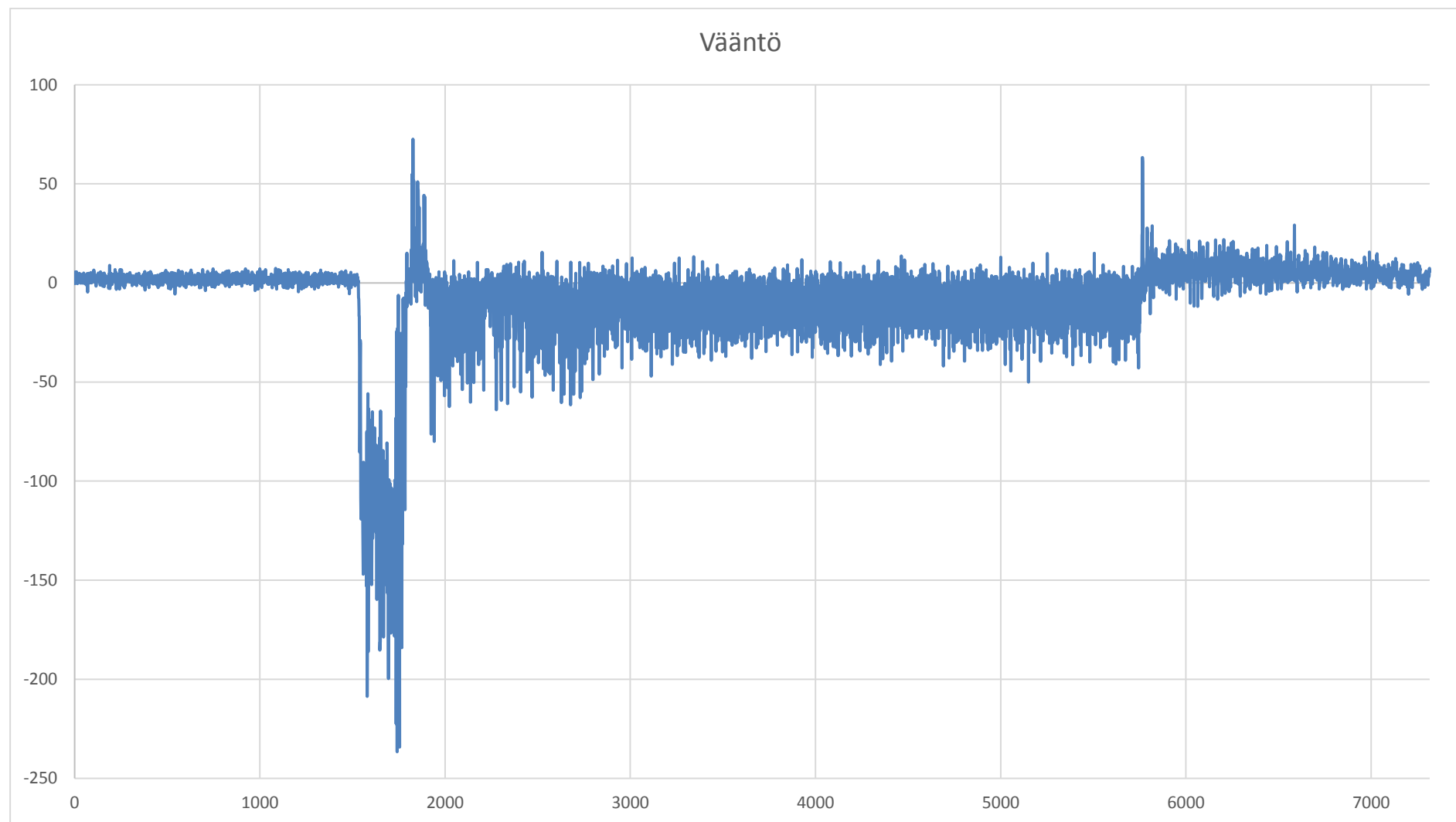
Taulukko 15 USB-tallennus

Näyte nro	Vääntö	Työntövoima	Kierrosluku	Voima	Aika
2000	-159,28	0	542	-9040,6	11:23:25
2001	-276,97	0	542	-15720,\$	11:23:25
2002	-124,51	0	542	-7067,1	11:23:25
2003	-145,38	0	542	-8251,2	11:23:25
2004	-43,17	0	542	-2450	11:23:25
2005	-43,17	0	542	-2450	11:23:25
2006	-101,16	0	542	-5741,6	11:23:25
2007	-126,48	0	542	-7178,9	11:23:25

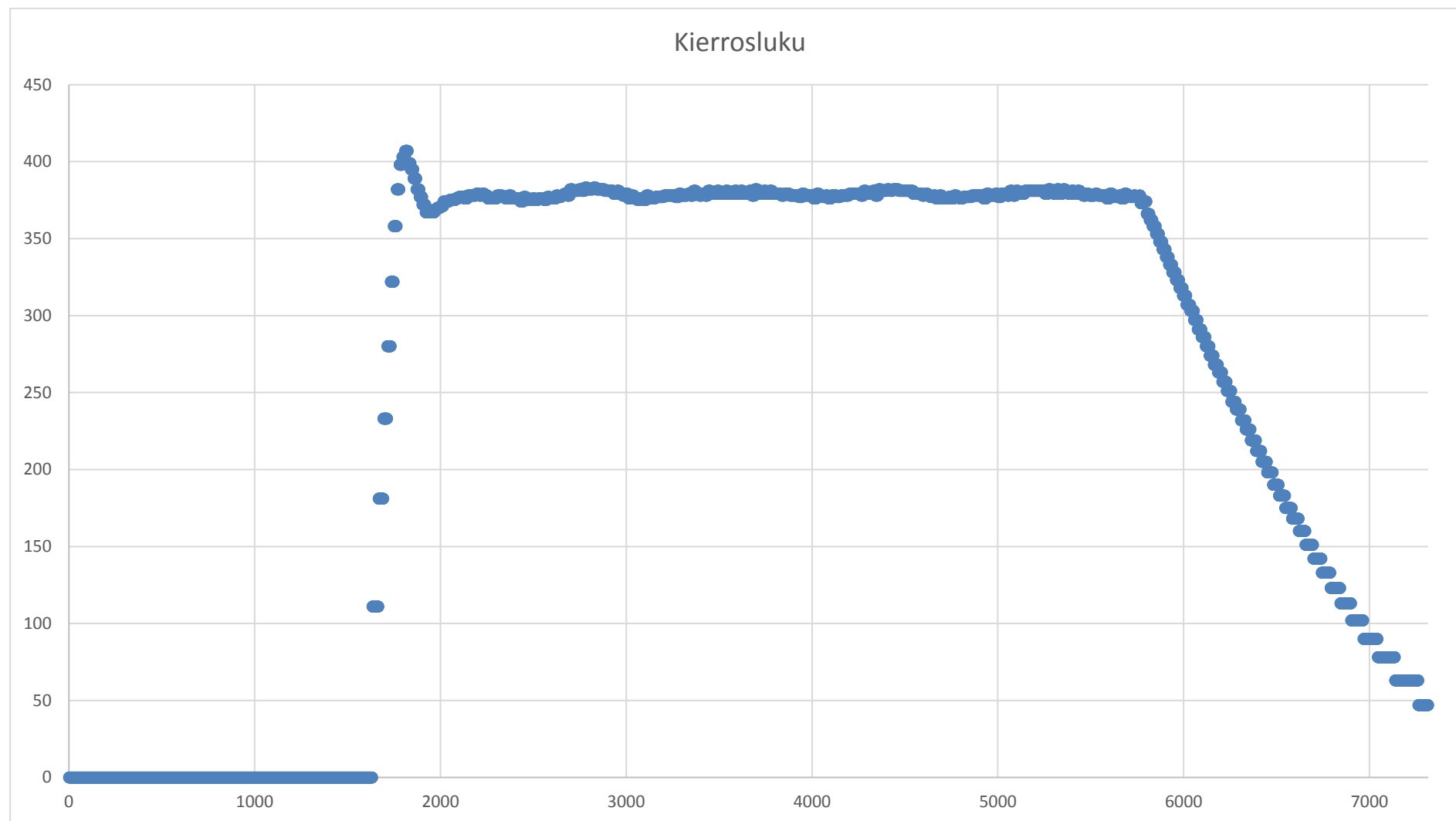
2 ENSIMMÄINEN MITTAUS



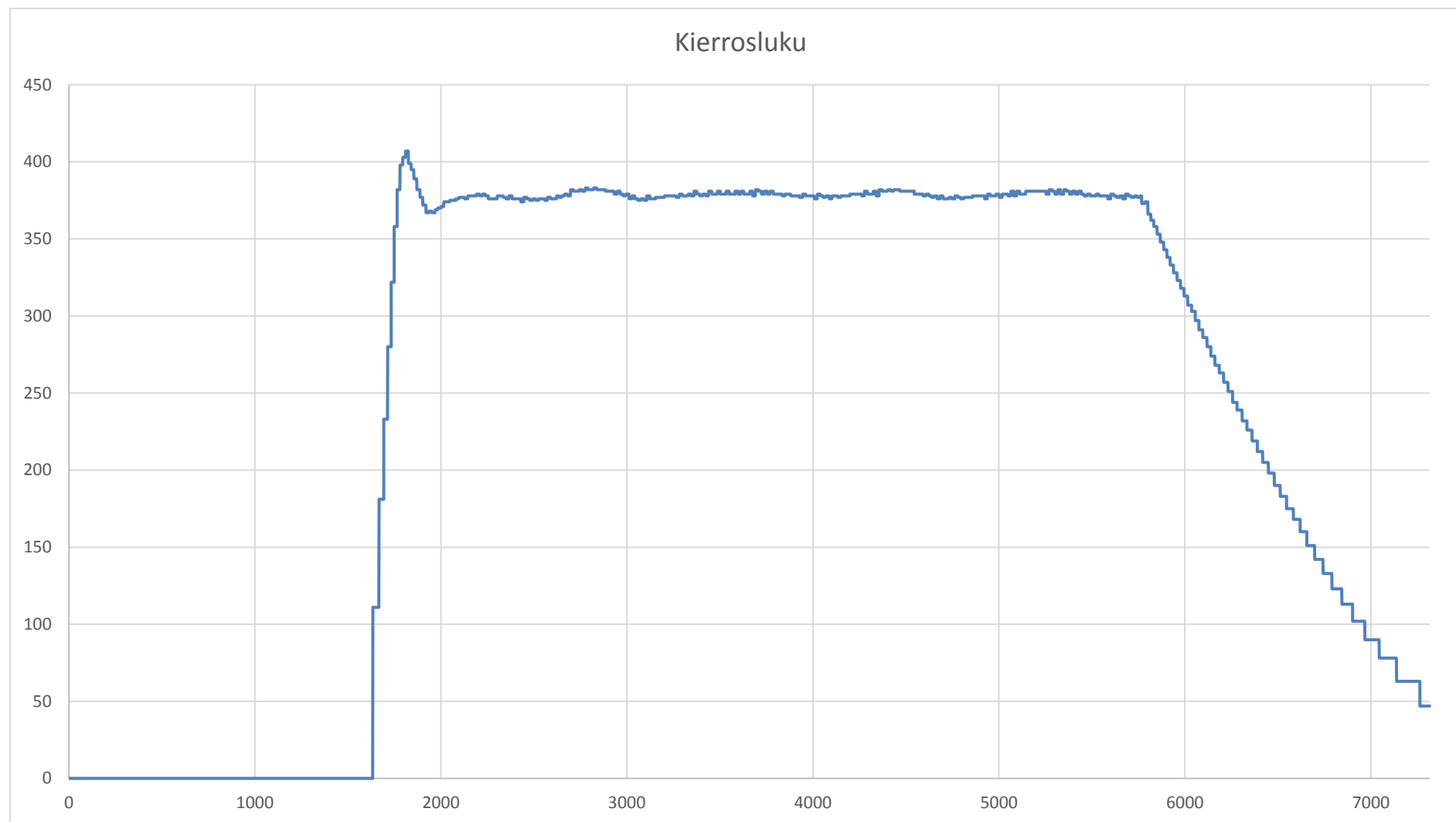
Kuvio 40 Tallennus tietokoneelle pistekaavio Vääntö



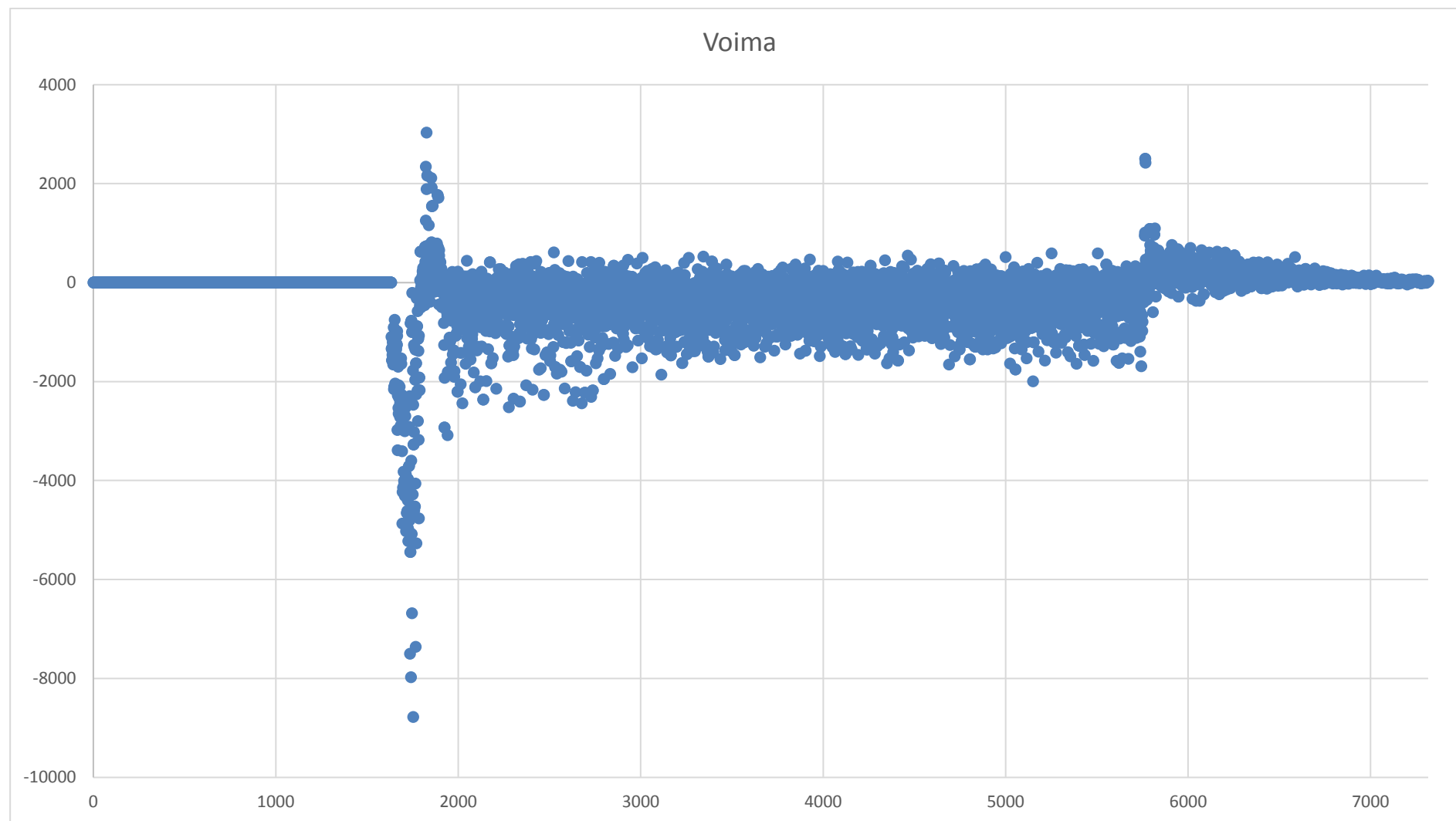
Kuvio 41 Tallennus tietokoneelle pistekaavio viivoilla Vääntö



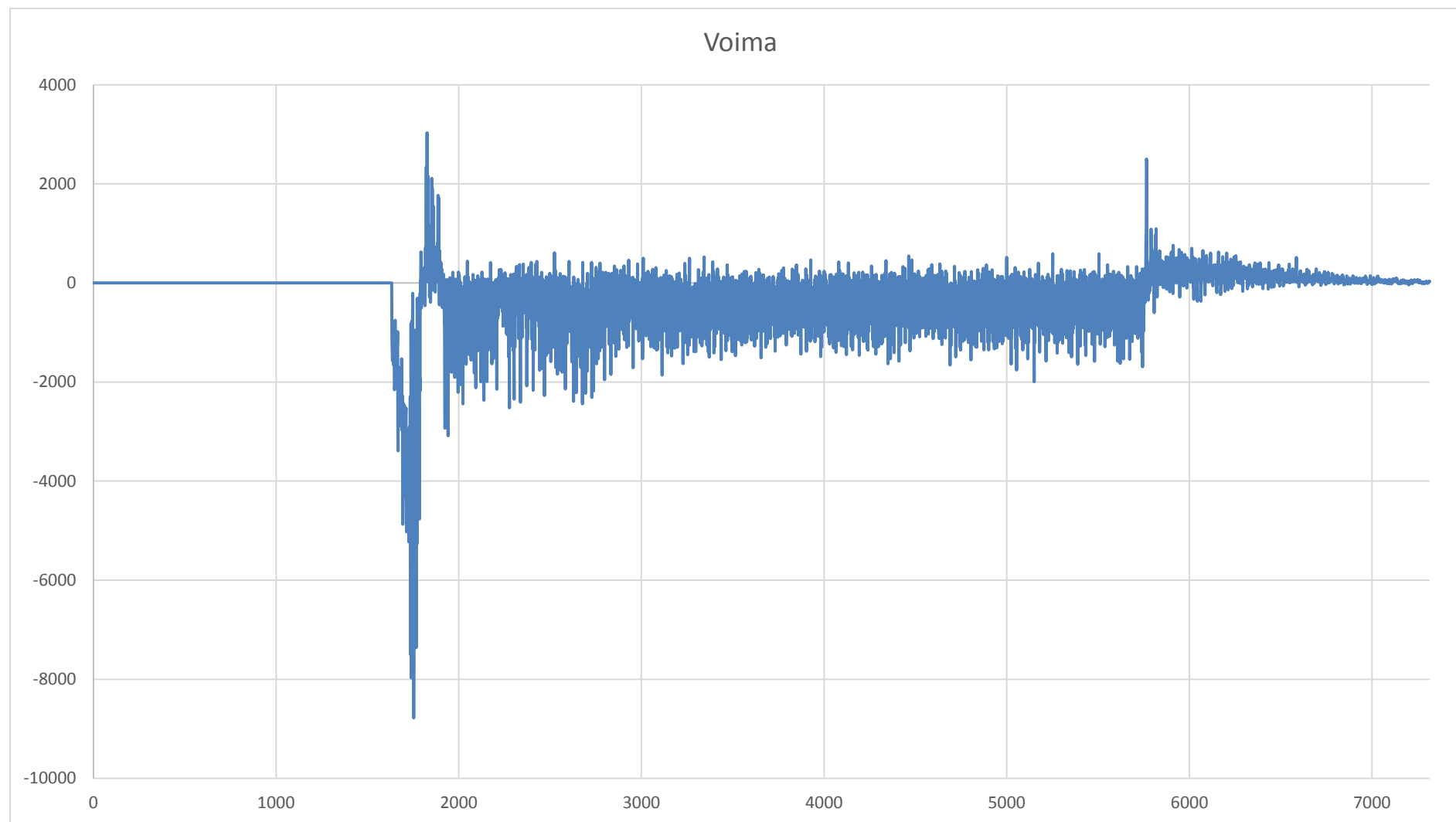
Kuvio 42 Tallennus tietokoneelle pistekaavio Kierrosluku



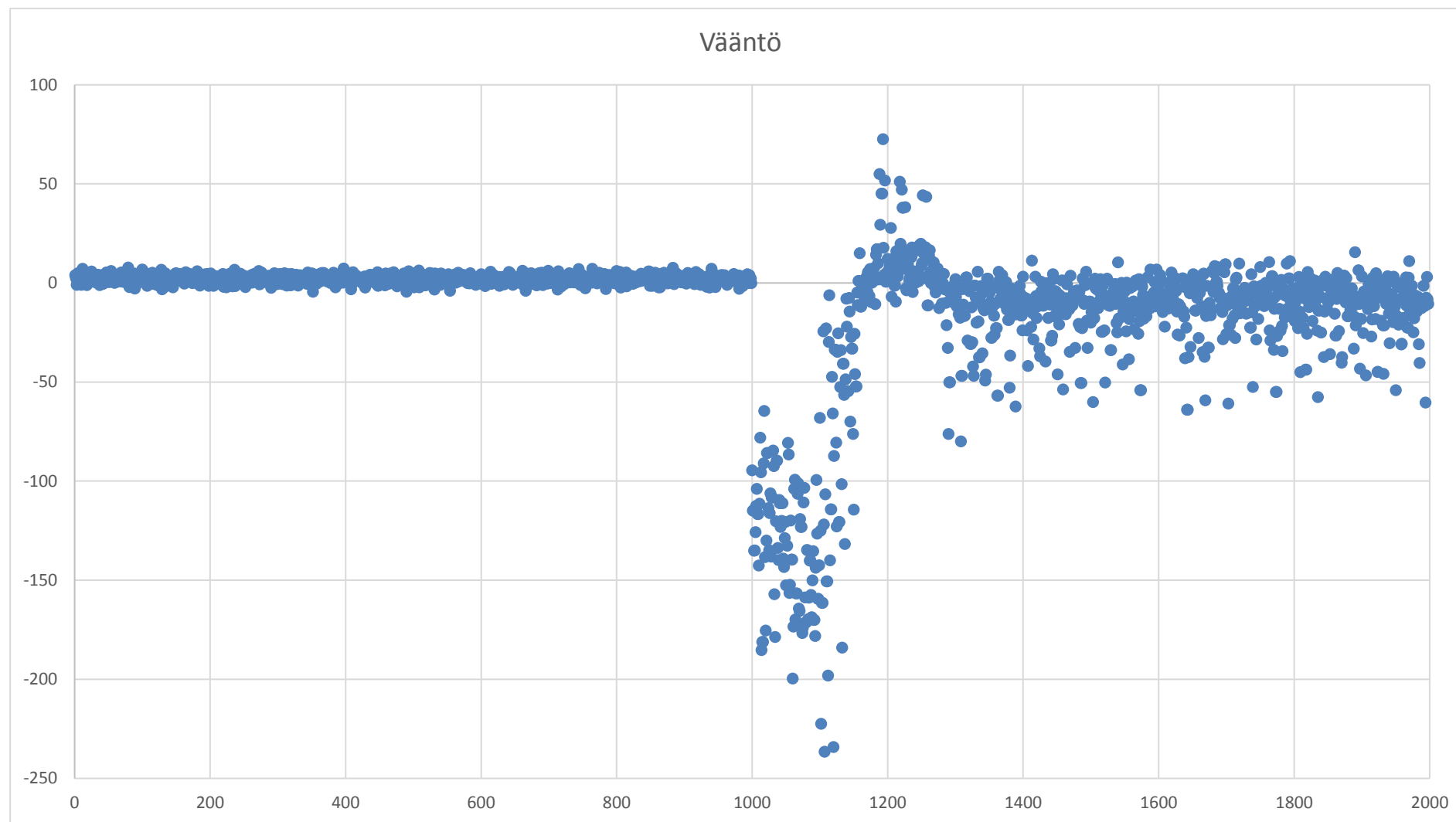
Kuvio 43 Tallennus tietokoneelle pistekaavio viivoilla Kierrosluku



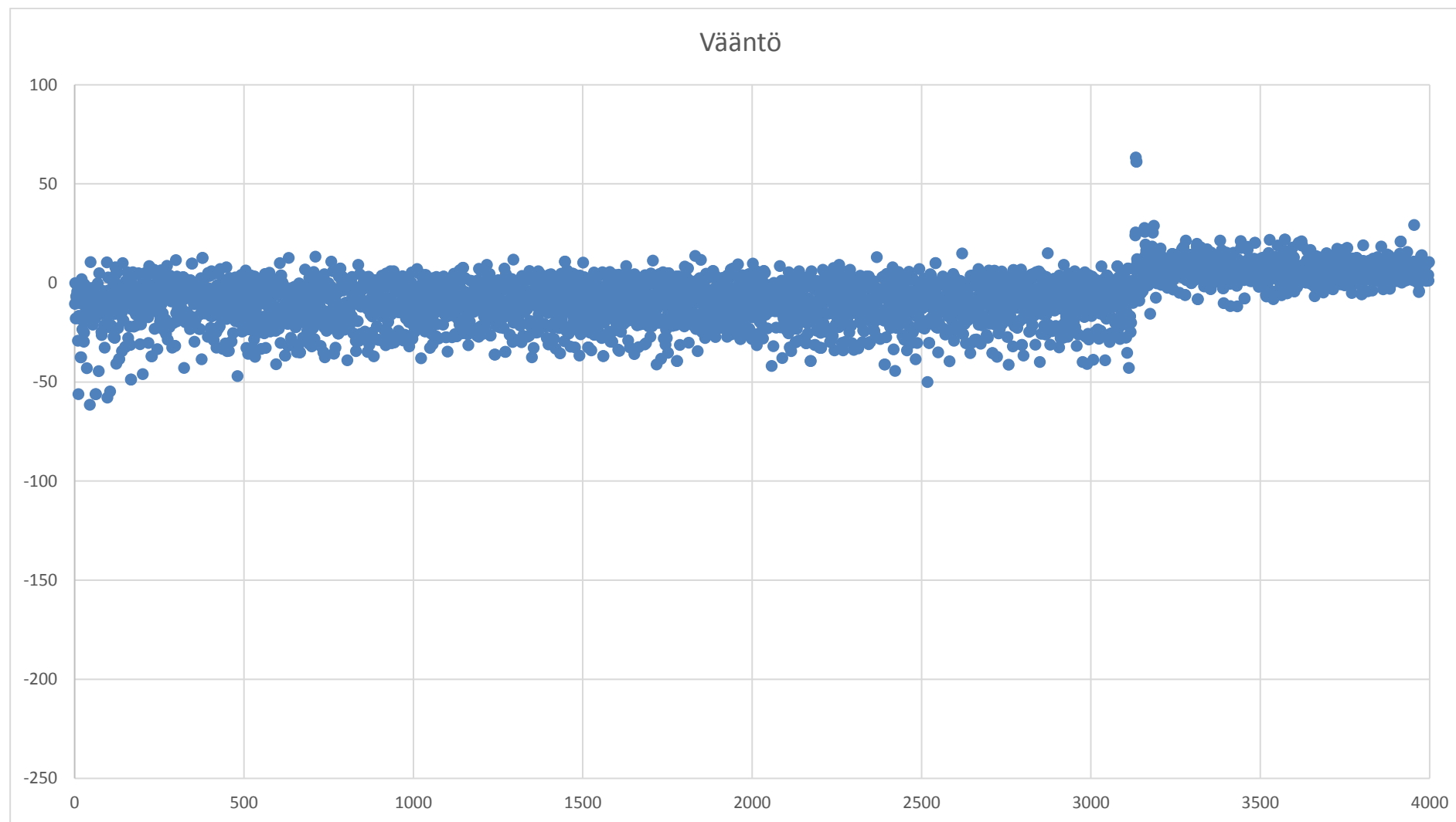
Kuvio 44 Tallennus tietokoneelle pistekaavio Voima



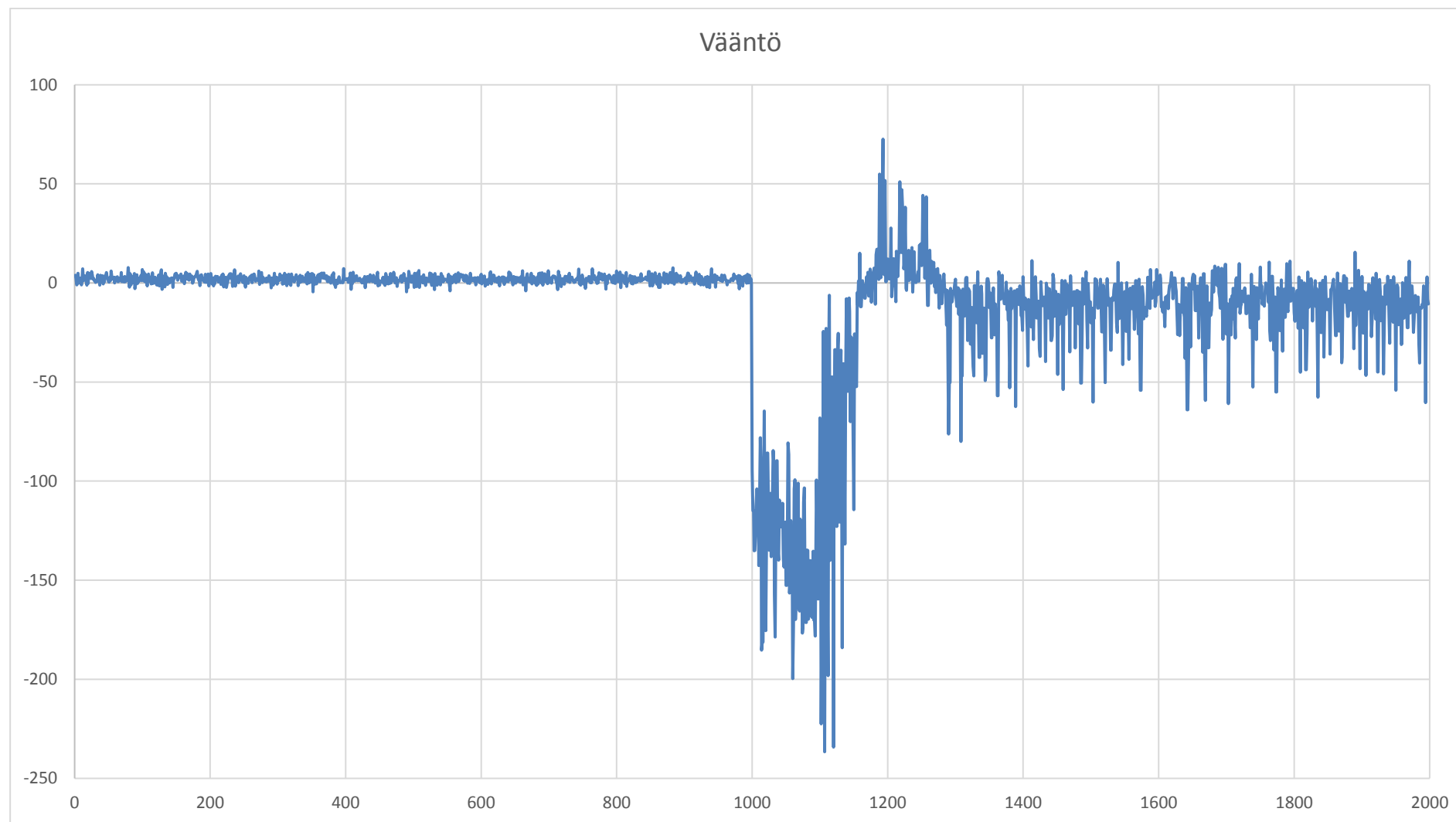
Kuvio 45 Tallennus tietokoneelle pistekaavio viivoilla Voima



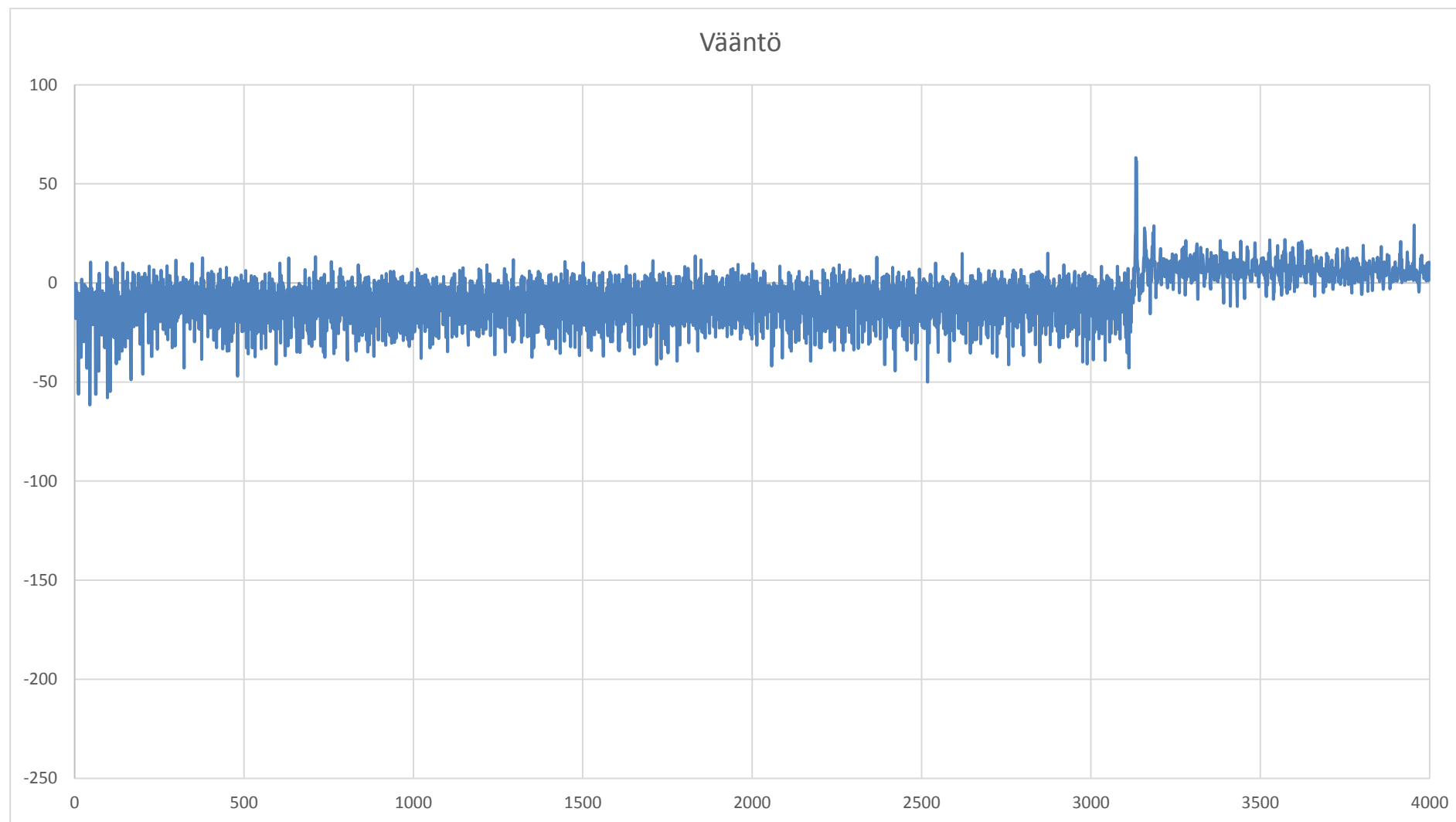
Kuvio 46 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Vääntö osa 1



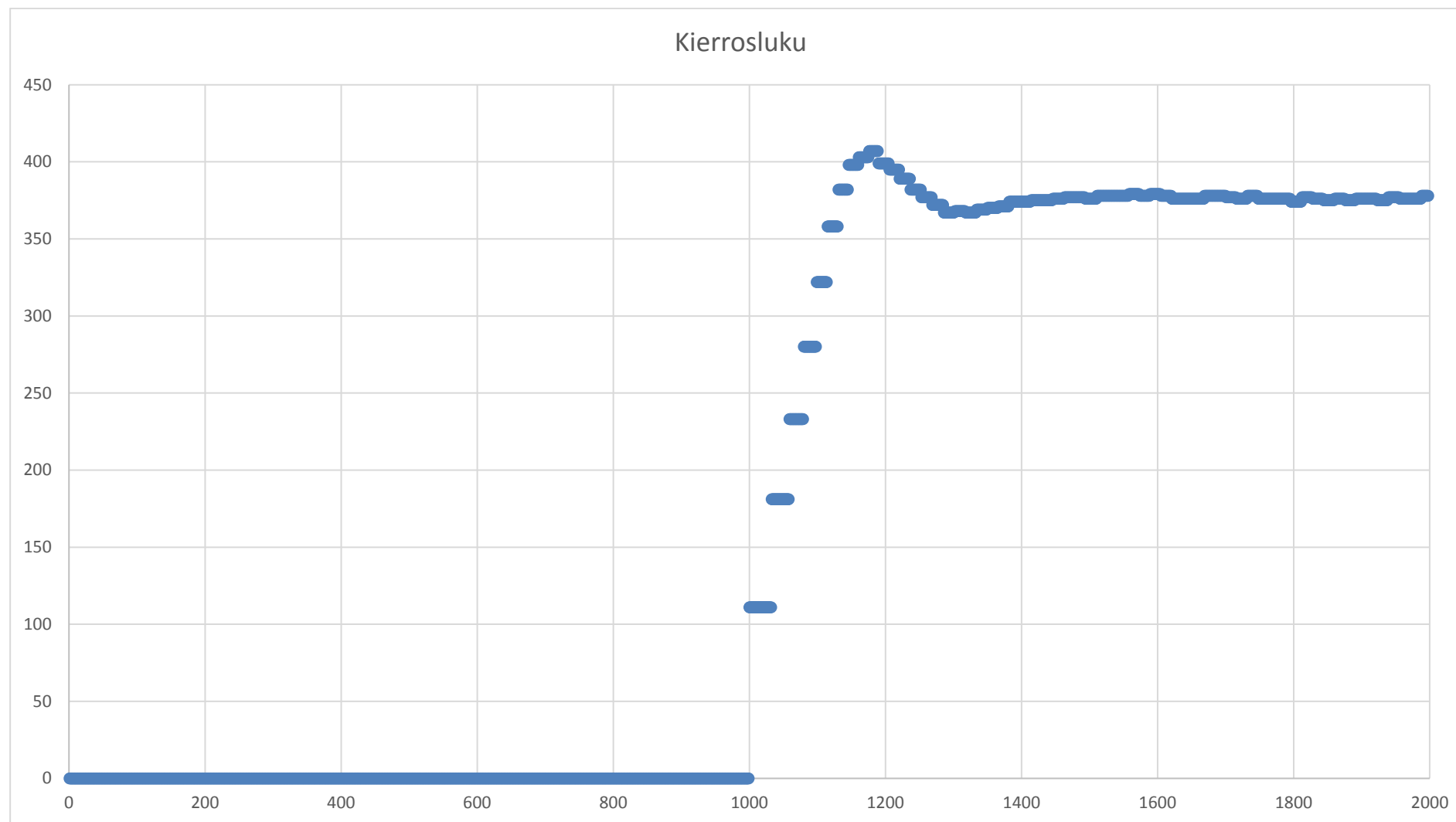
Kuvio 47 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Vääntö osa 2



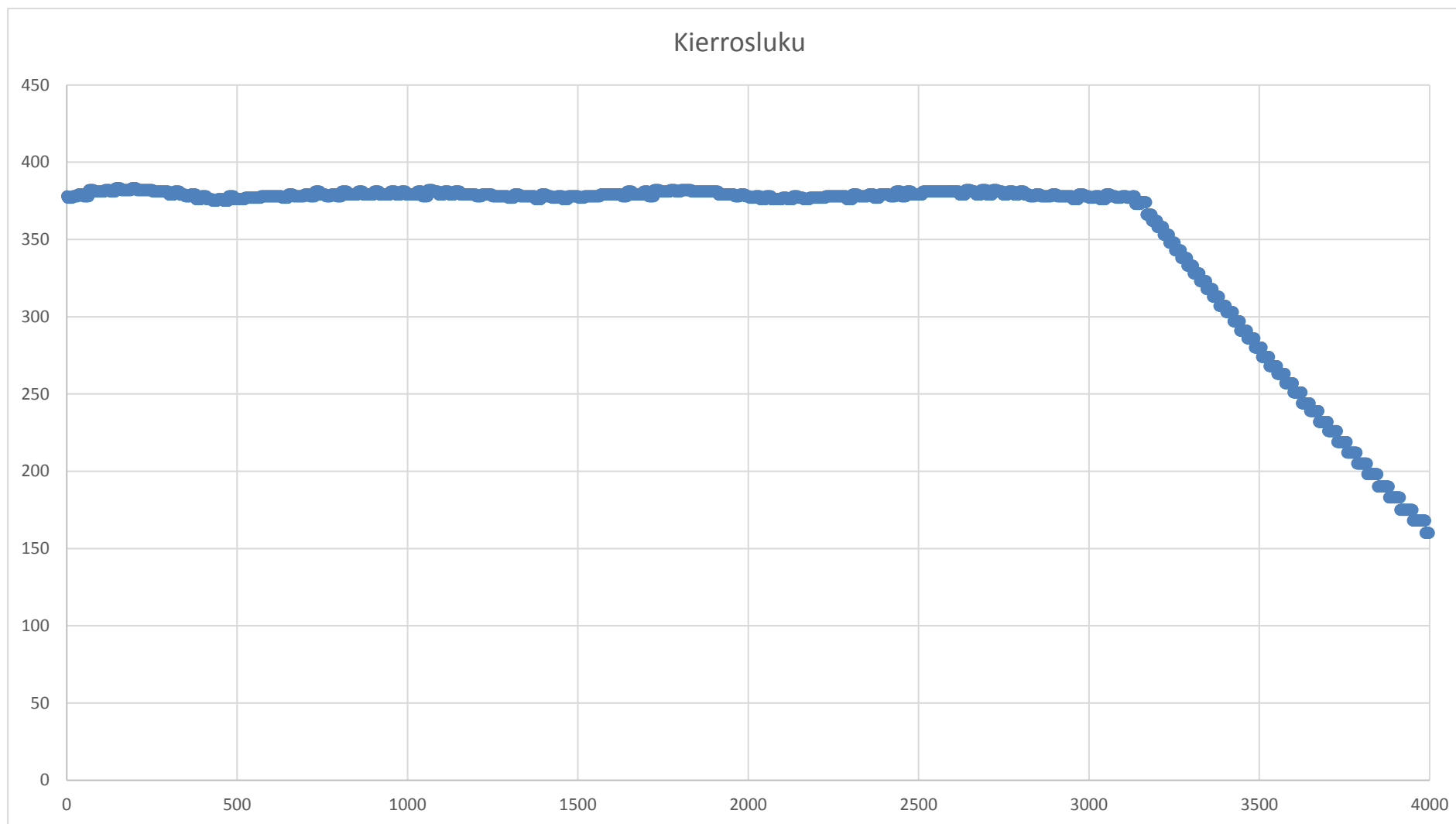
Kuvio 48 Tallennus USB-muistikulle pistekaavio viivoilla Vääntö osa 1



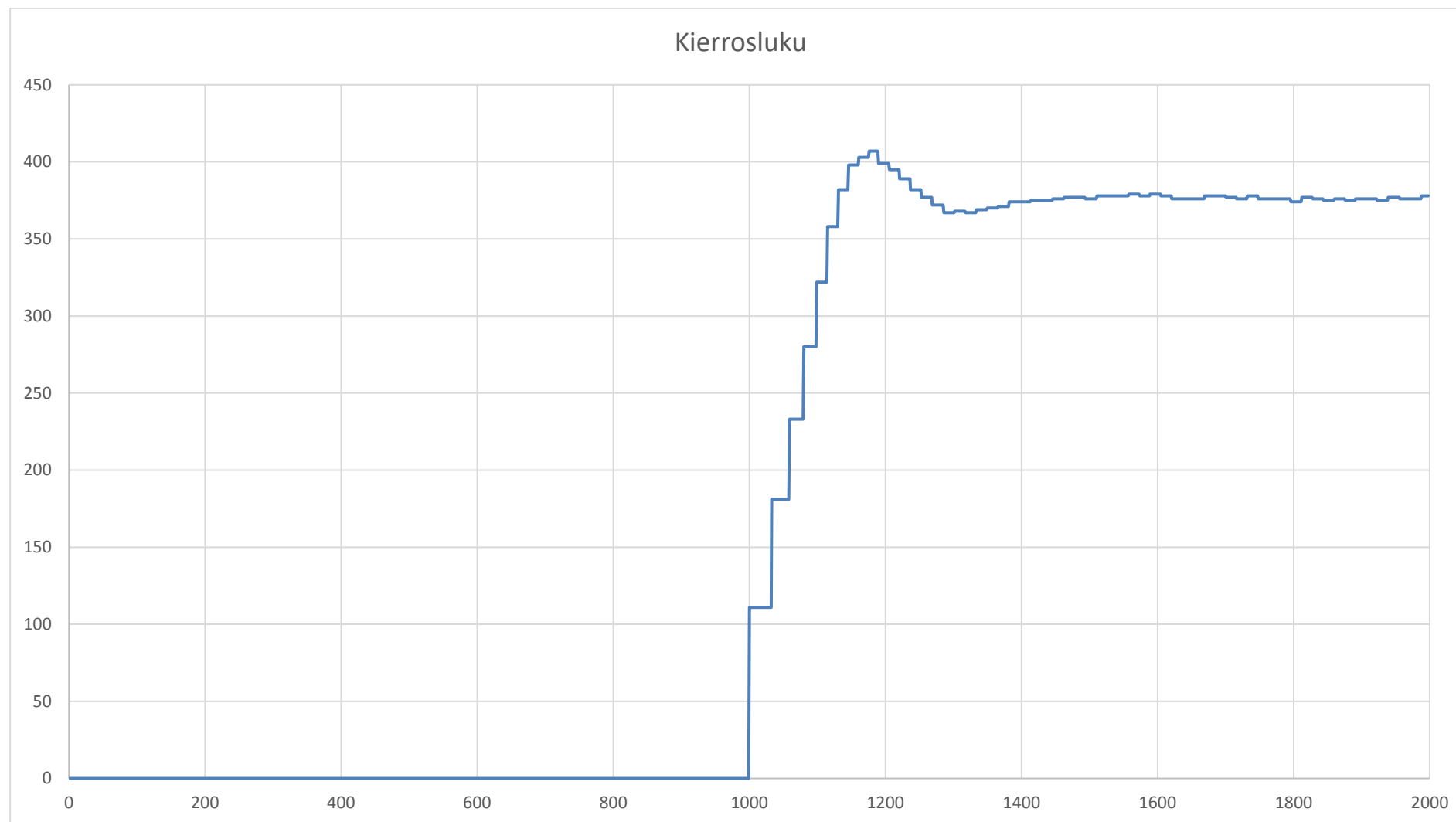
Kuvio 49 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Vääntö osa 2



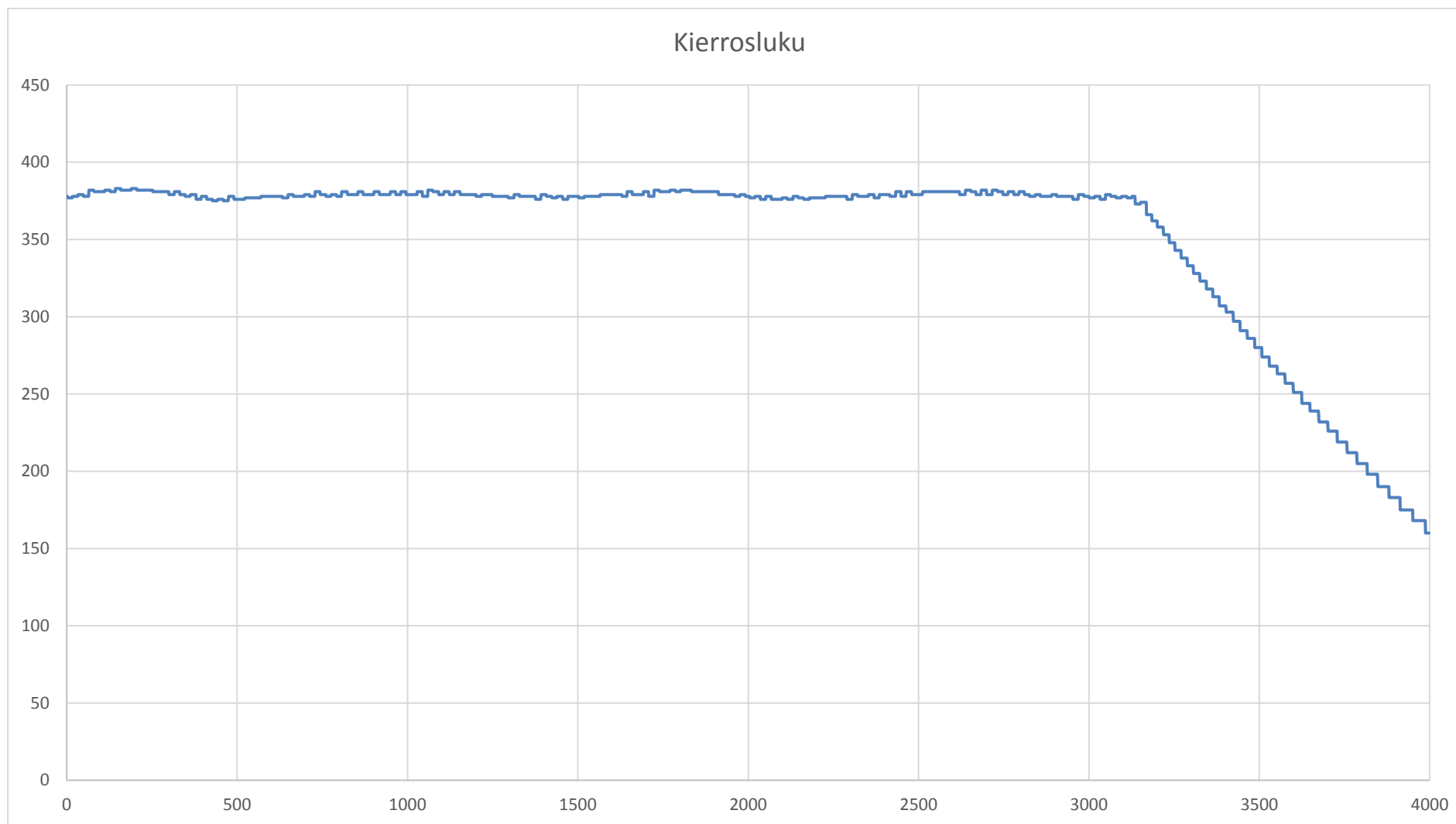
Kuvio 50 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Kierrosluku osa 1



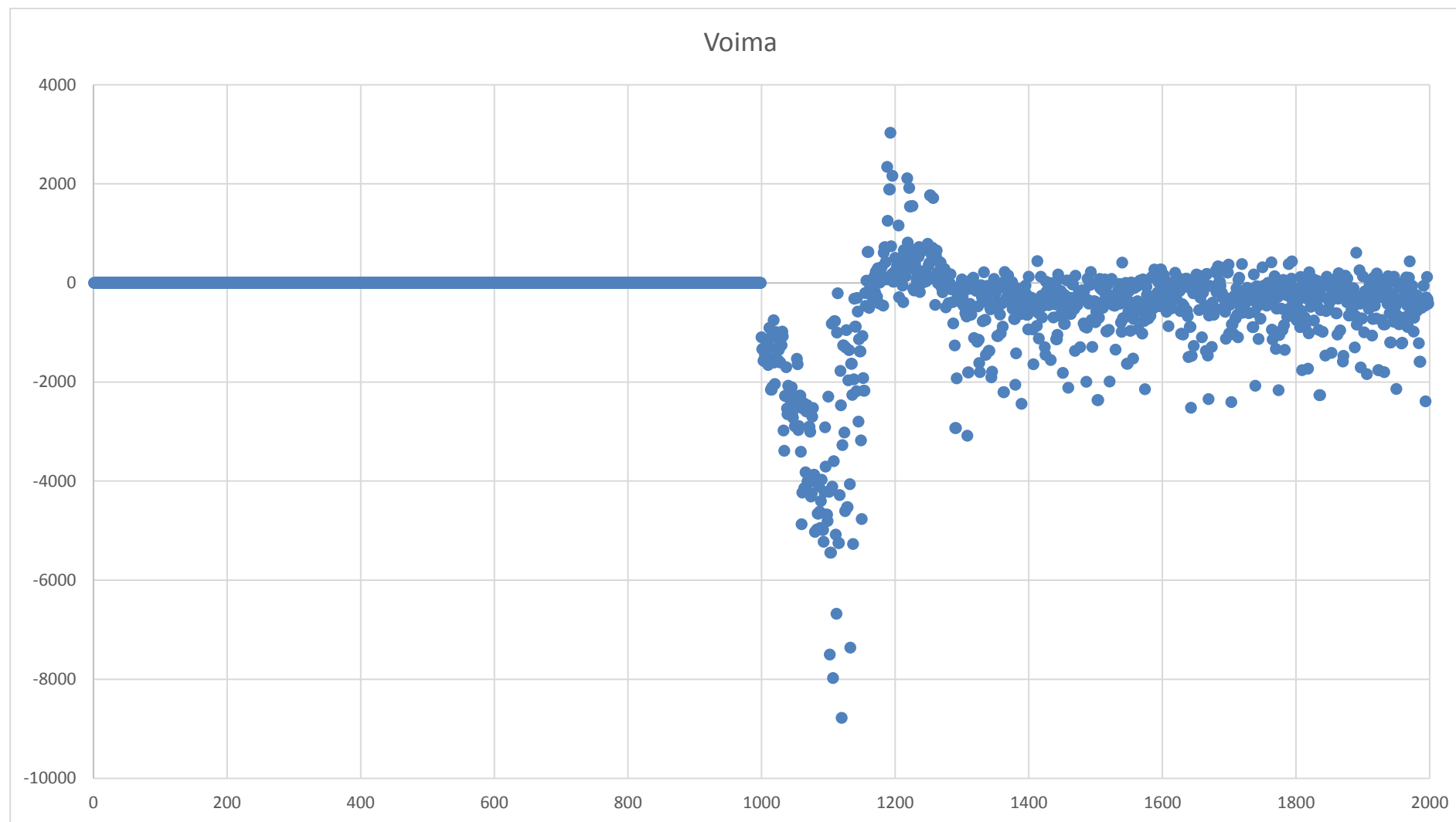
Kuvio 51 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Kierrosluku osa 2



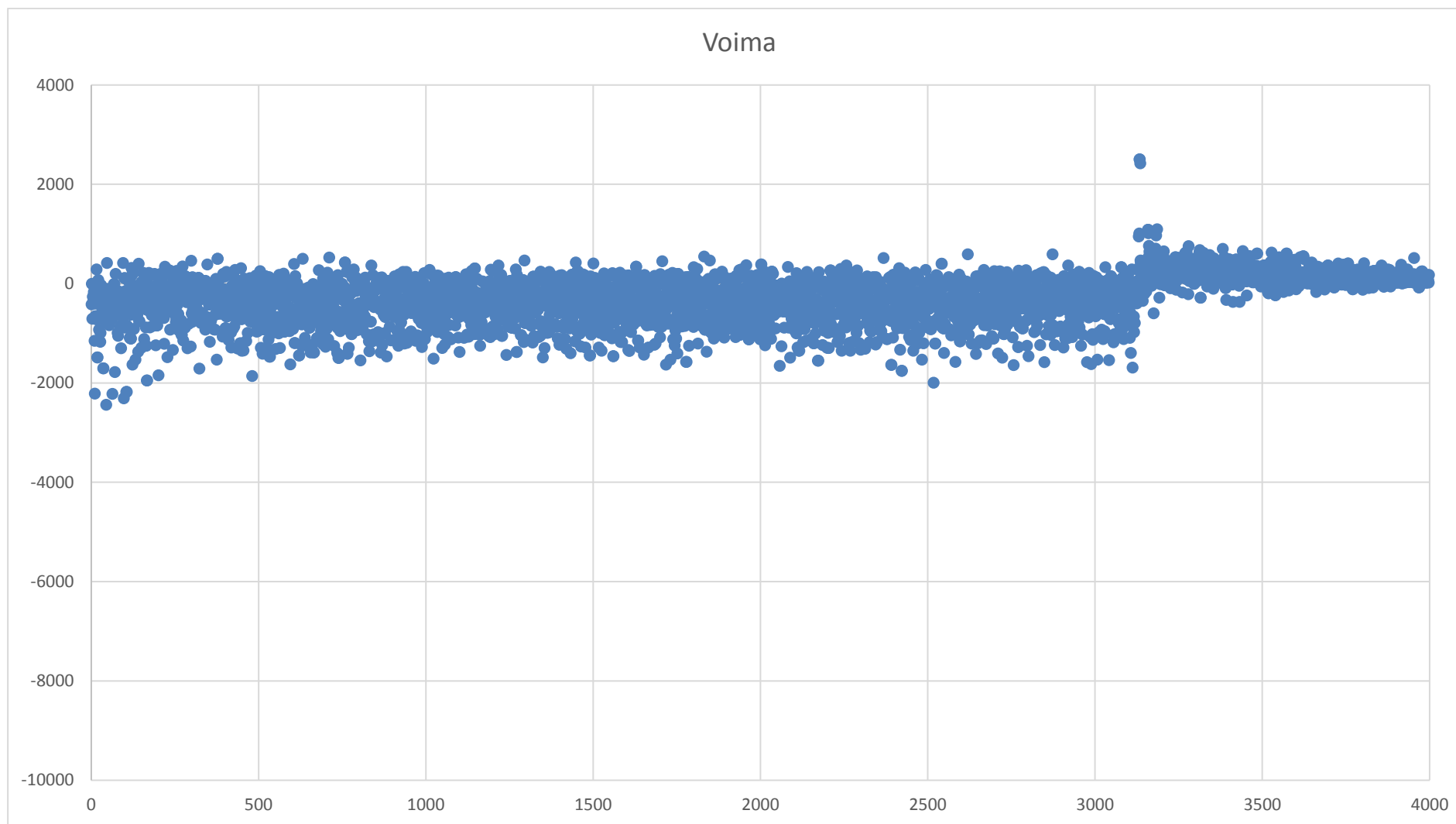
Kuvio 52 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Kierrosluku osa 1



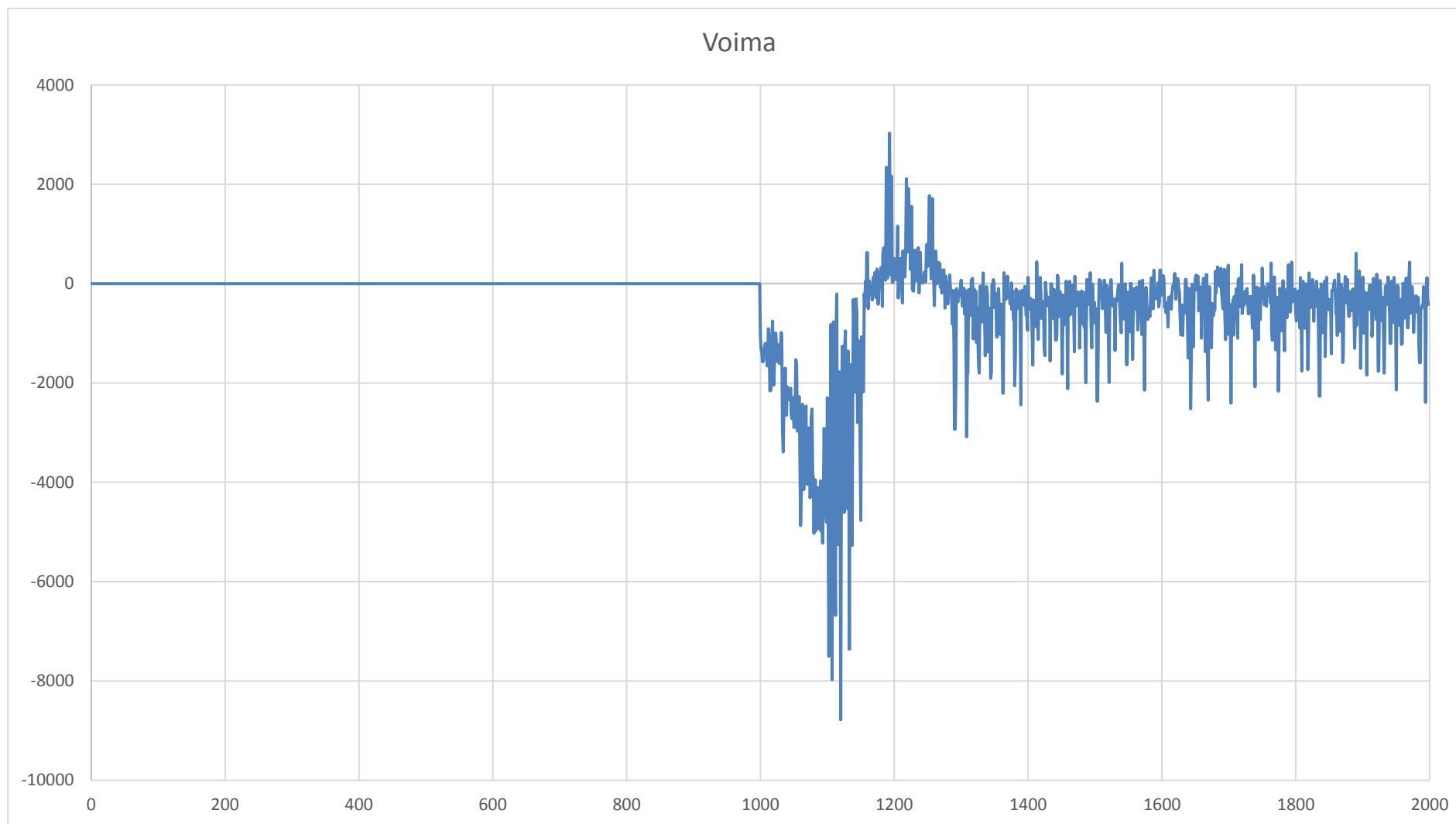
Kuvio 53 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Kierrosluku osa 2



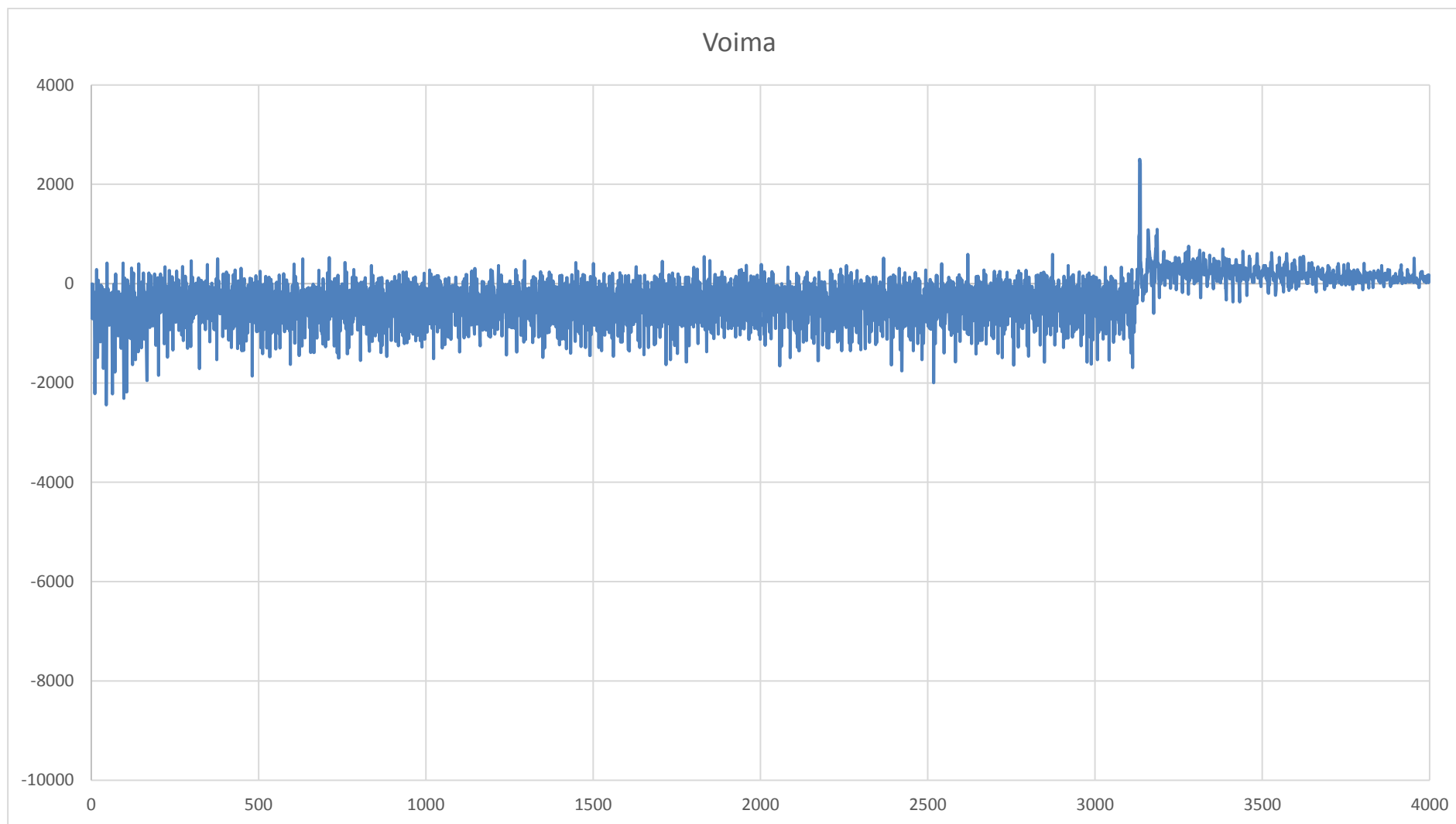
Kuvio 54 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Voima osa 1



Kuvio 55 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Voima osa 2

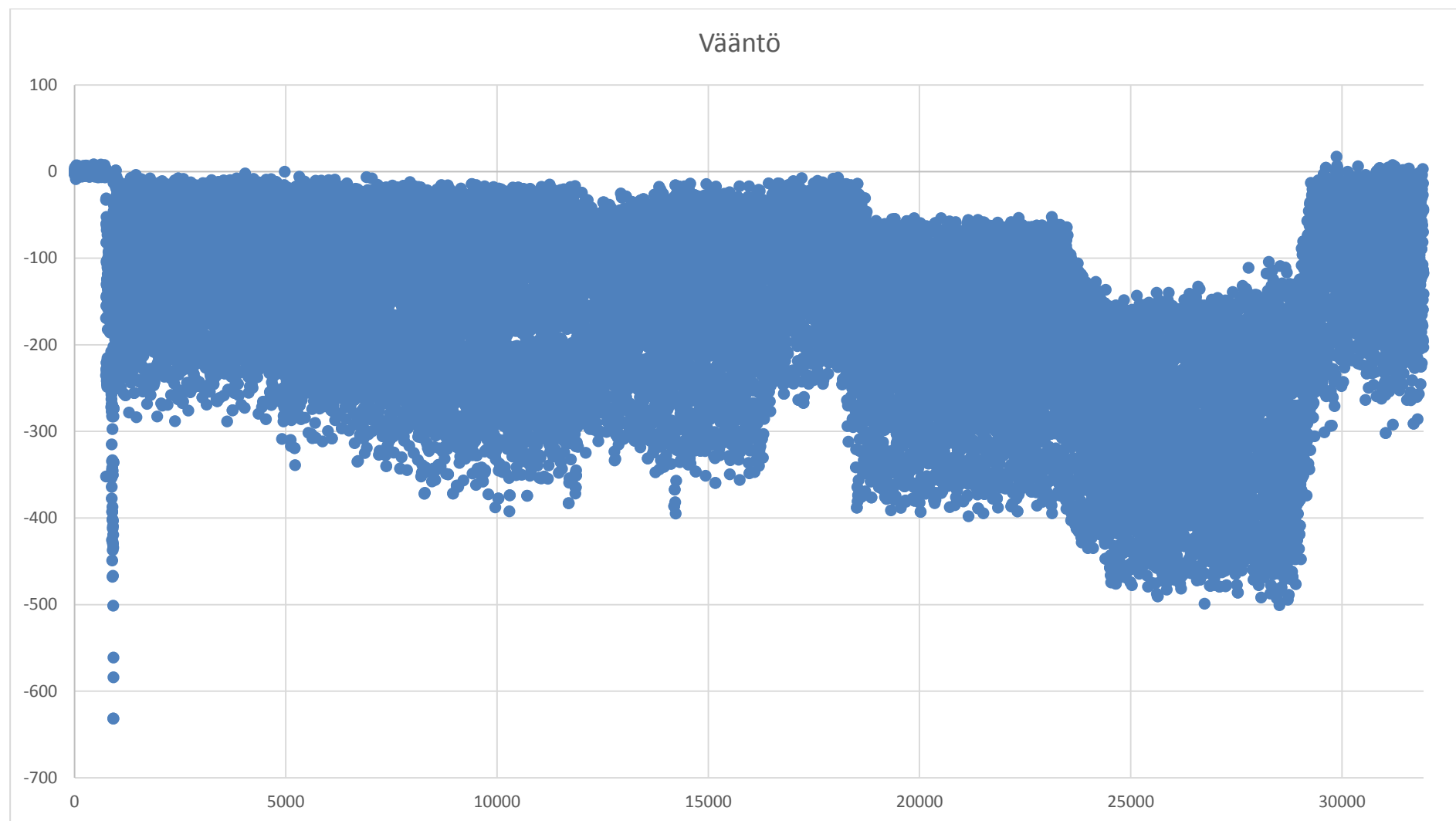


Kuvio 56 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Voima osa 1

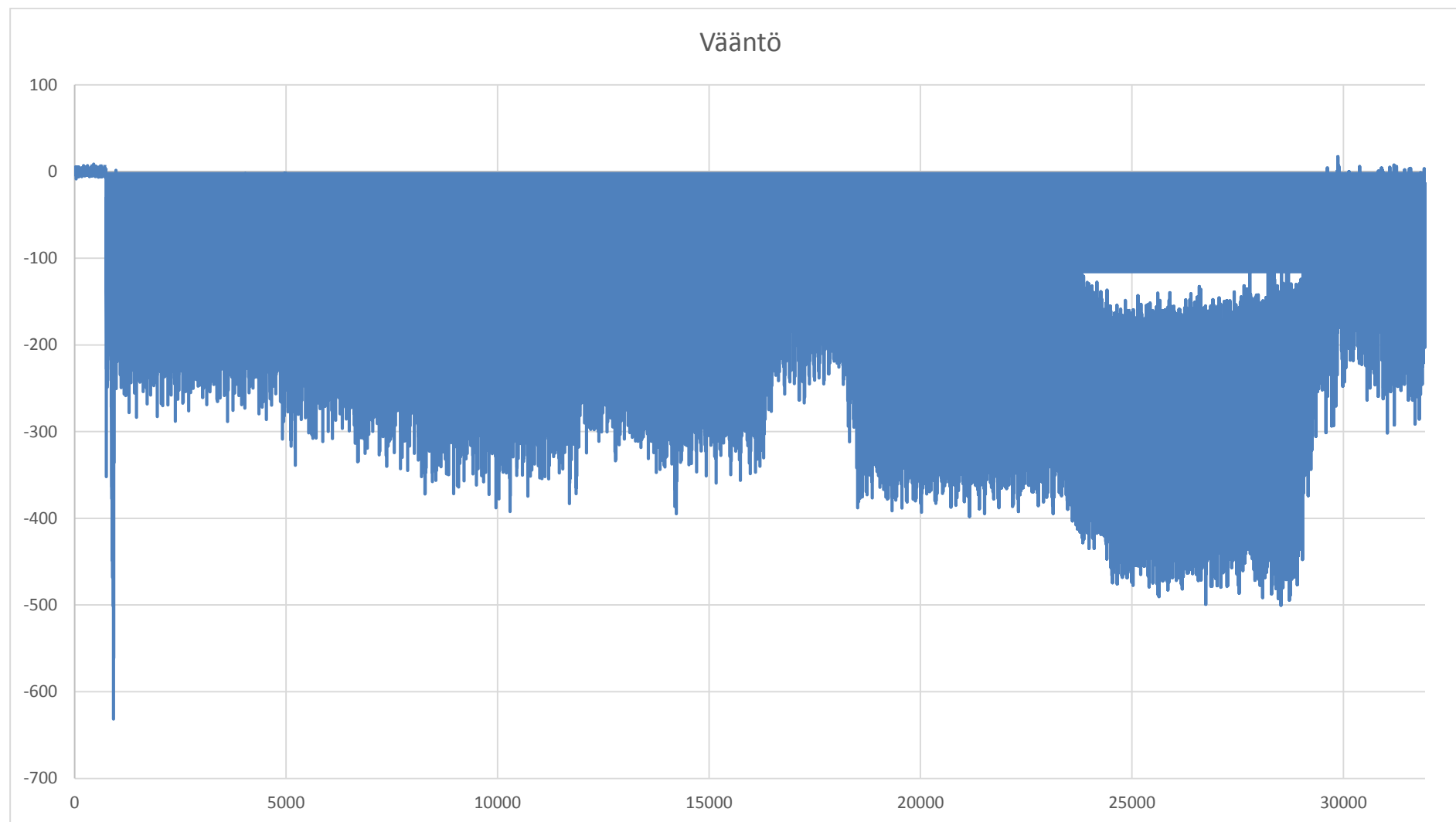


Kuvio 57 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Voima osa 2

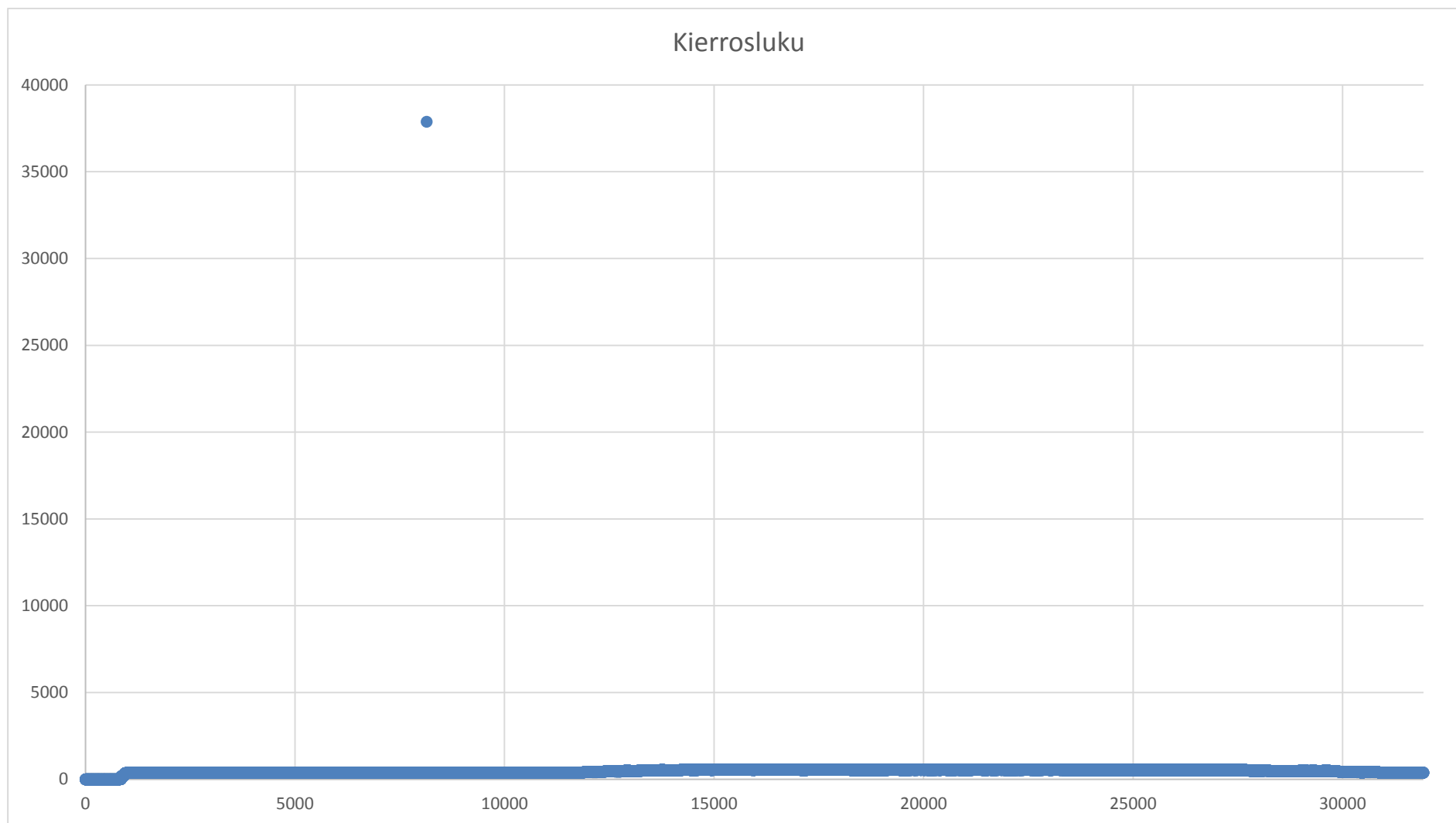
3 TOINEN MITTAUS



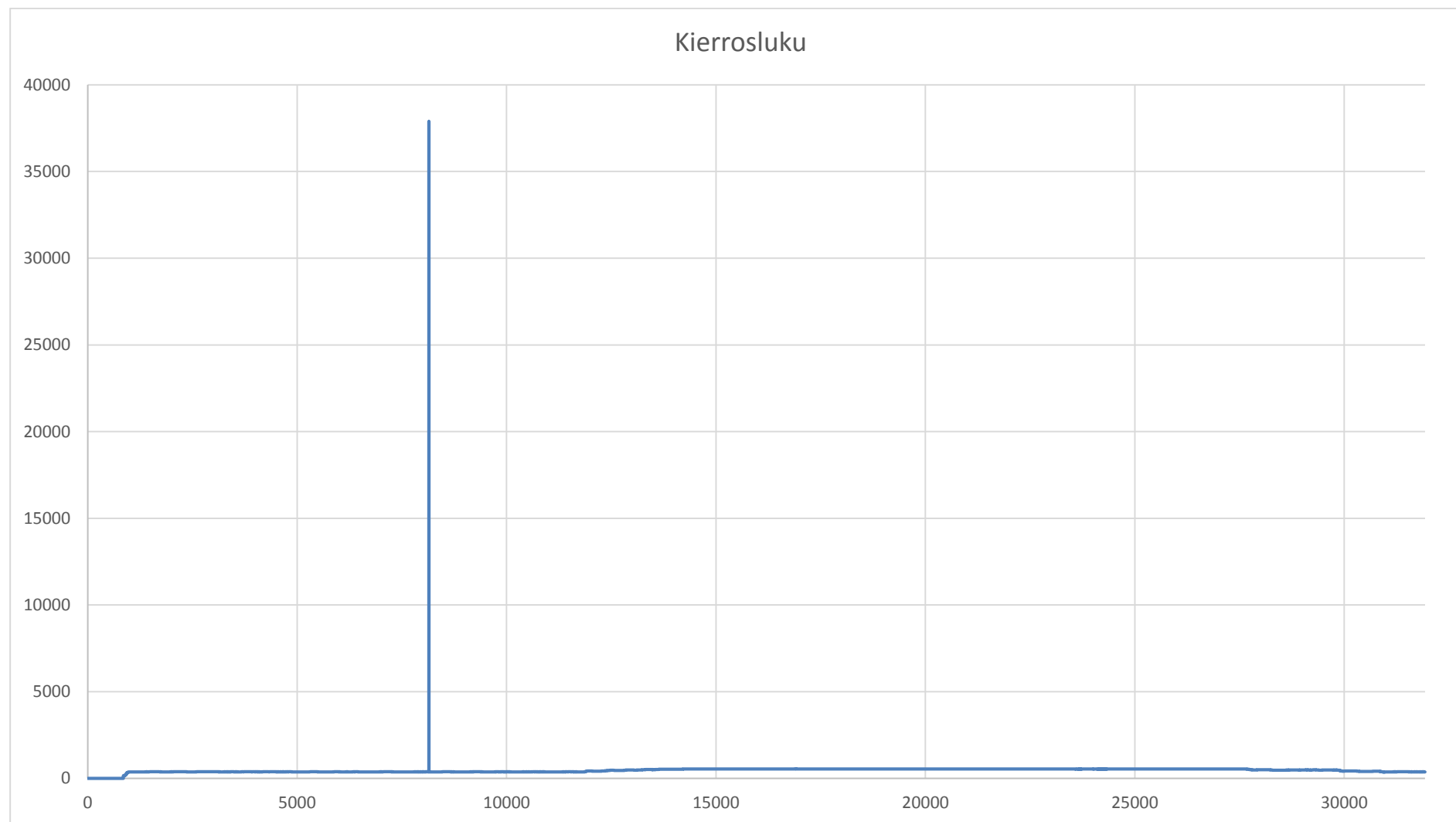
Kuvio 58 Tallennus tietokoneelle pistekaavio Vääntö



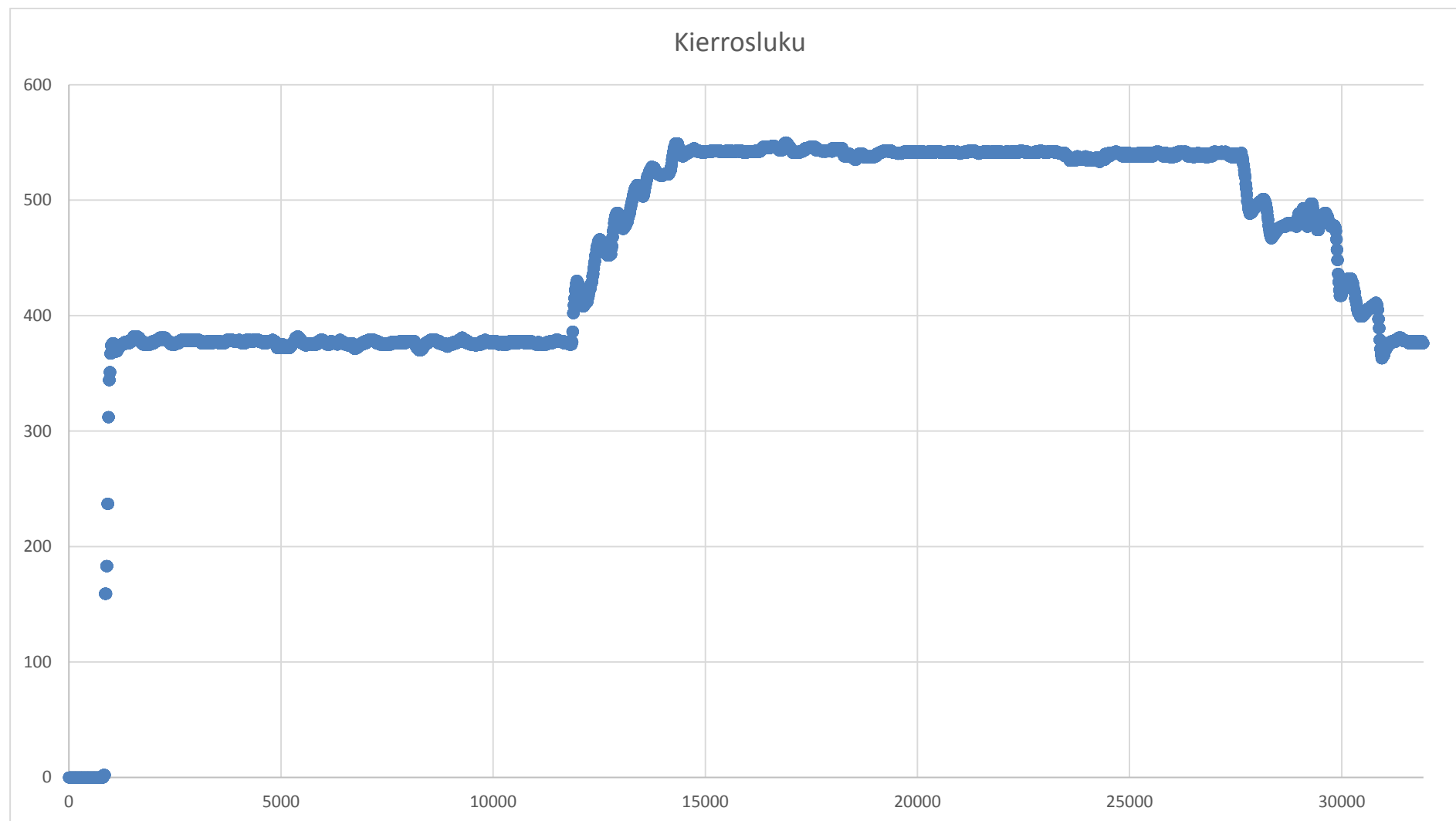
Kuvio 59 Tallennus tietokoneelle pistekaavio viivoilla Vääntö



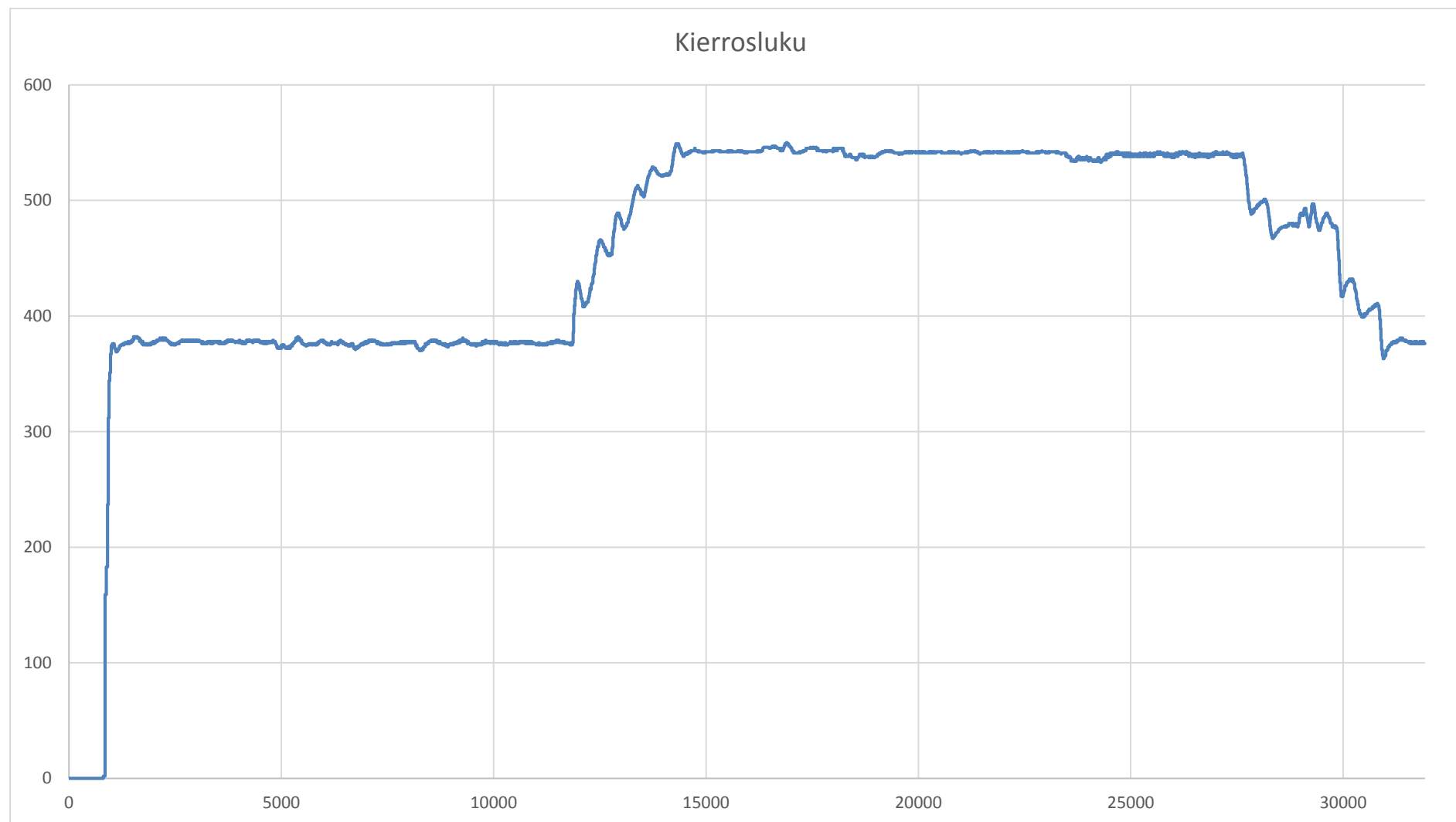
Kuvio 60 Tallennus tietokoneelle pistekaavio Kierrosluku virheellä



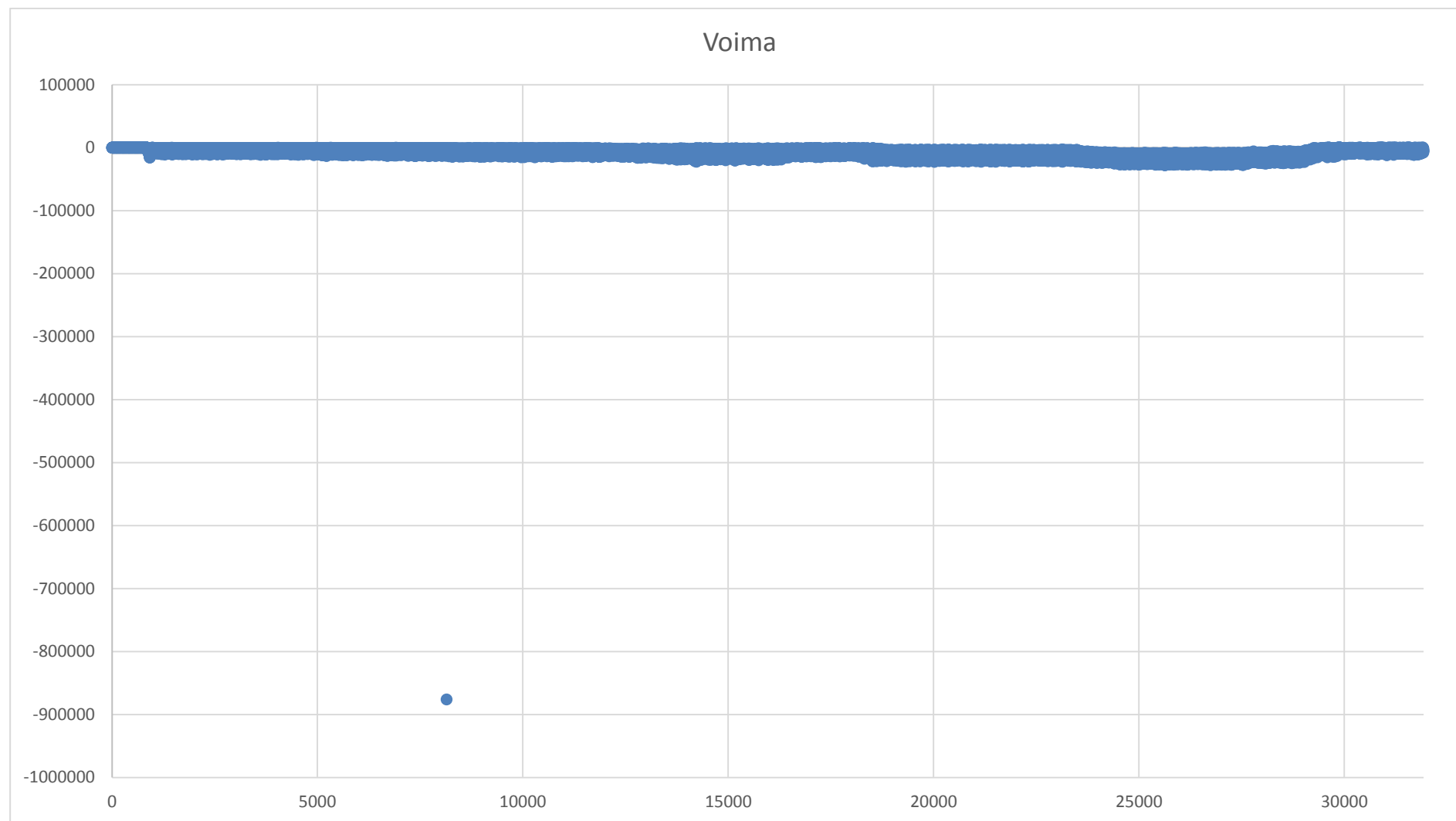
Kuvio 61Tallennus tietokoneelle pistekaavio viivoilla Kierrosluku virheellä



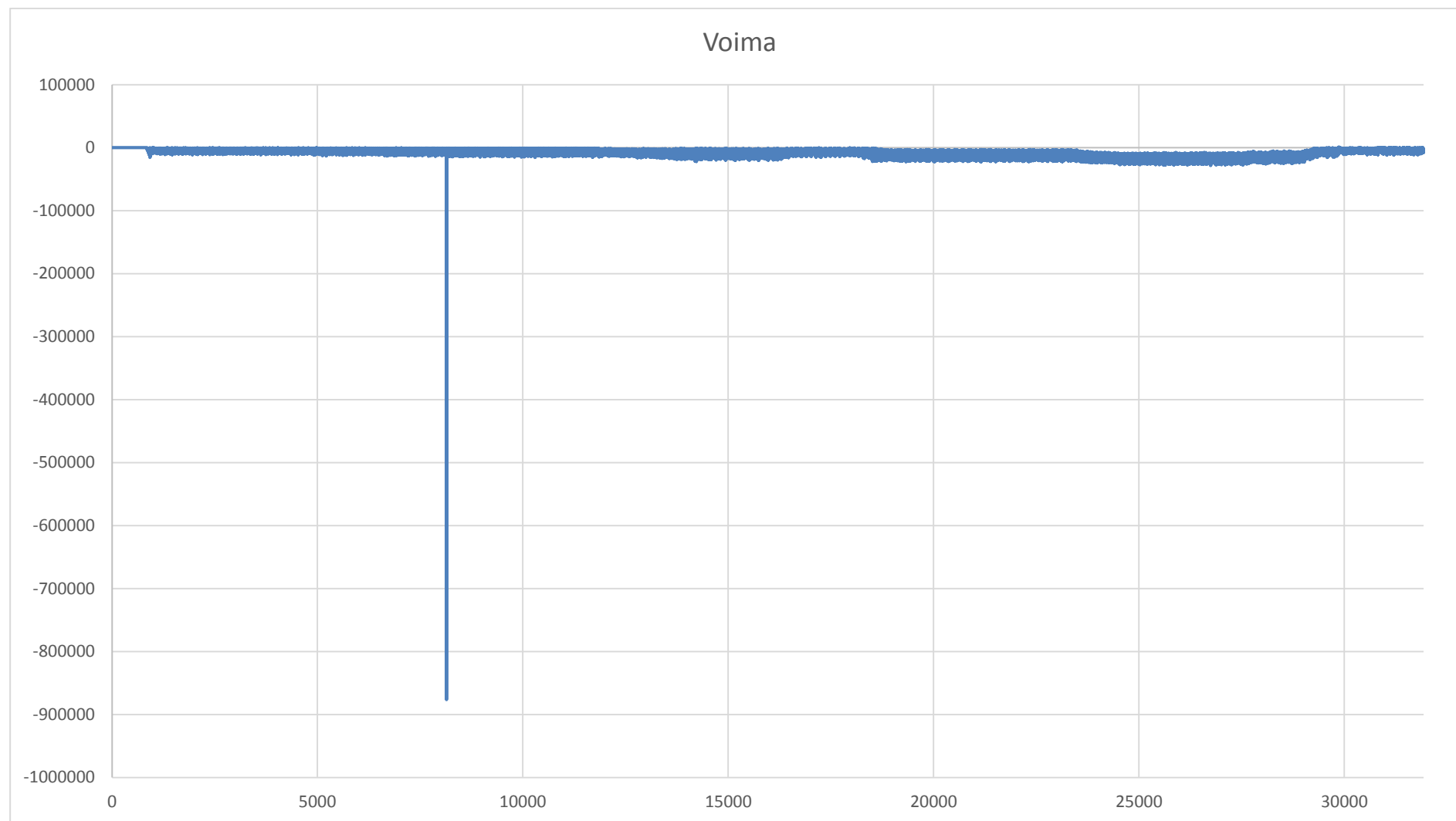
Kuvio 62 Tallennus tietokoneelle pistekaavio Kierrosluku ilman virhettä



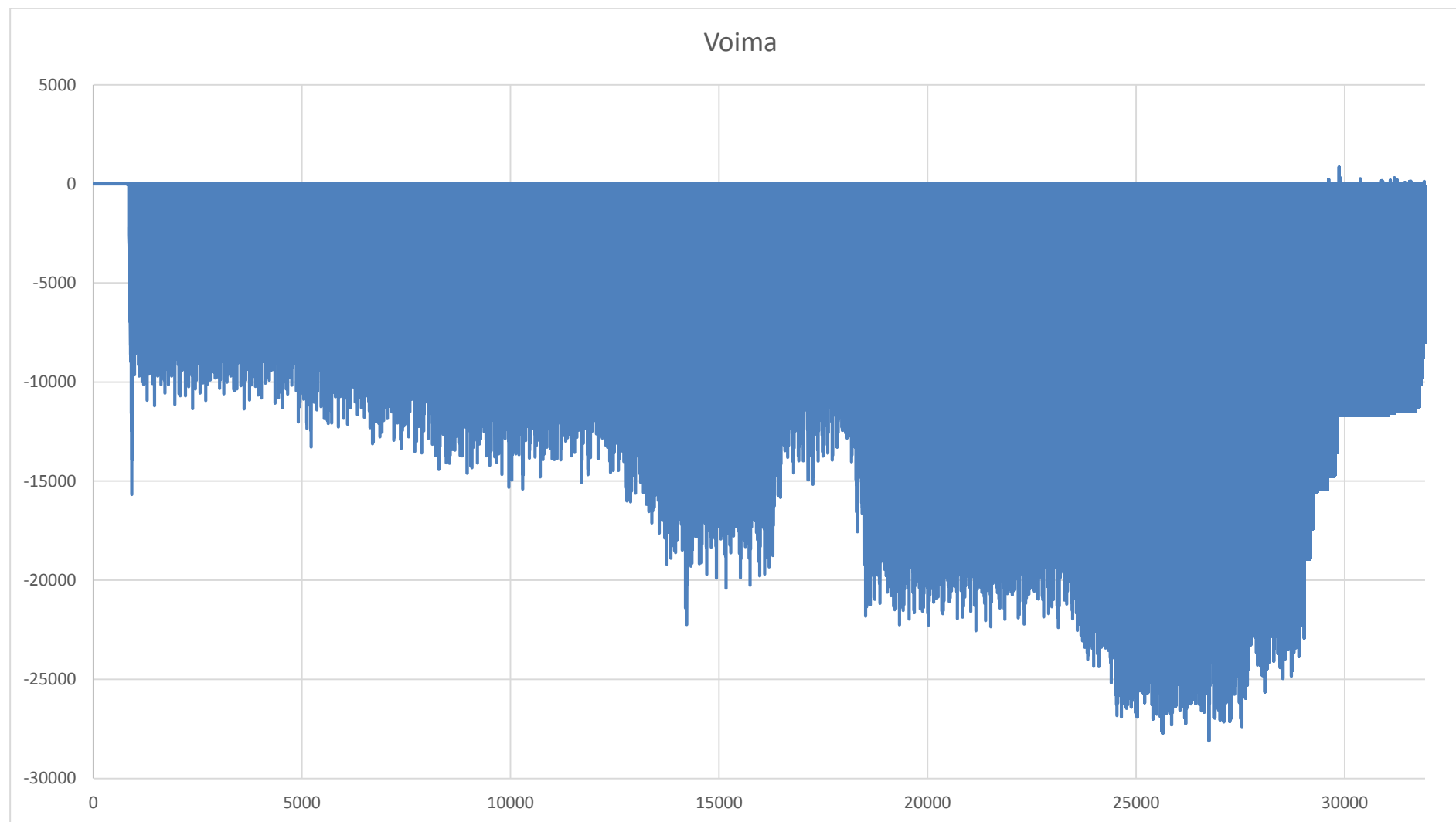
Kuvio 63 Tallennus tietokoneelle pistekaavio viivoilla Kierrosluku ilman virhettä



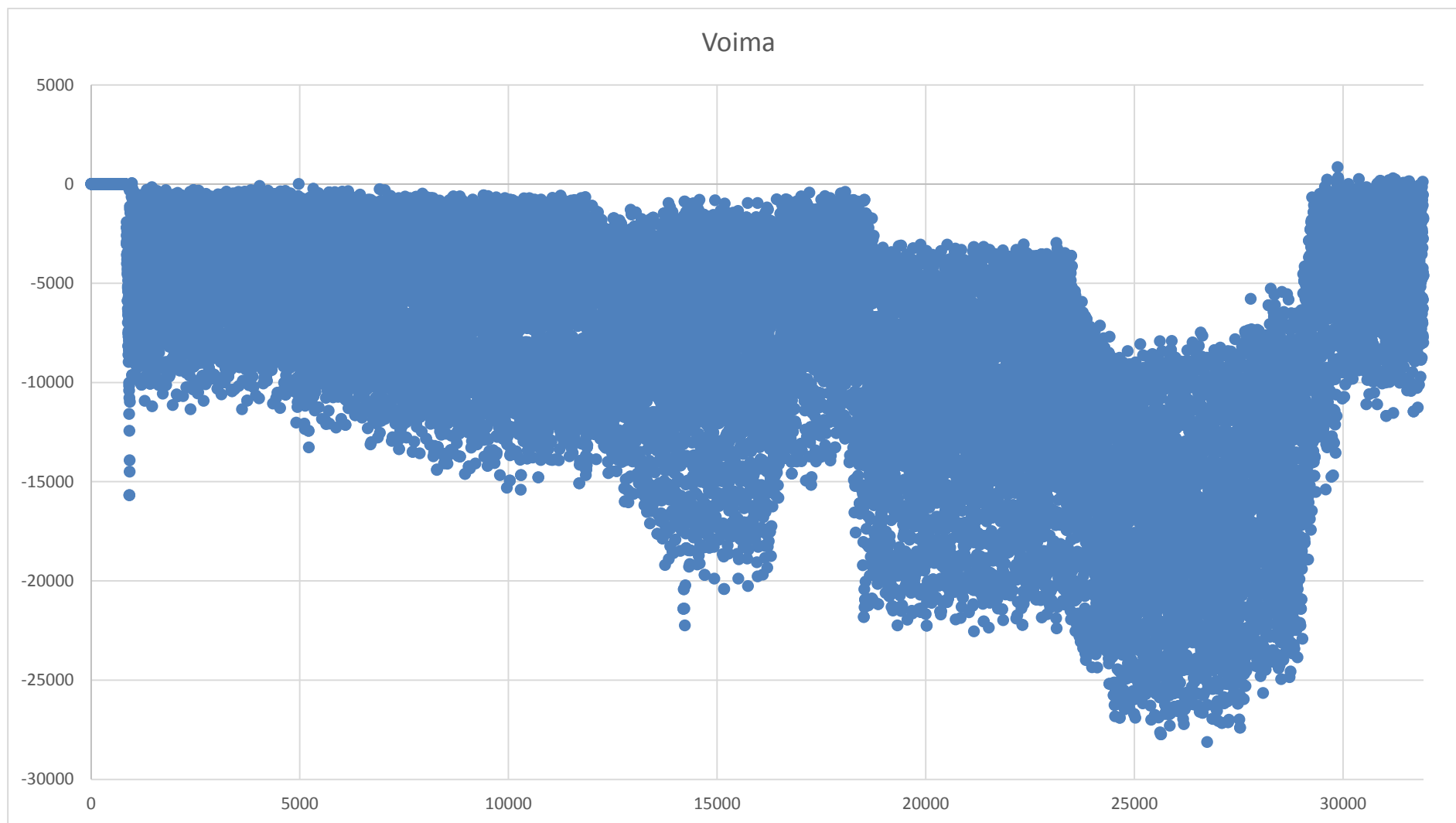
Kuvio 64 Tallennus tietokoneelle pistekaavio Voima virheellä



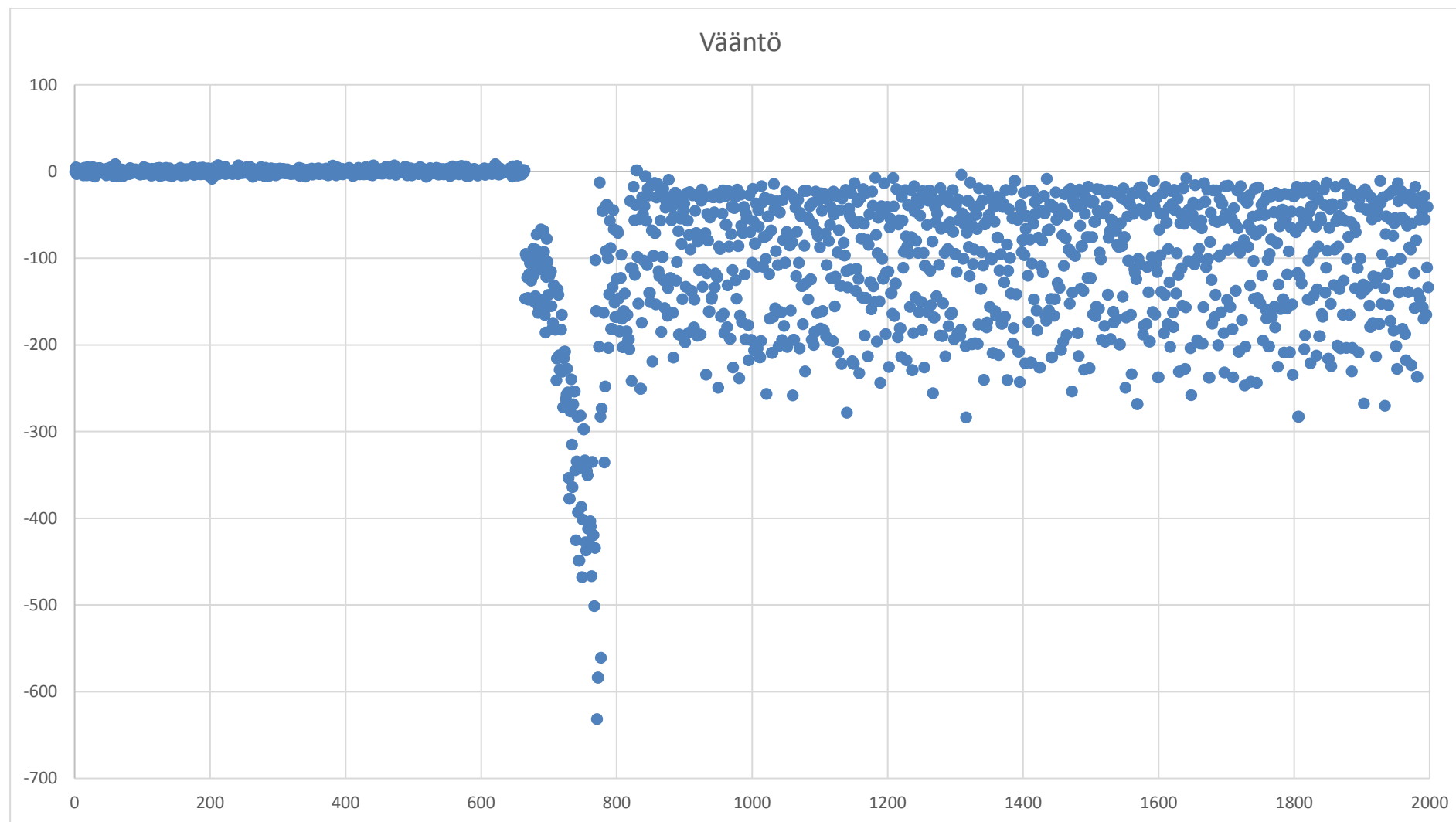
Kuvio 65 Tallennus tietokoneelle pistekaavio viivoilla Voima virheellä



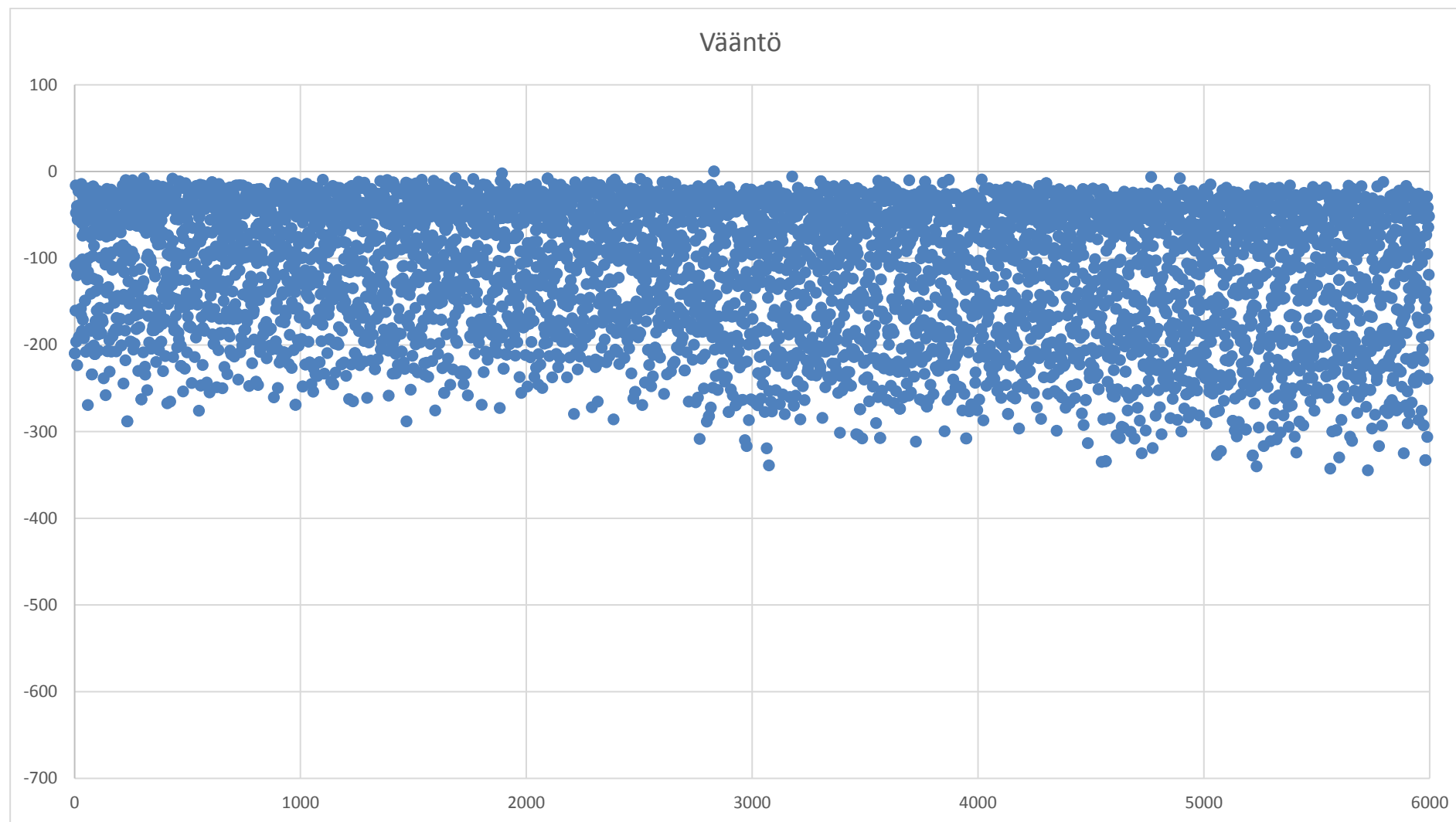
Kuvio 66 Tallennus tietokoneelle pistekaavio Voima ilman virhettä



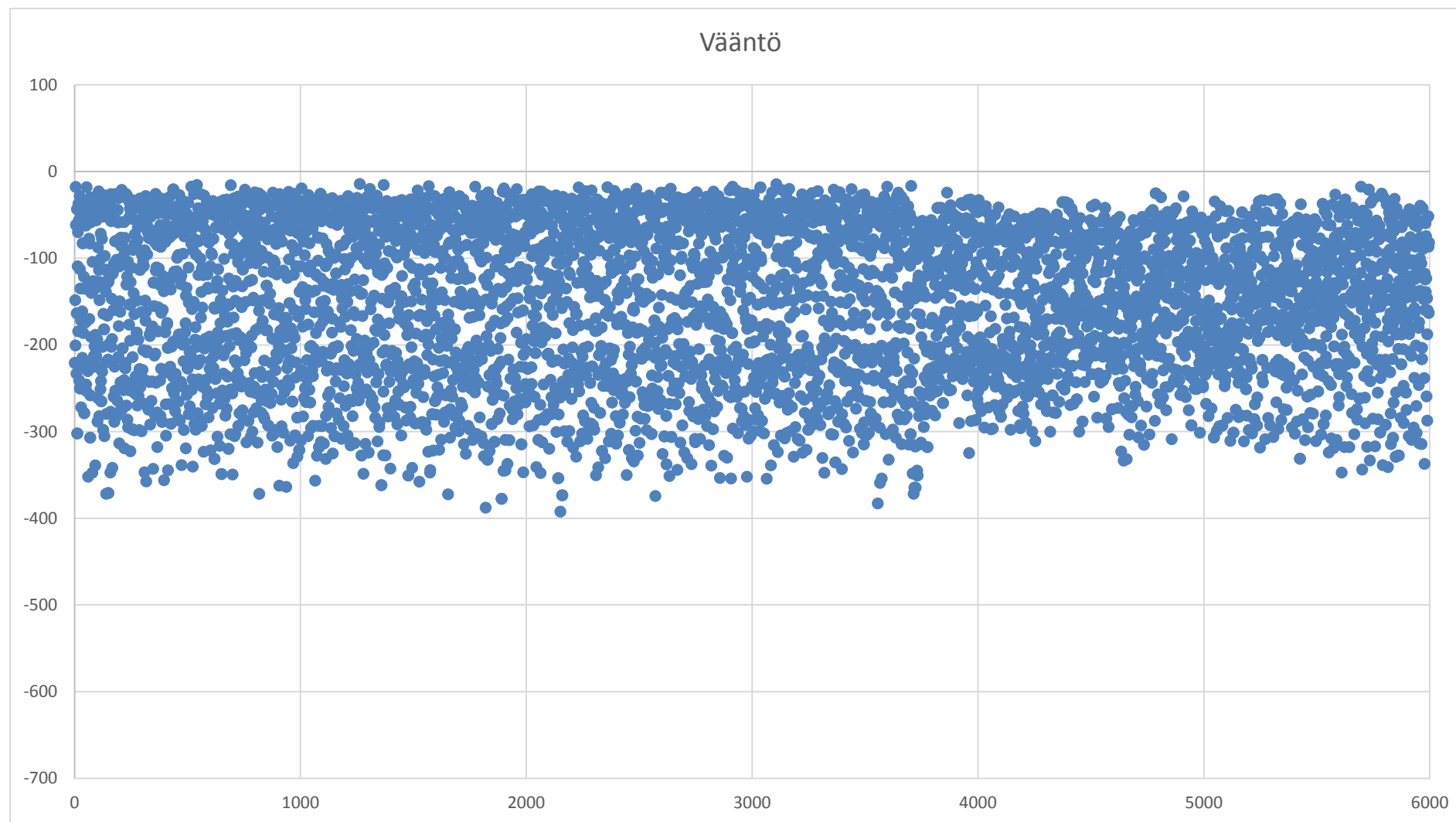
Kuvio 67 Tallennus tietokoneelle pistekaavio viivoilla Voima ilman virhettä



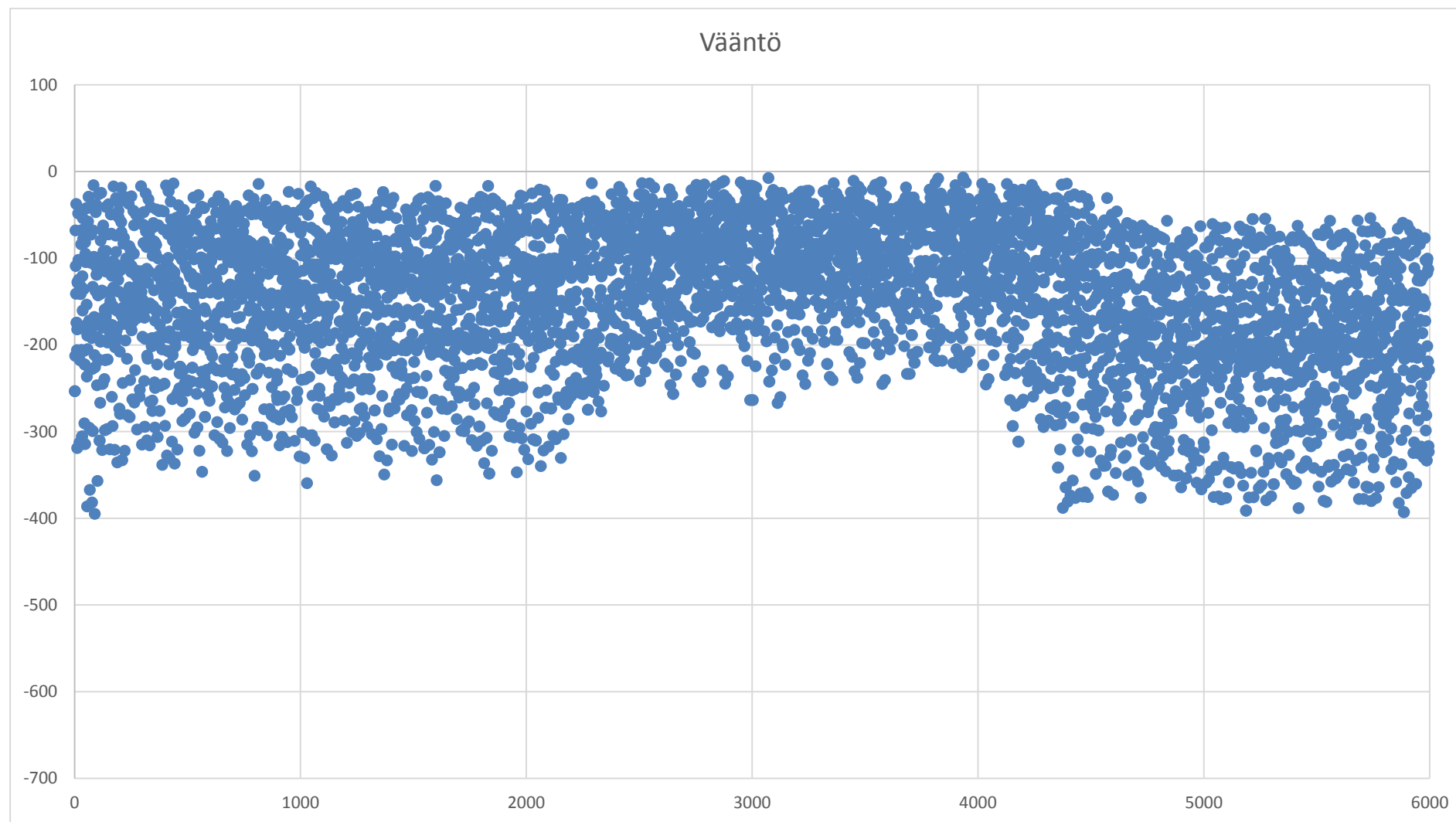
Kuvio 68 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Vääntö osa 1



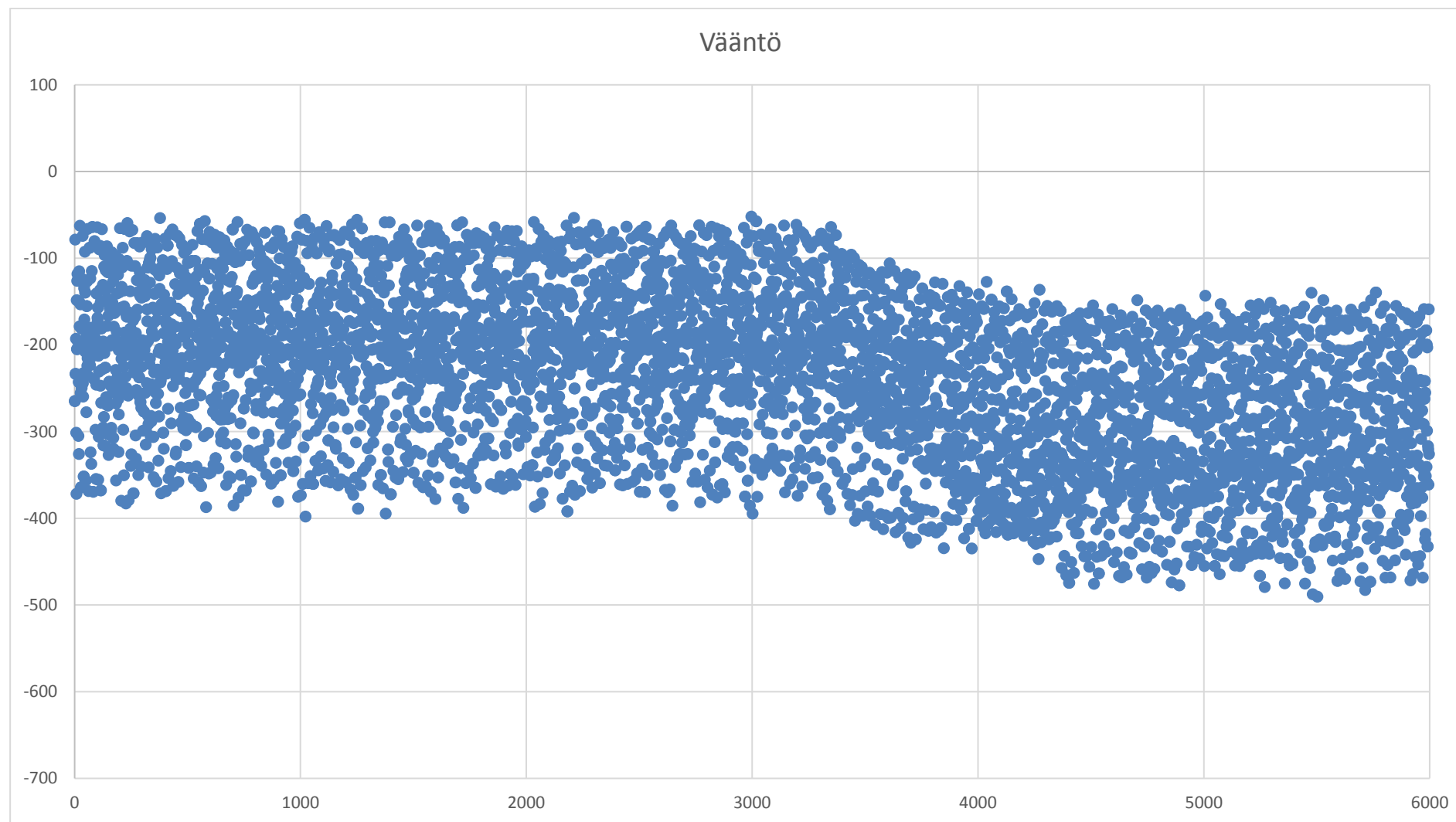
Kuvio 69 Tallennus USB-muistikulle pistekaavio Vääntö osa 2



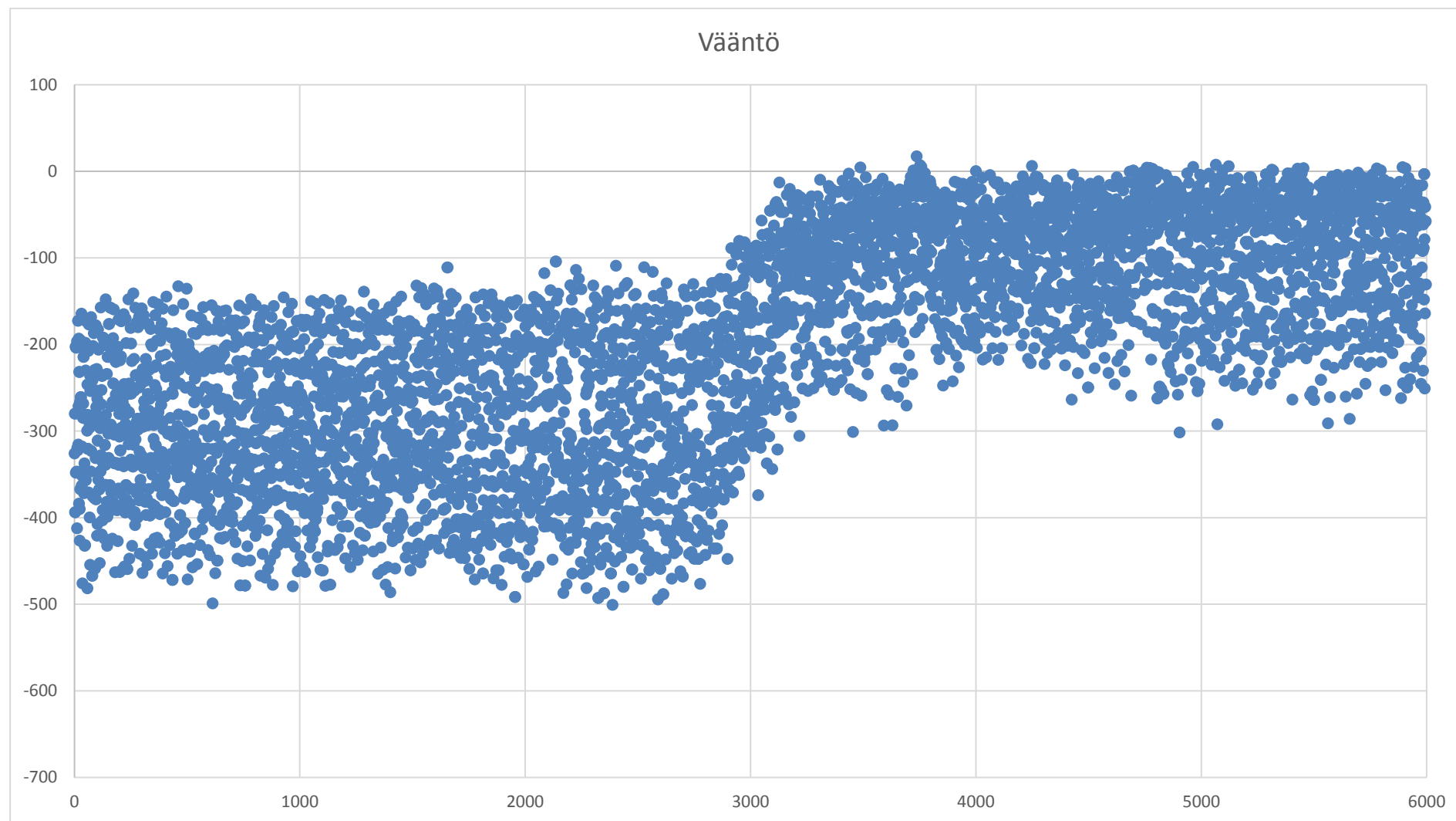
Kuvio 70 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Vääntö osa 3



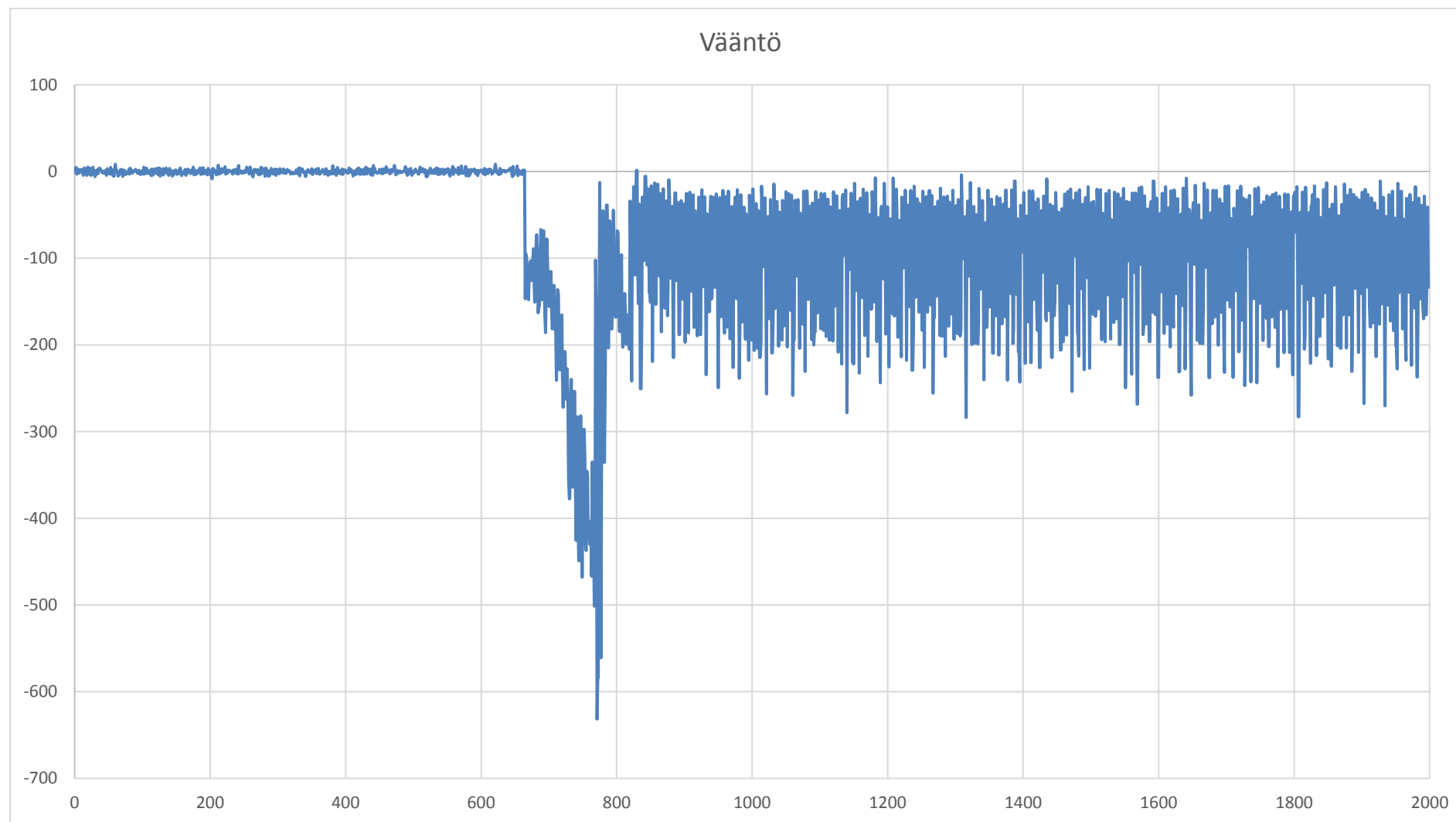
Kuvio 71 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Vääntö osa 4



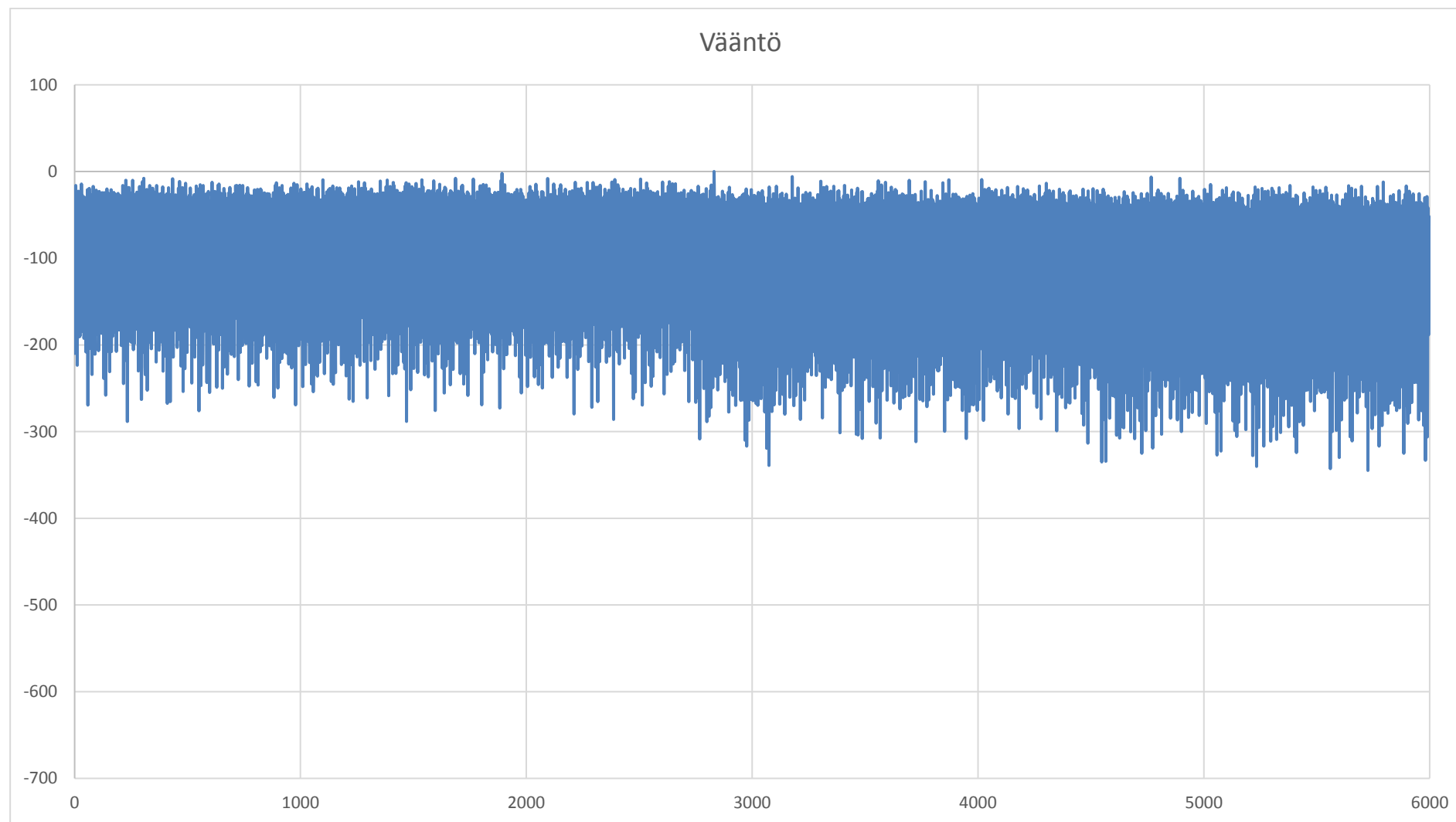
Kuvio 72 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Vääntö osa 5



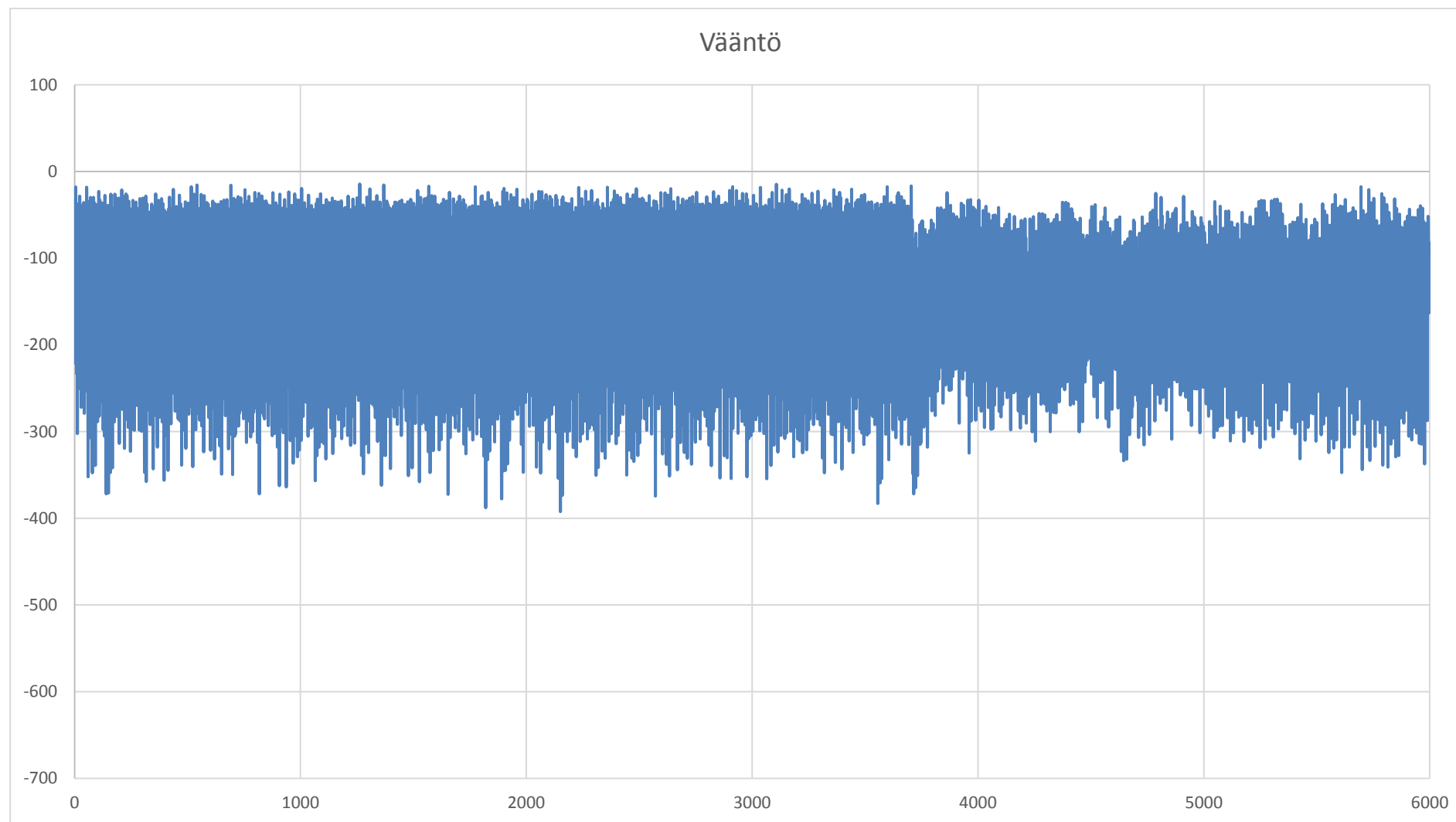
Kuvio 73 Tallennus USB-muistikulle pistekaavio Vääntö osa 6



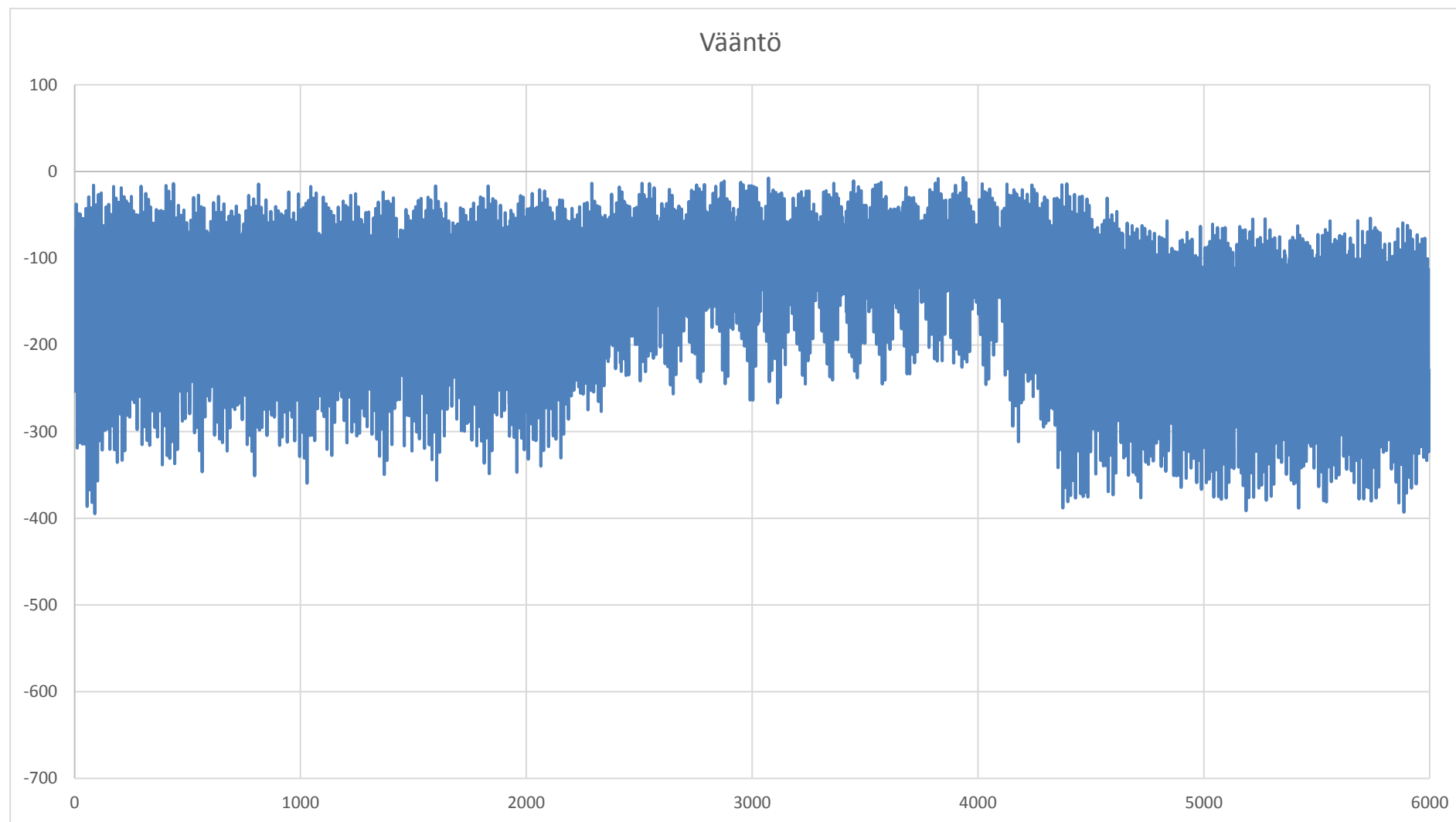
Kuvio 74 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Vääntö osa 1



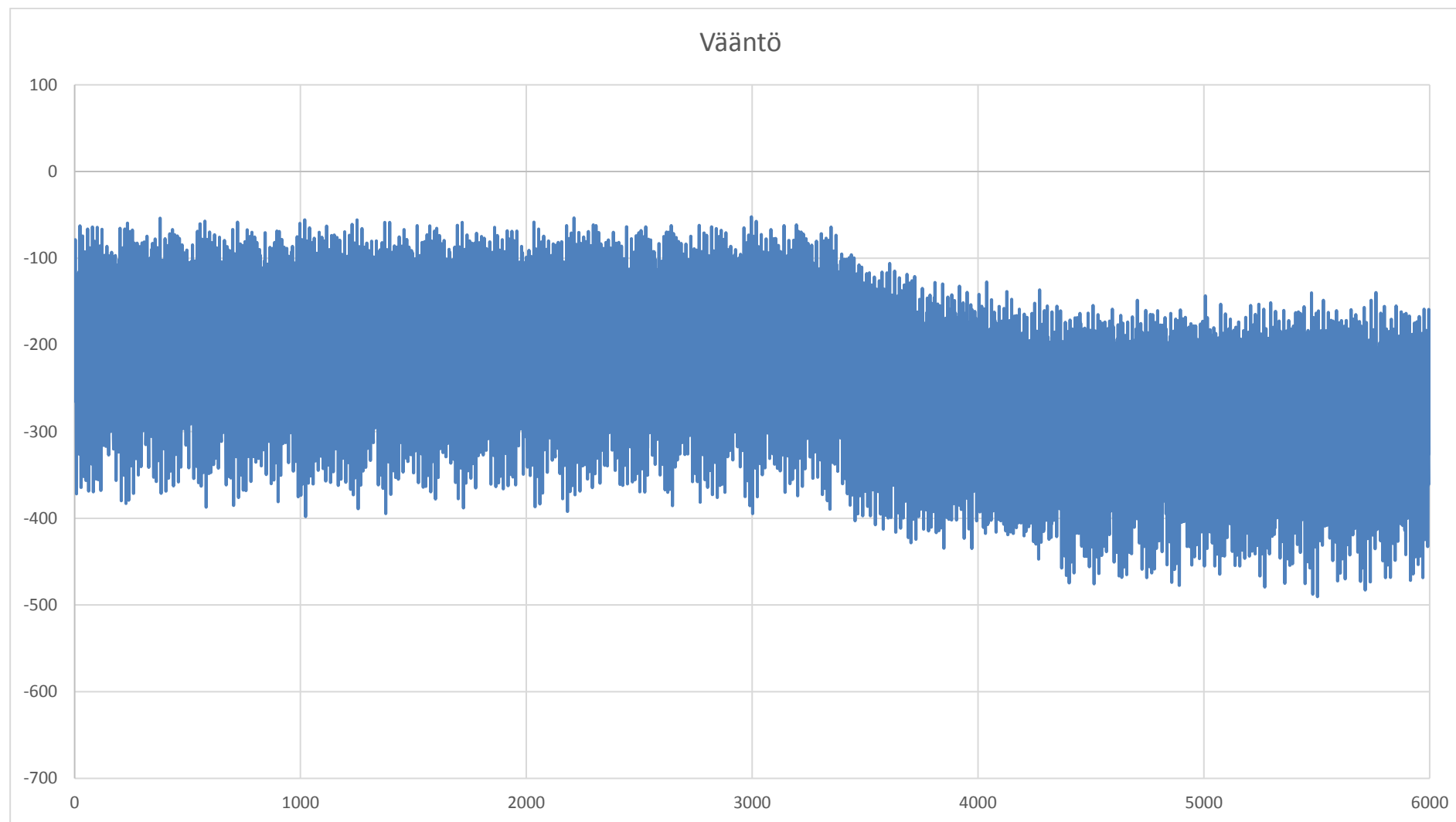
Kuvio 75 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Vääntö osa 2



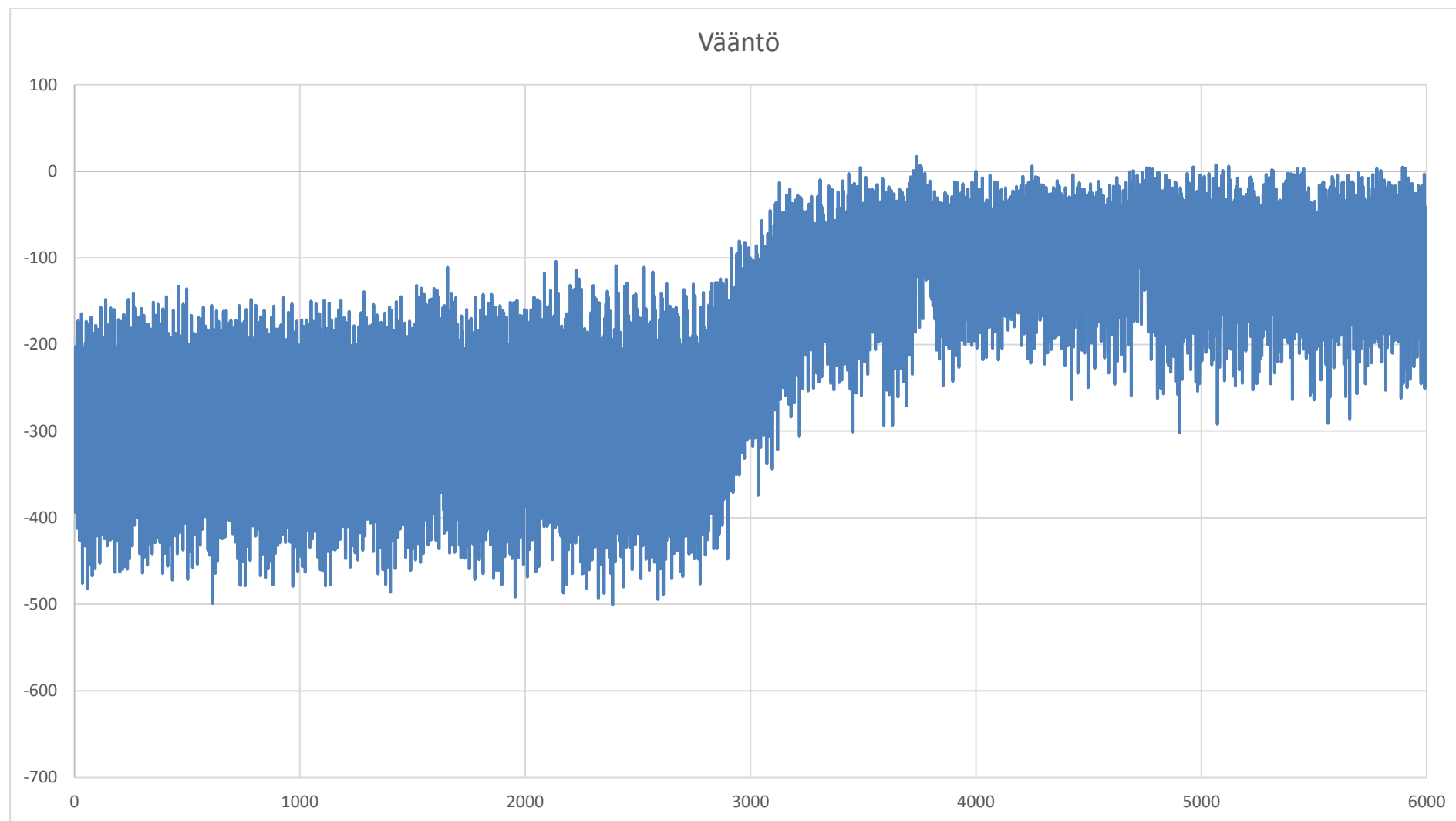
Kuvio 76 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Vääntö osa 3



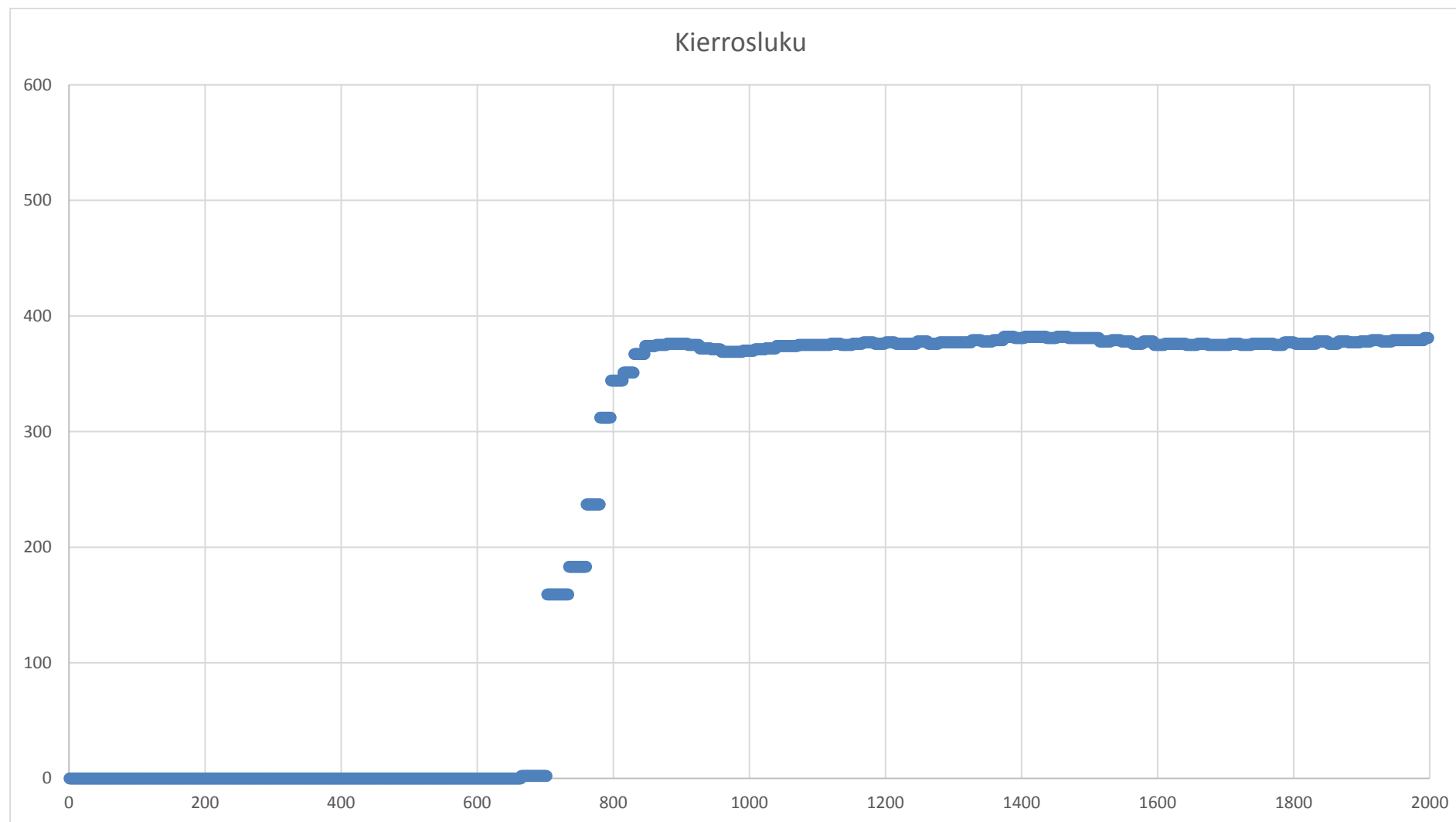
Kuvio 77 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Vääntö osa 4



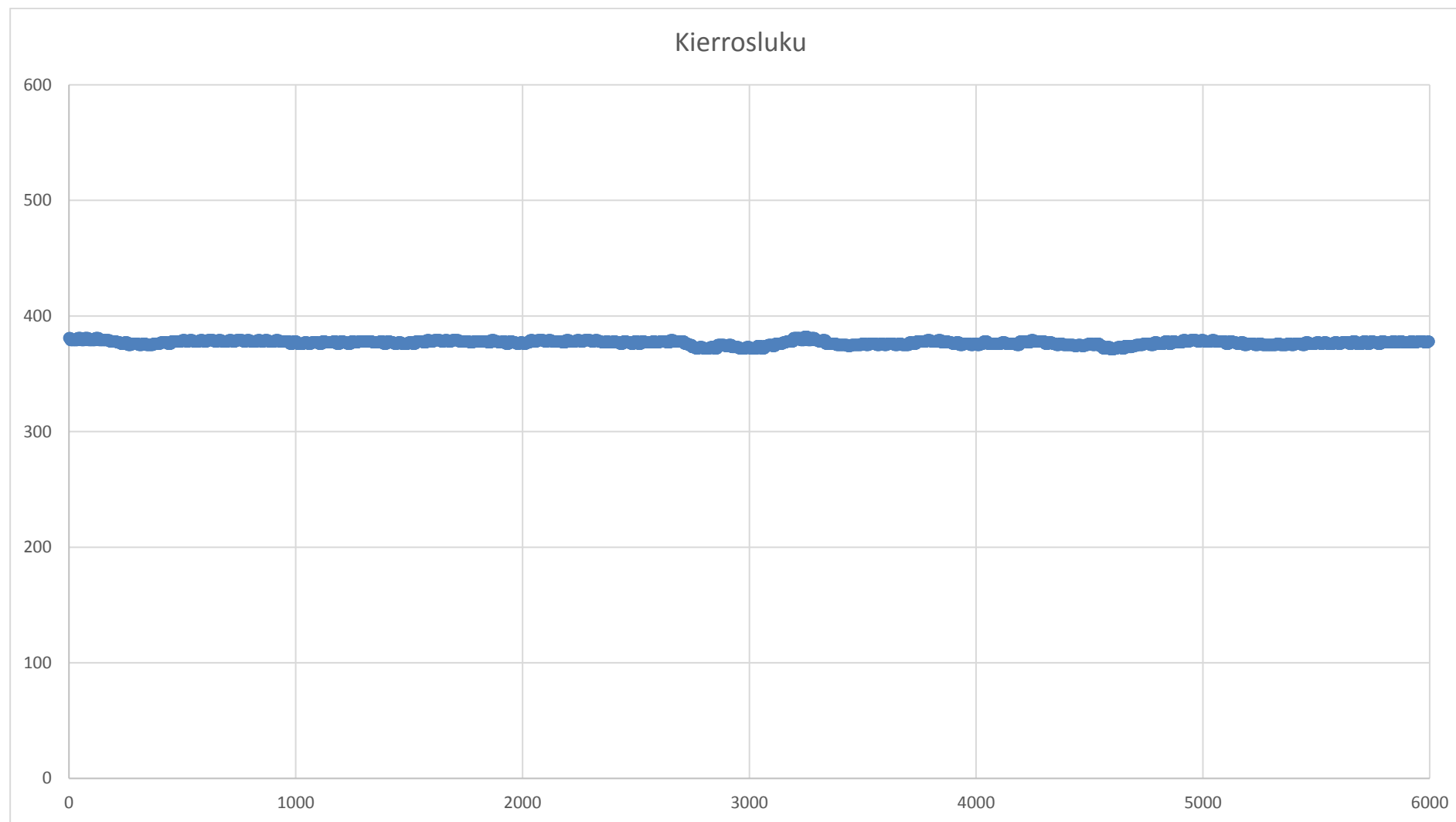
Kuvio 78 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Vääntö osa 5



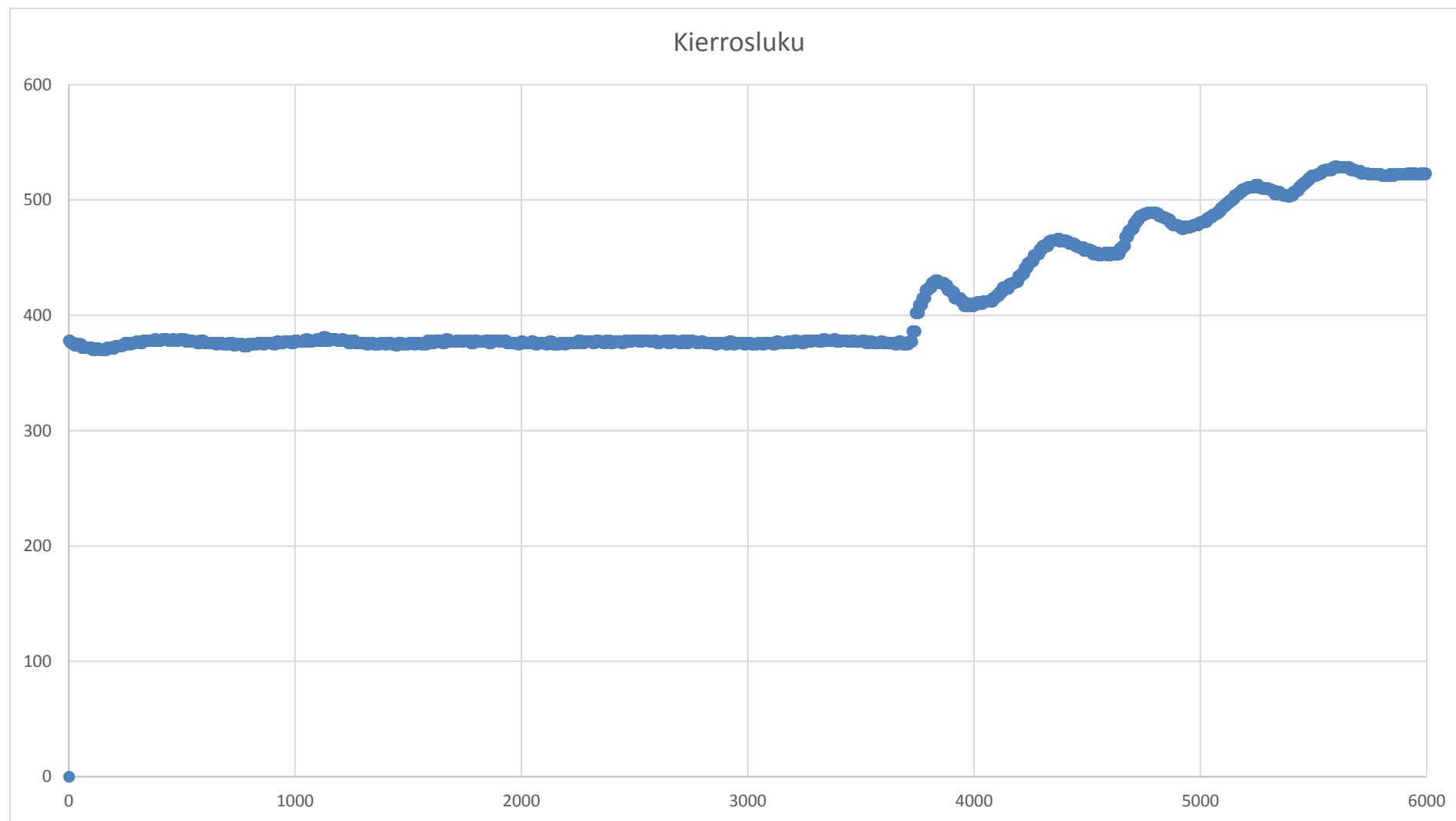
Kuvio 79 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Vääntö osa 6



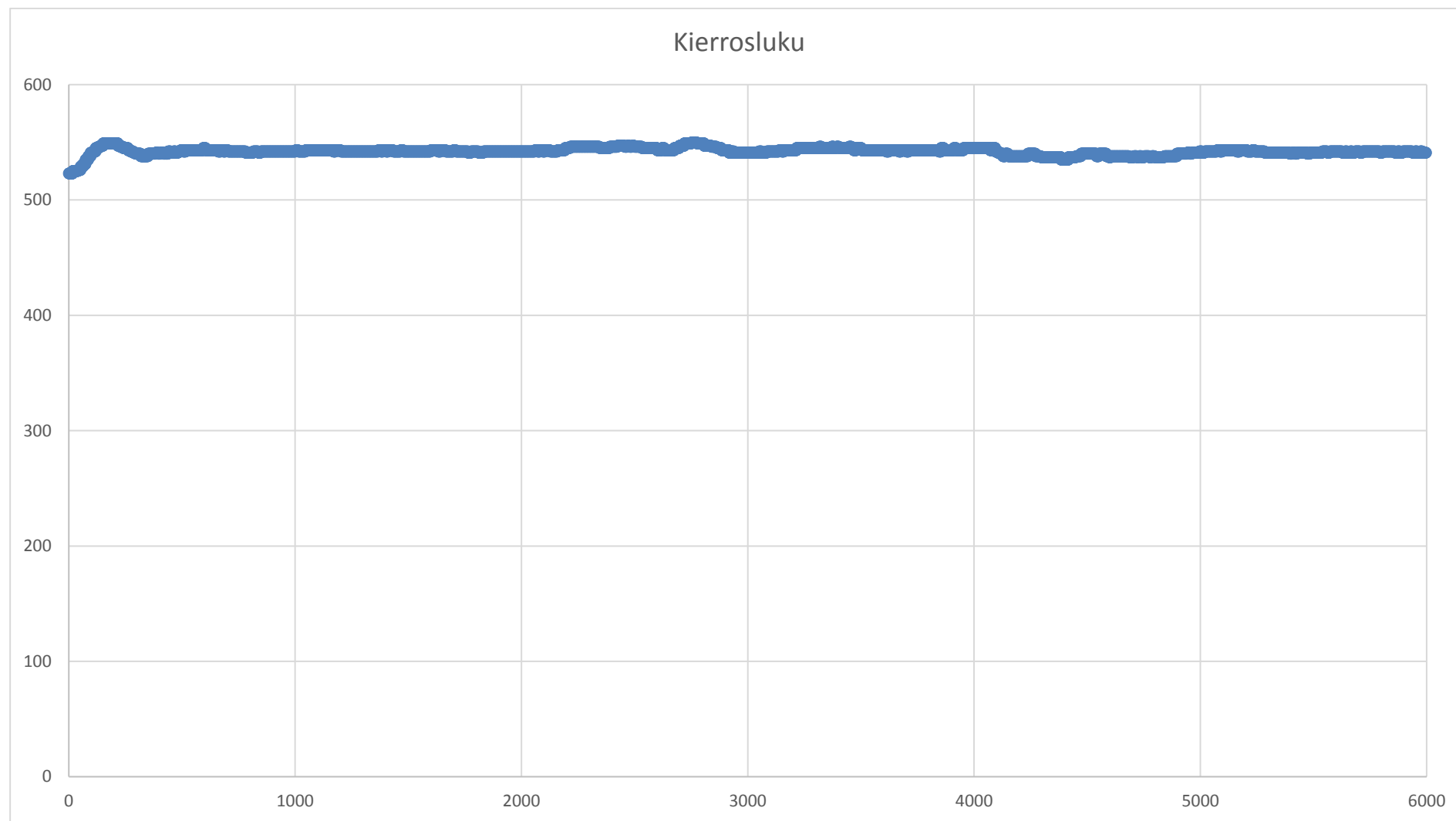
Kuvio 80 Tallennus USB-muistikulle pistekaavio Kierrosluku osa 1



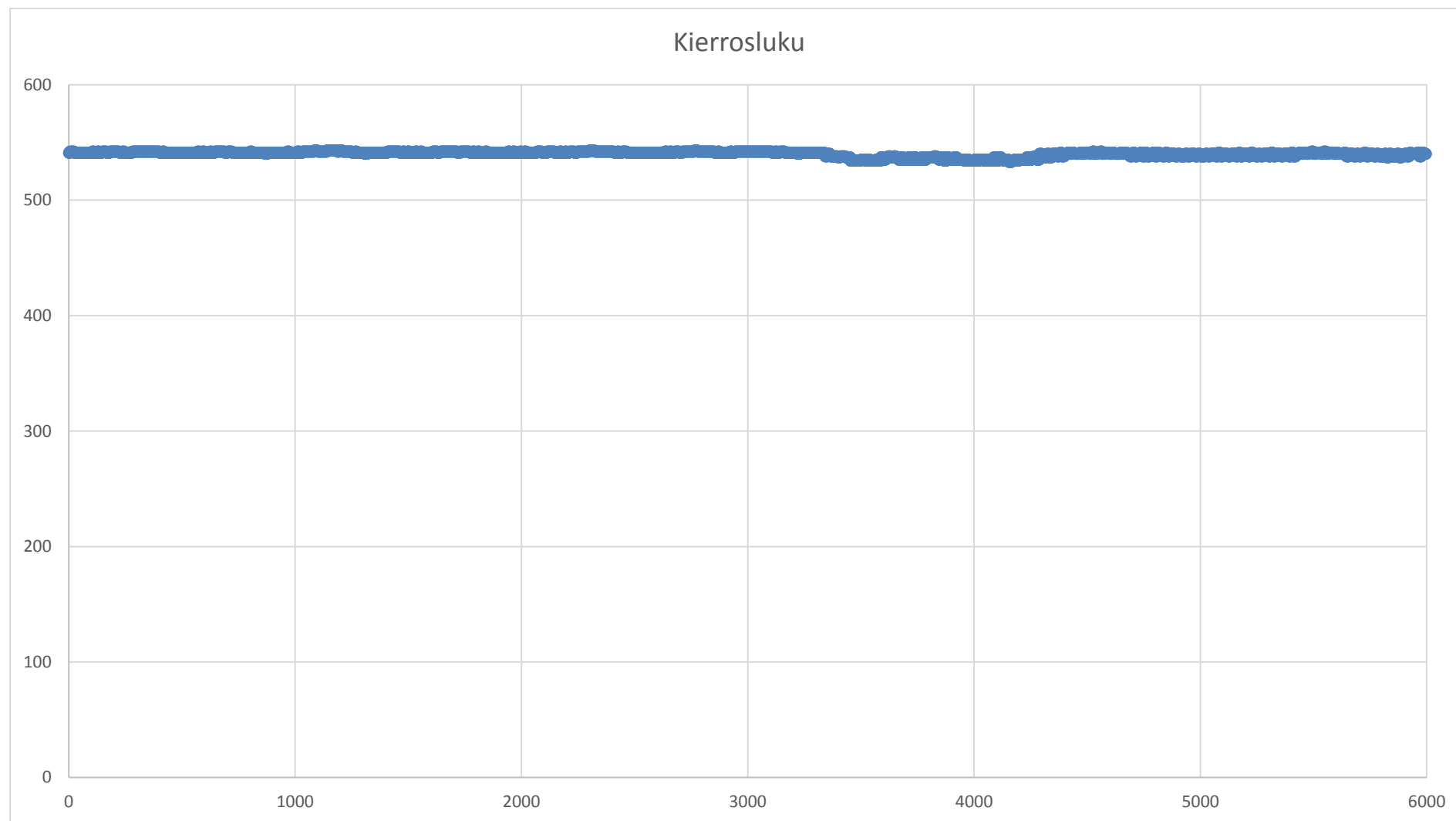
Kuvio 81 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Kierrosluku osa 2



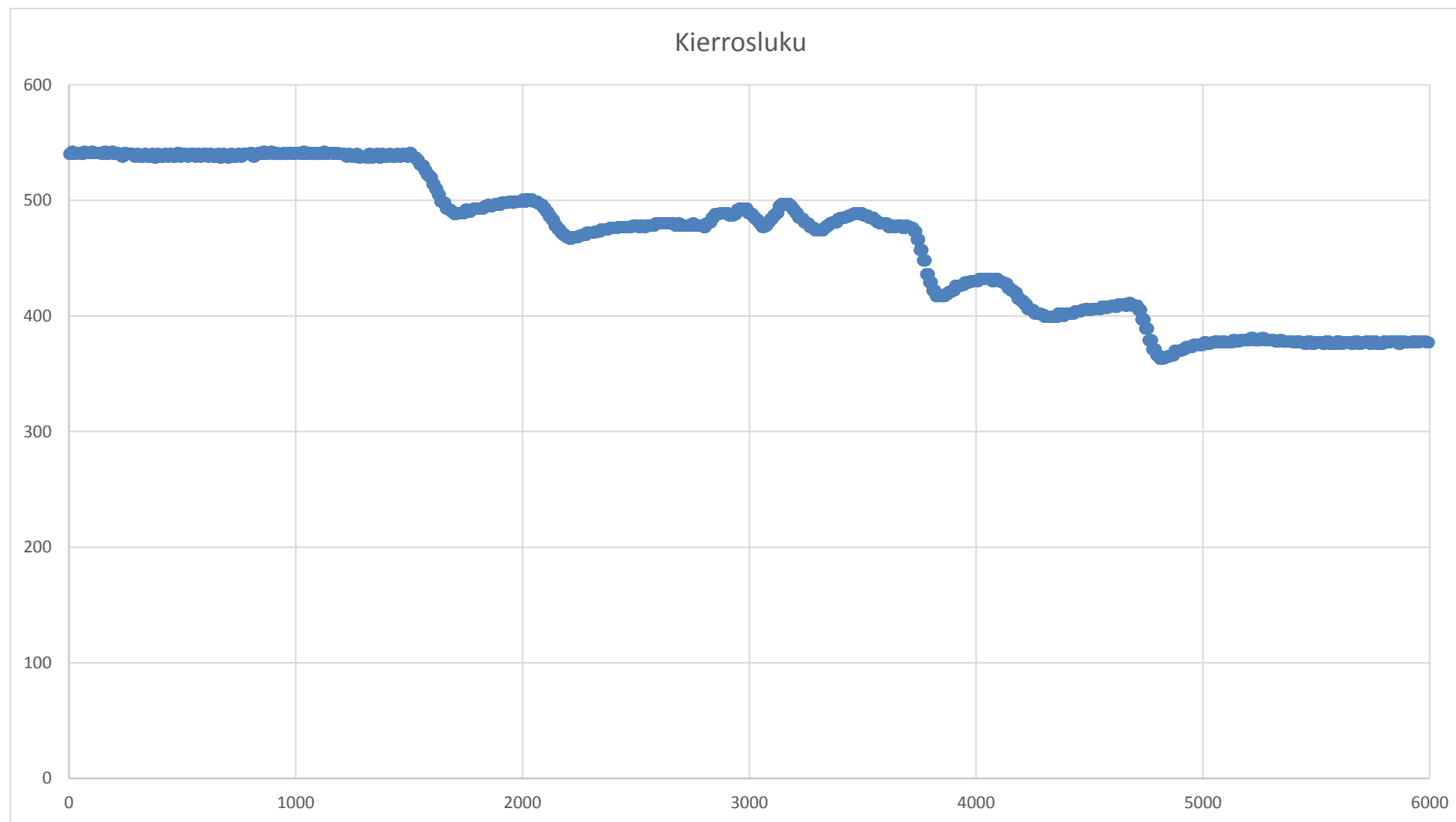
Kuvio 82 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Kierrosluku osa 3



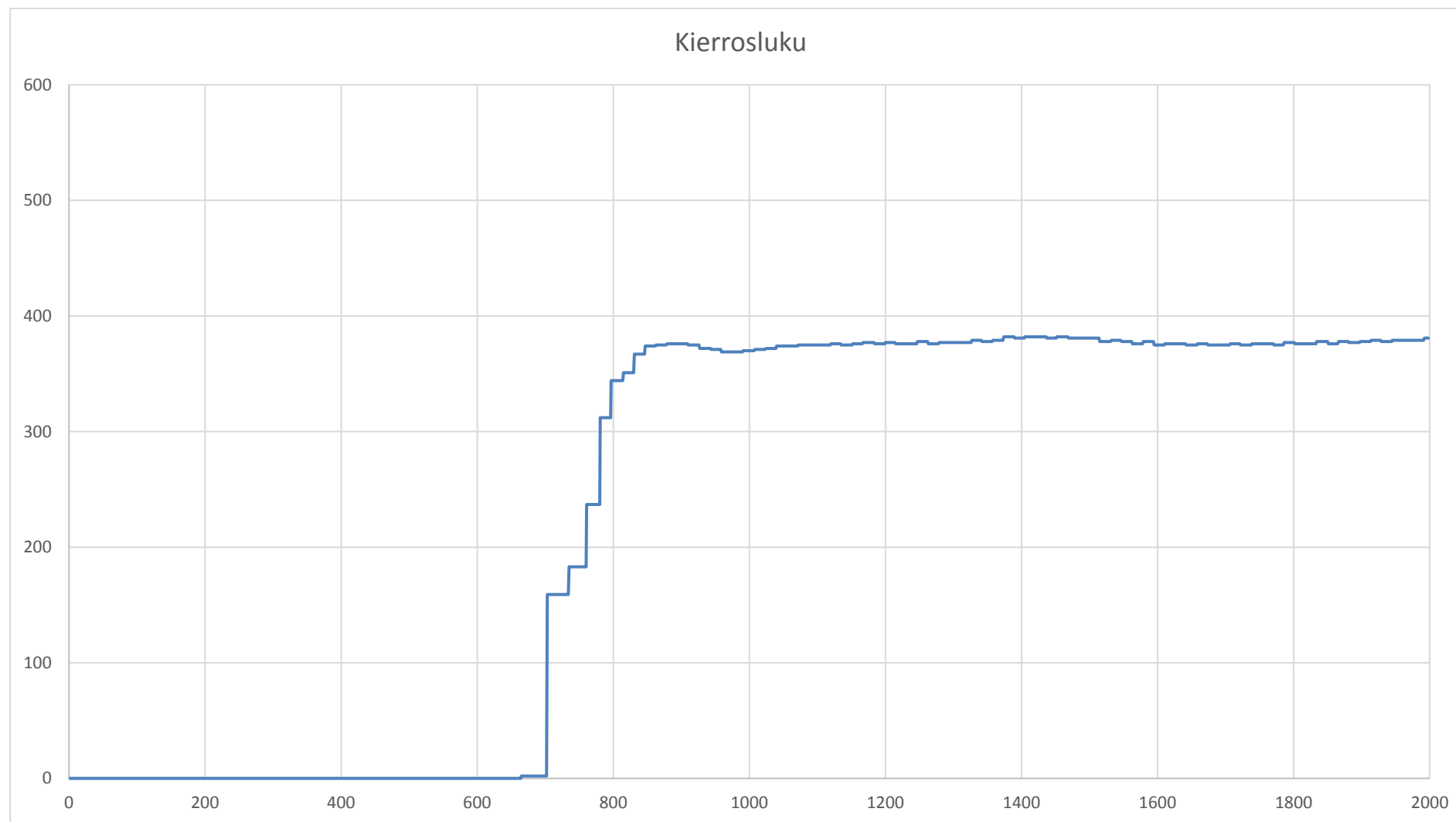
Kuvio 83 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Kierrosluku osa 4



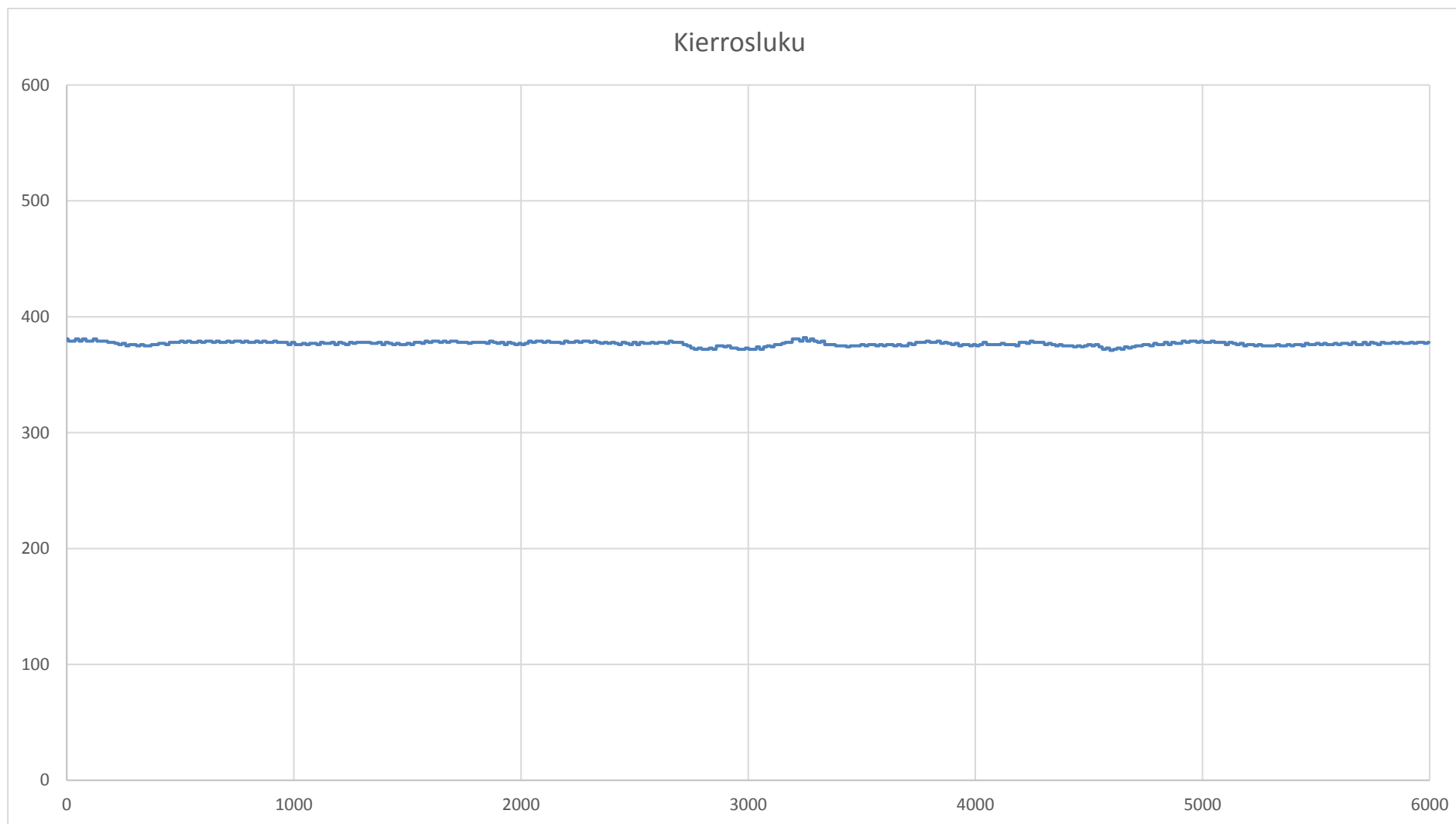
Kuvio 84 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Kierrosluku osa 5



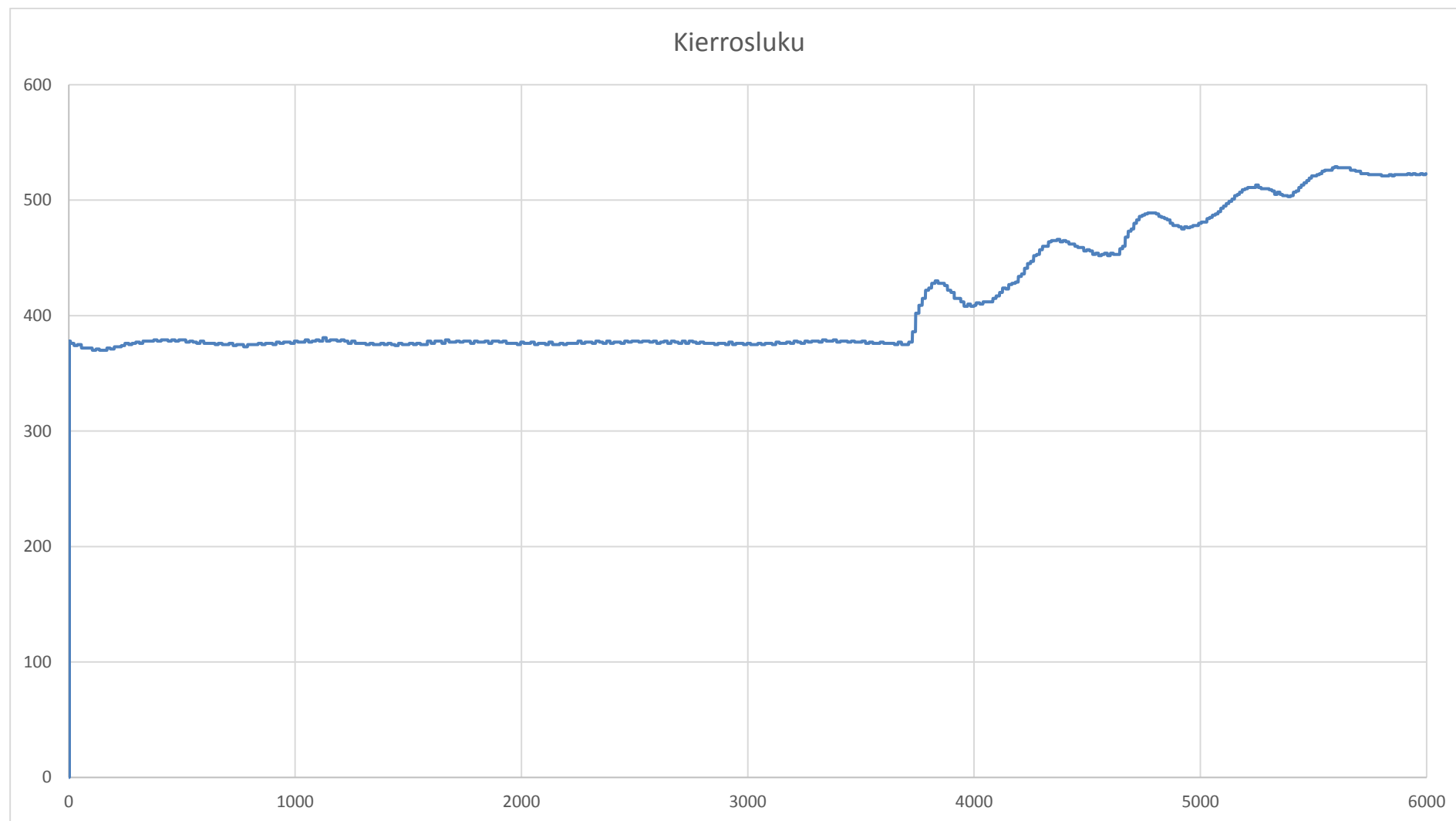
Kuvio 85 Tallennus USB-muistikulle pistekaavio Kierrosluku osa 6



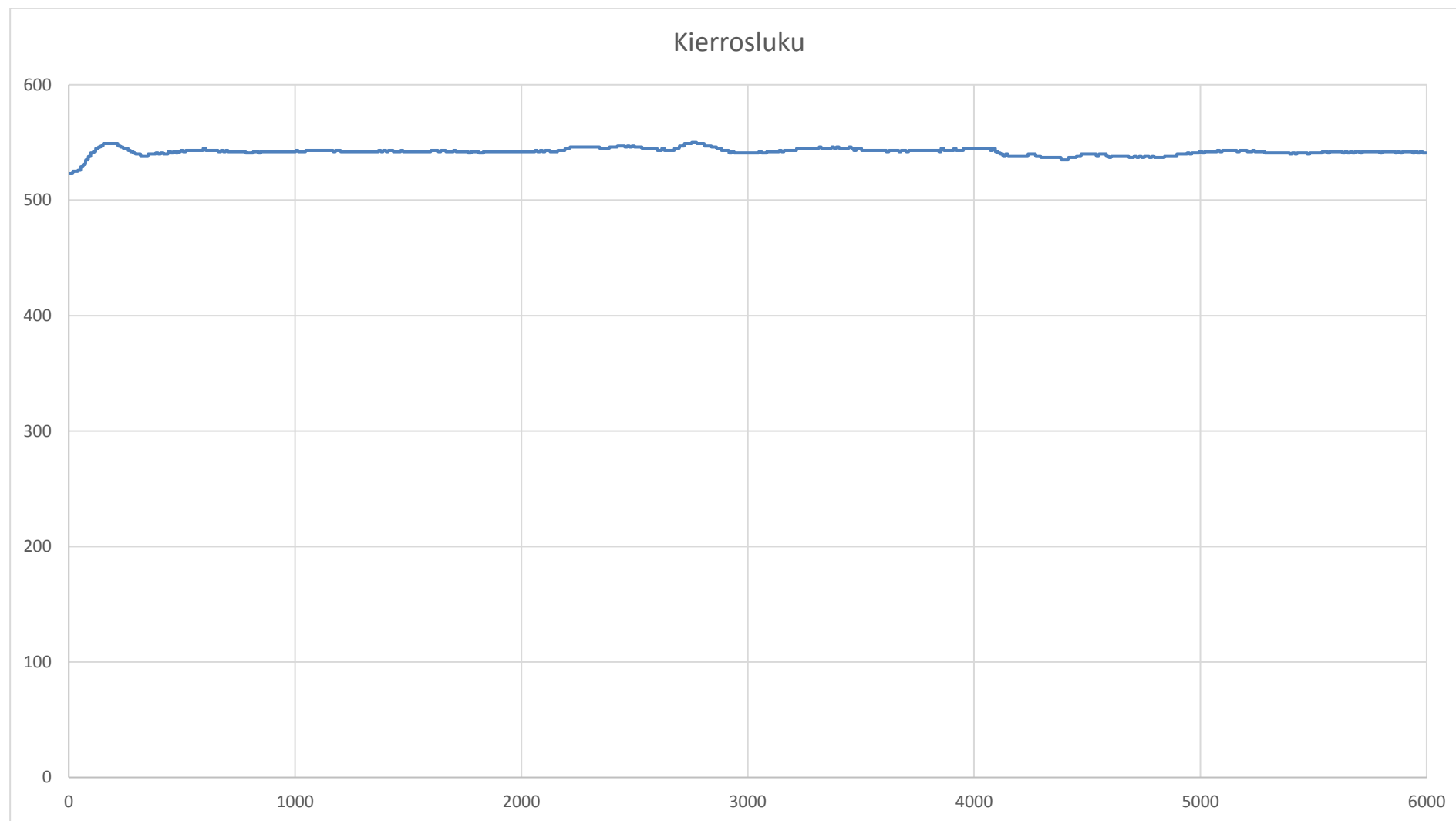
Kuvio 86 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Kierrosluku osa 1



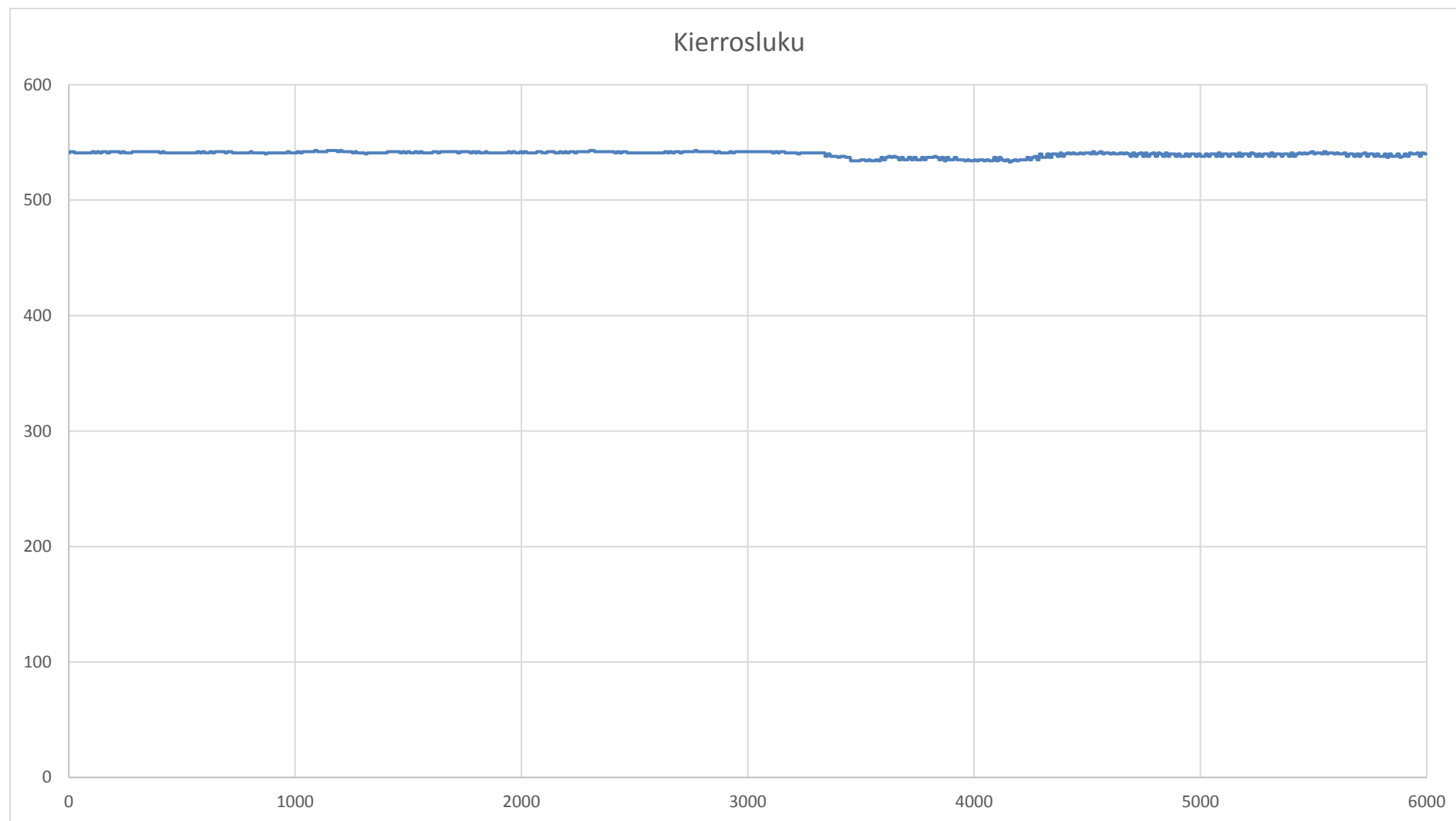
Kuvio 87 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Kierrosluku osa 2



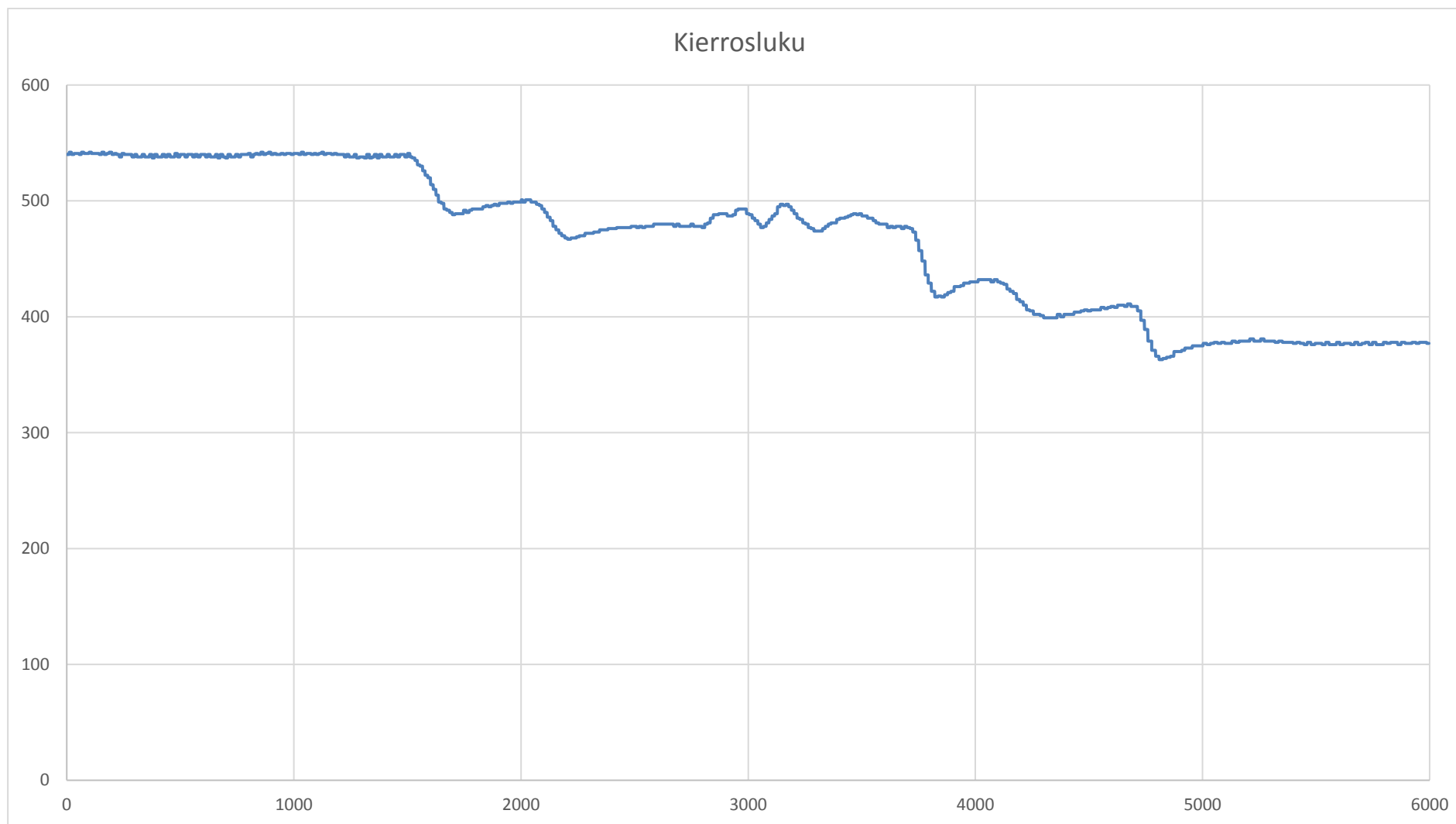
Kuvio 88 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Kierrosluku osa 3



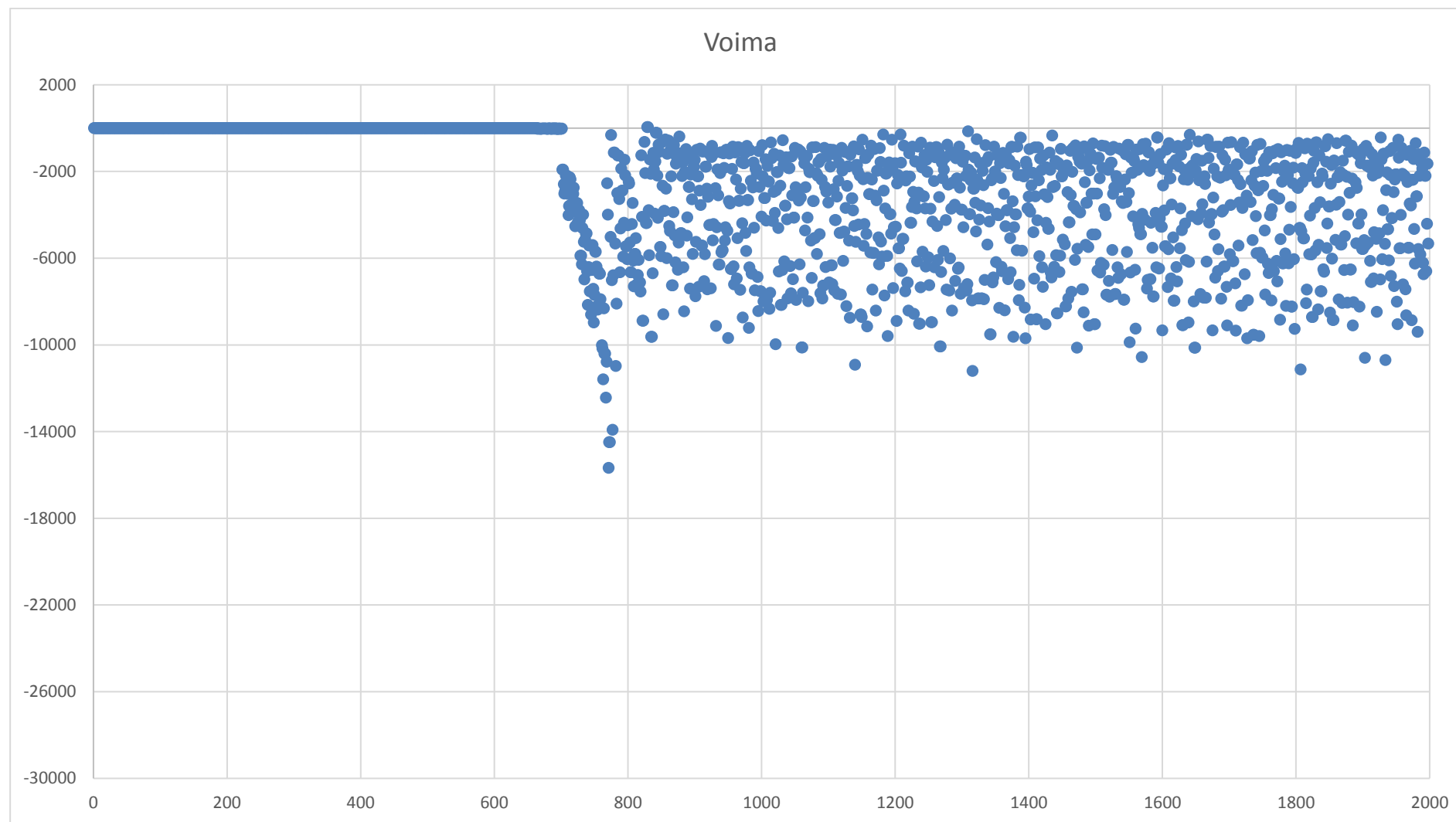
Kuvio 89 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Kierrosluku osa 4



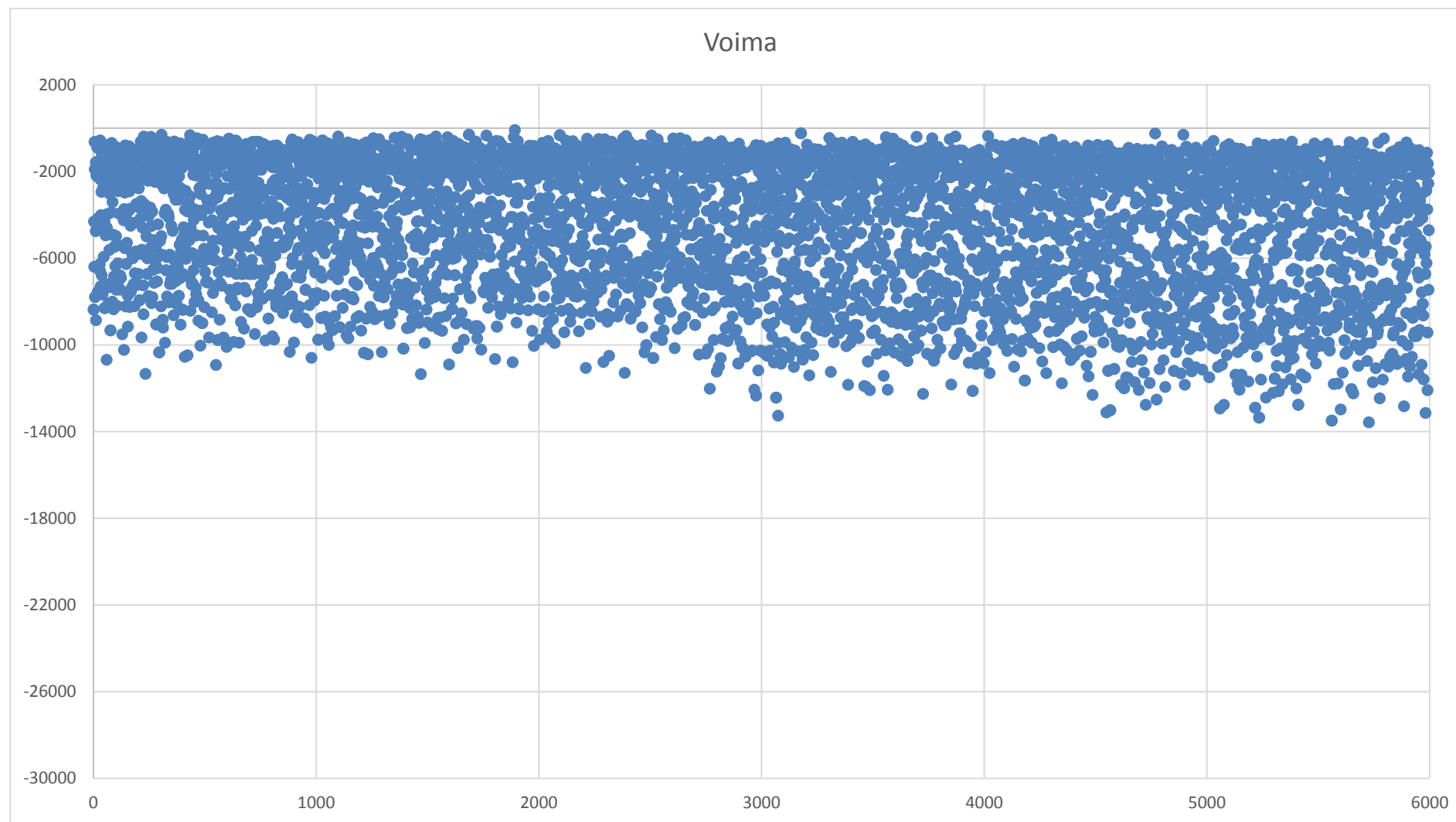
Kuvio 90 Tallennus USB-muistikulle pistekaavio viivoilla Kierrosluku osa 5



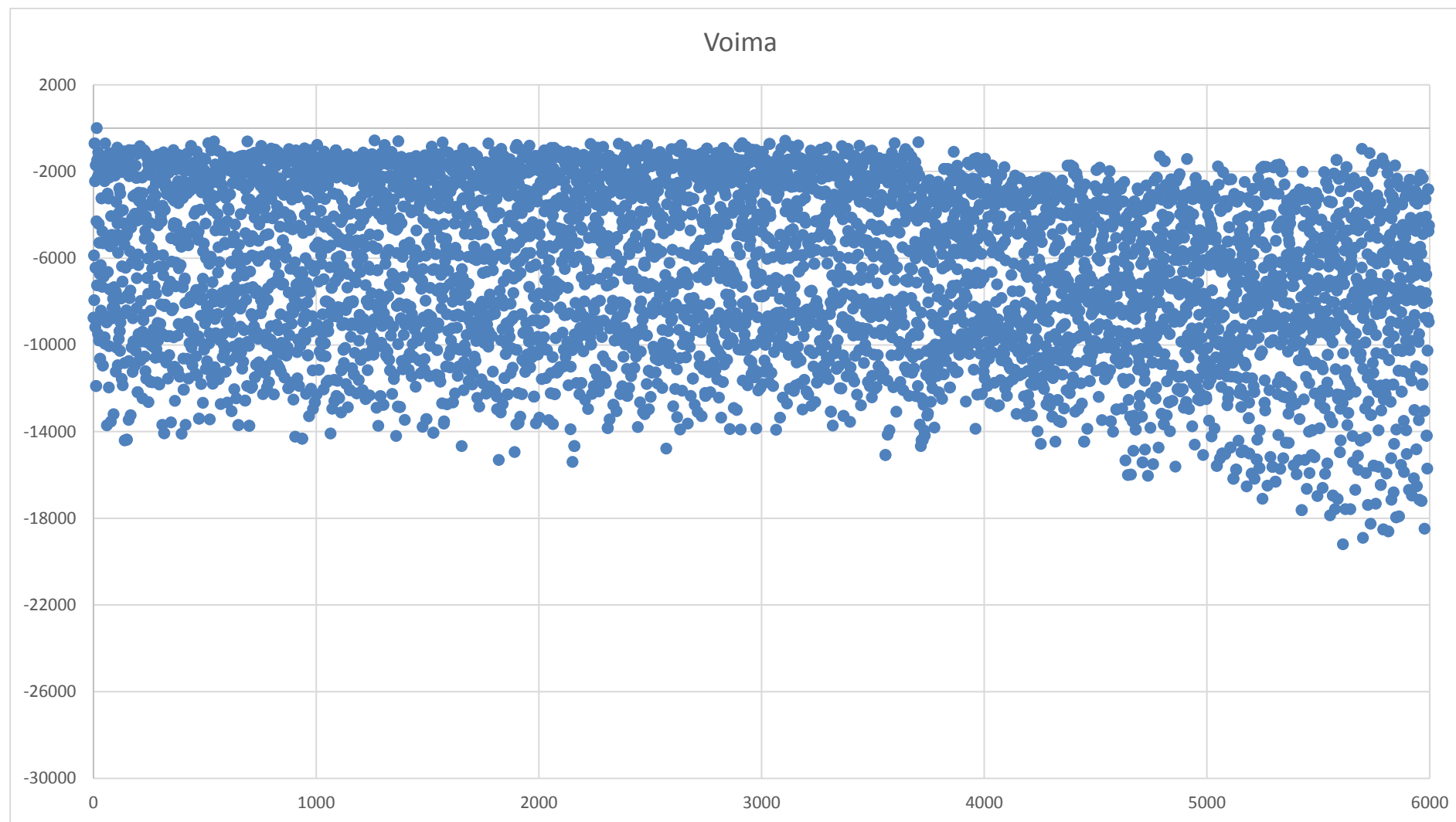
Kuvio 91 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Kierrosluku osa 6



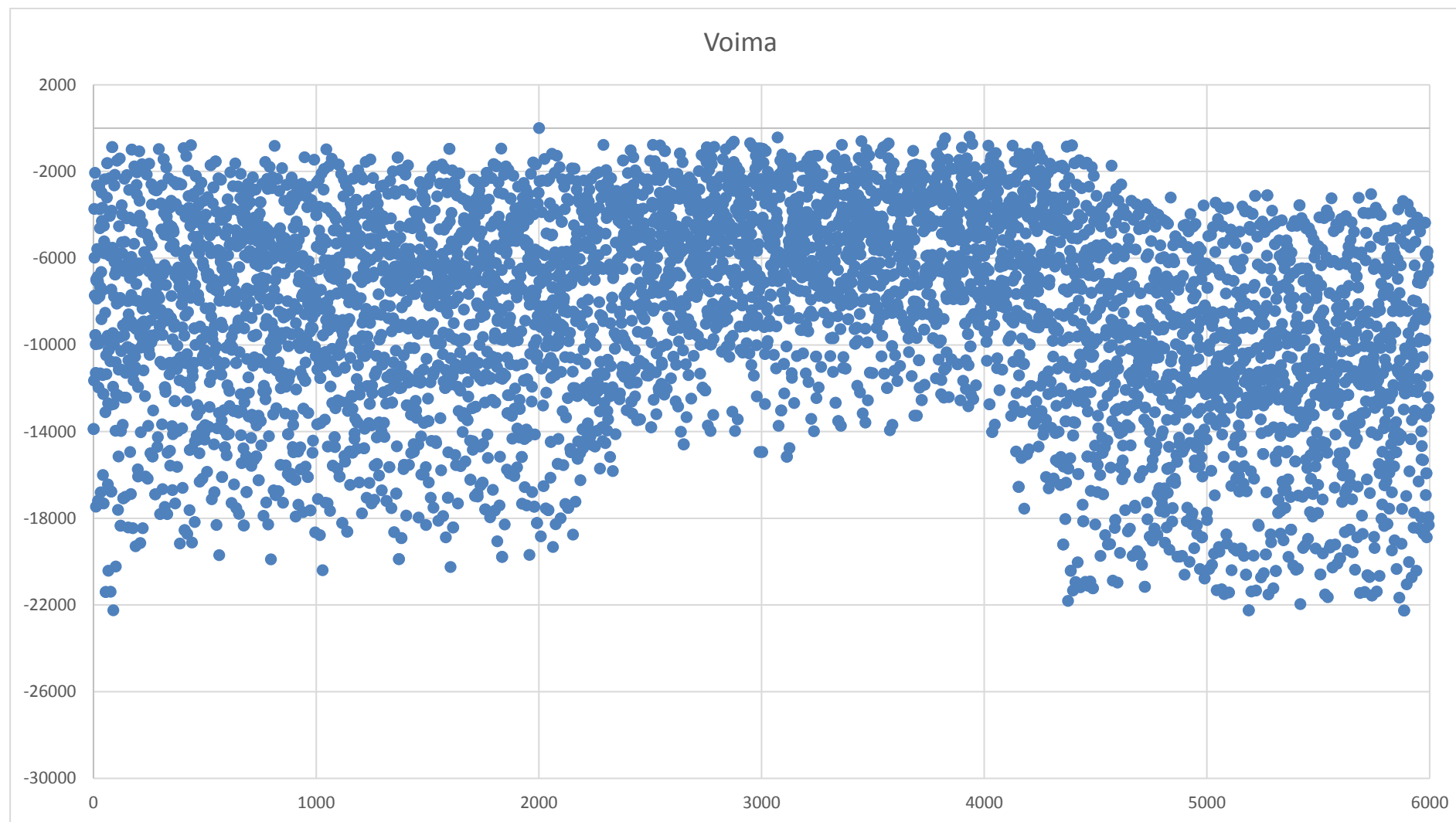
Kuvio 92 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Voima osa 1



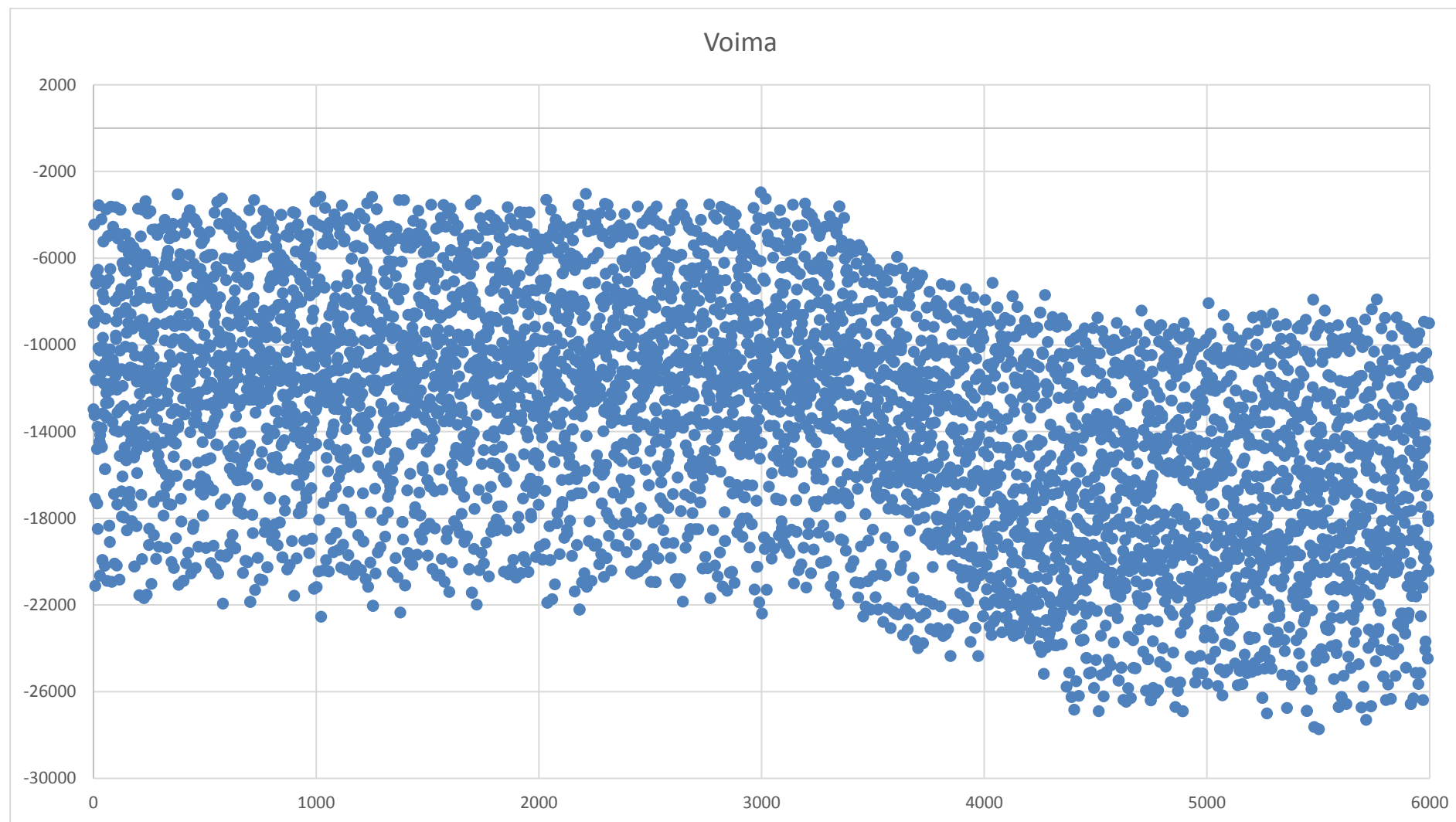
Kuvio 93 Tallennus USB-muistikulle pistekaavio Voima osa 2



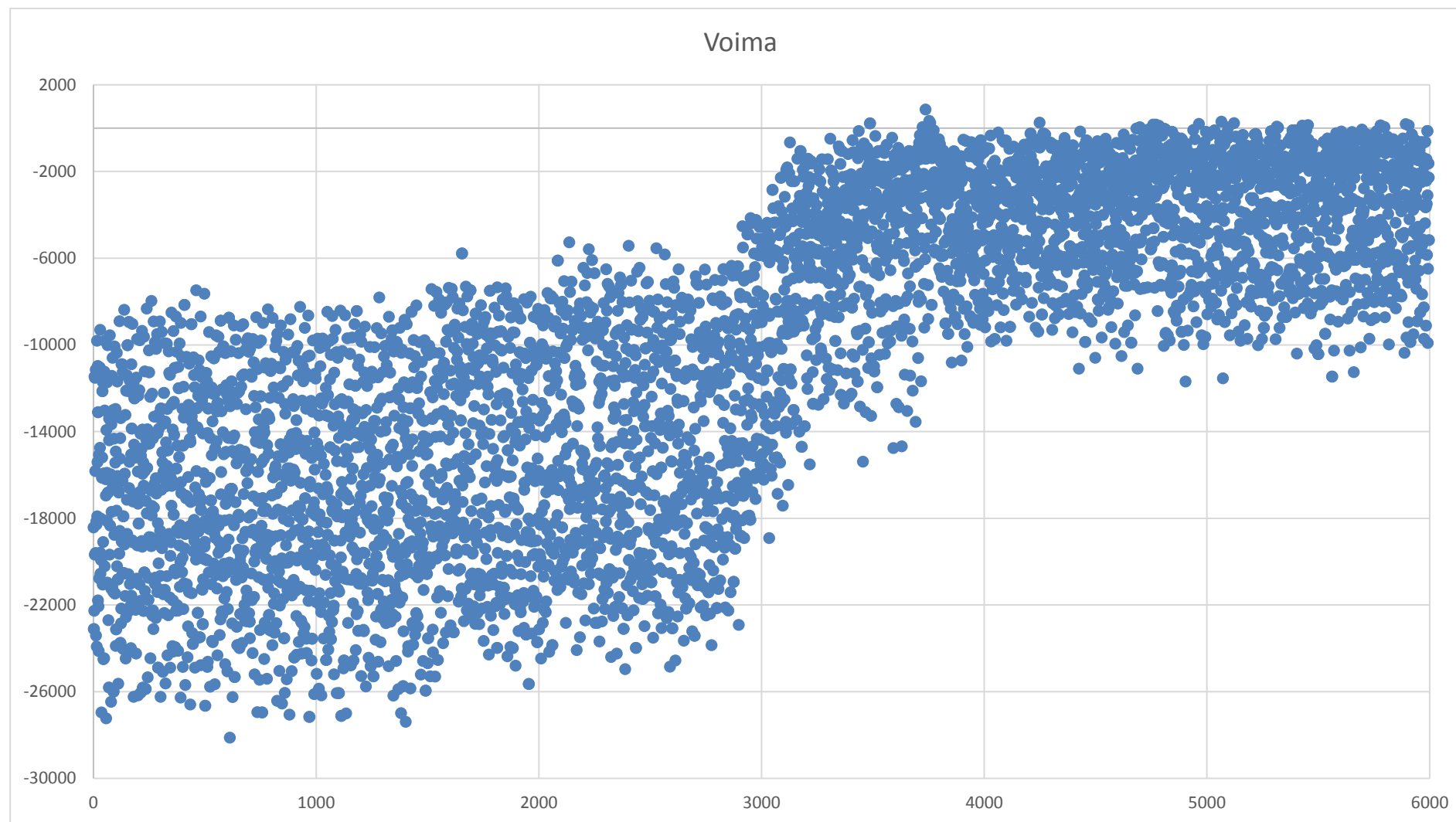
Kuvio 94 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Voima osa 3



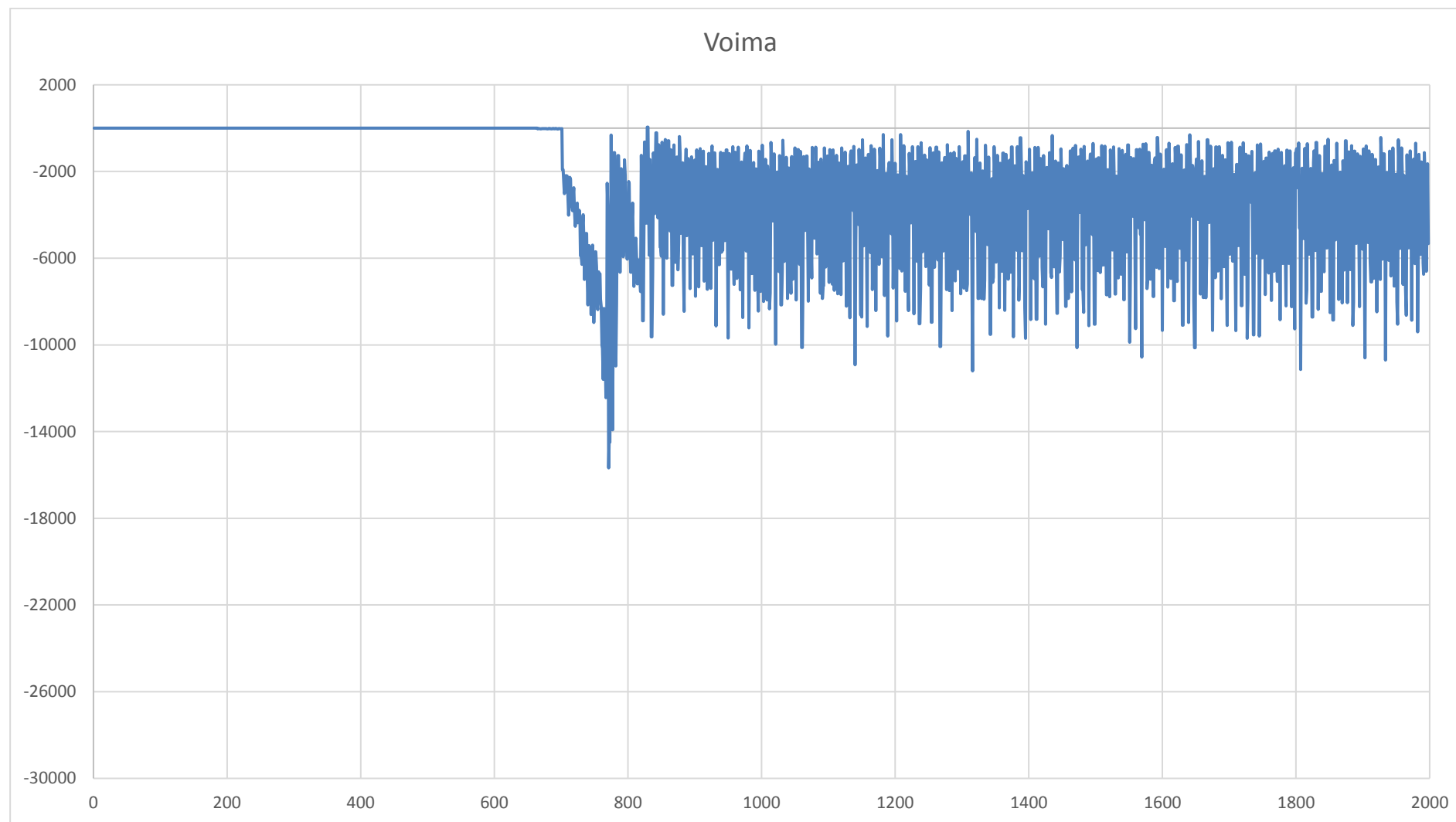
Kuvio 95 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Voima osa 4



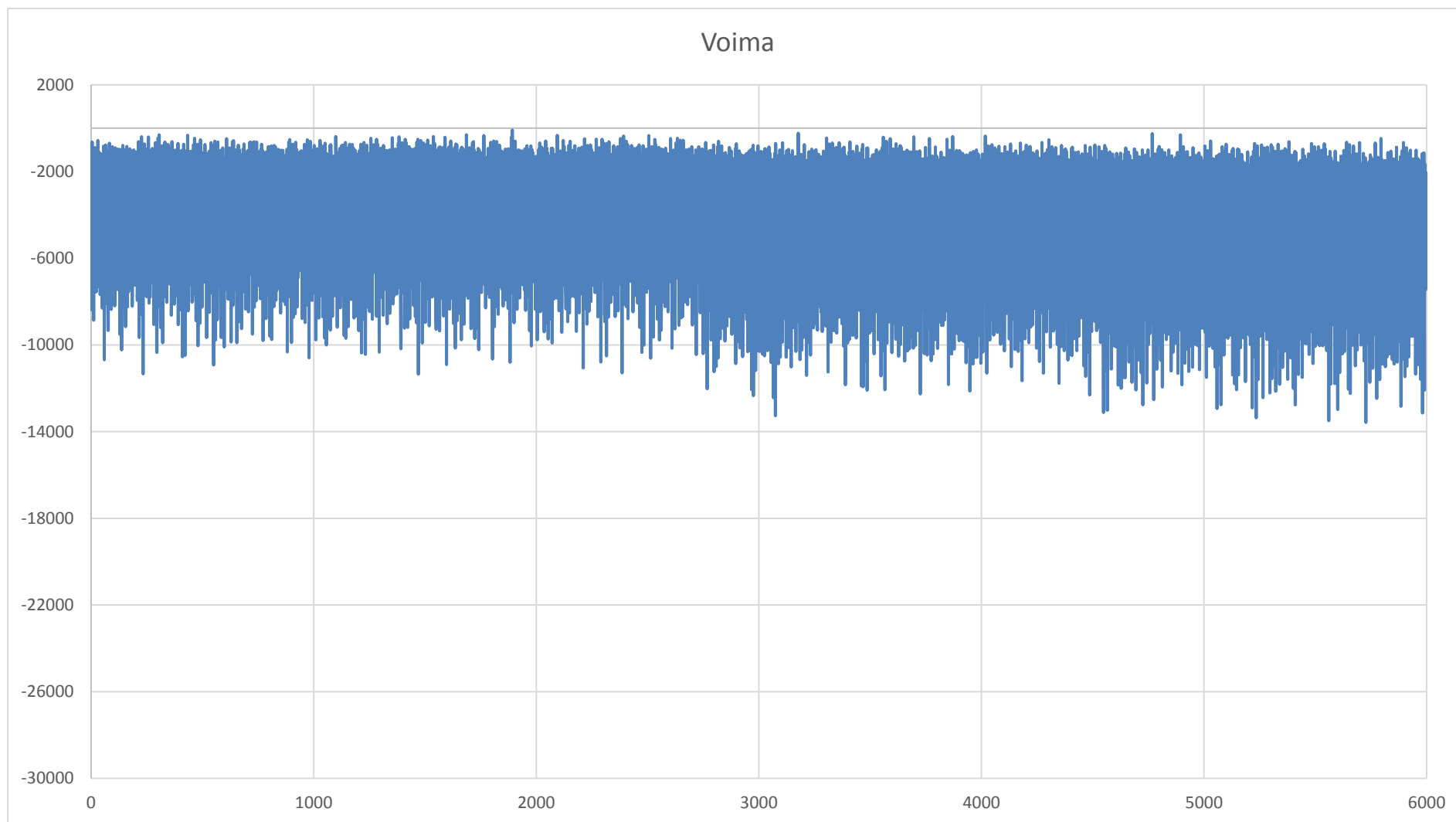
Kuvio 96 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio Voima osa 5



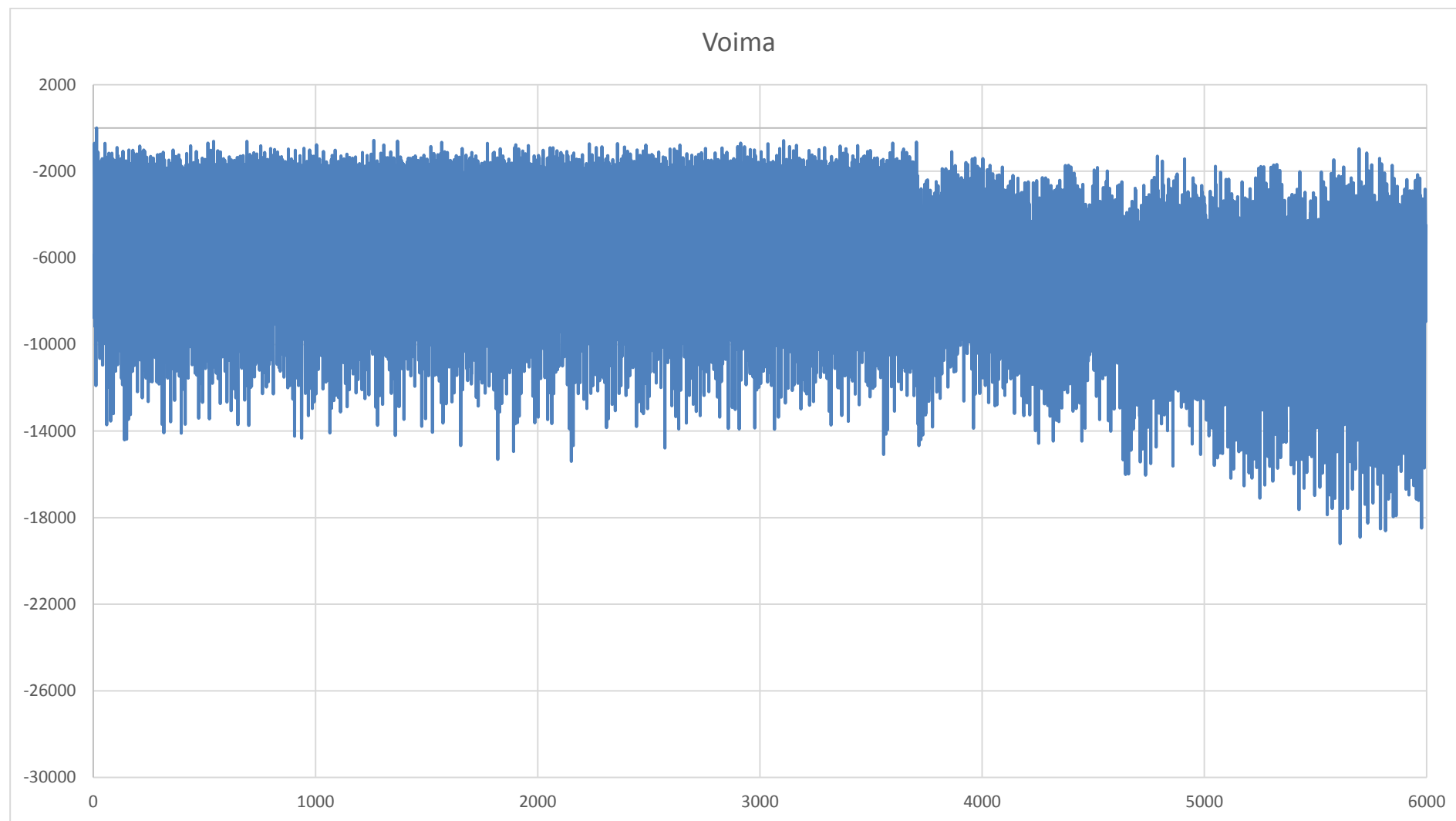
Kuvio 97 Tallennus USB-muistikulle pistekaavio Voima osa 6



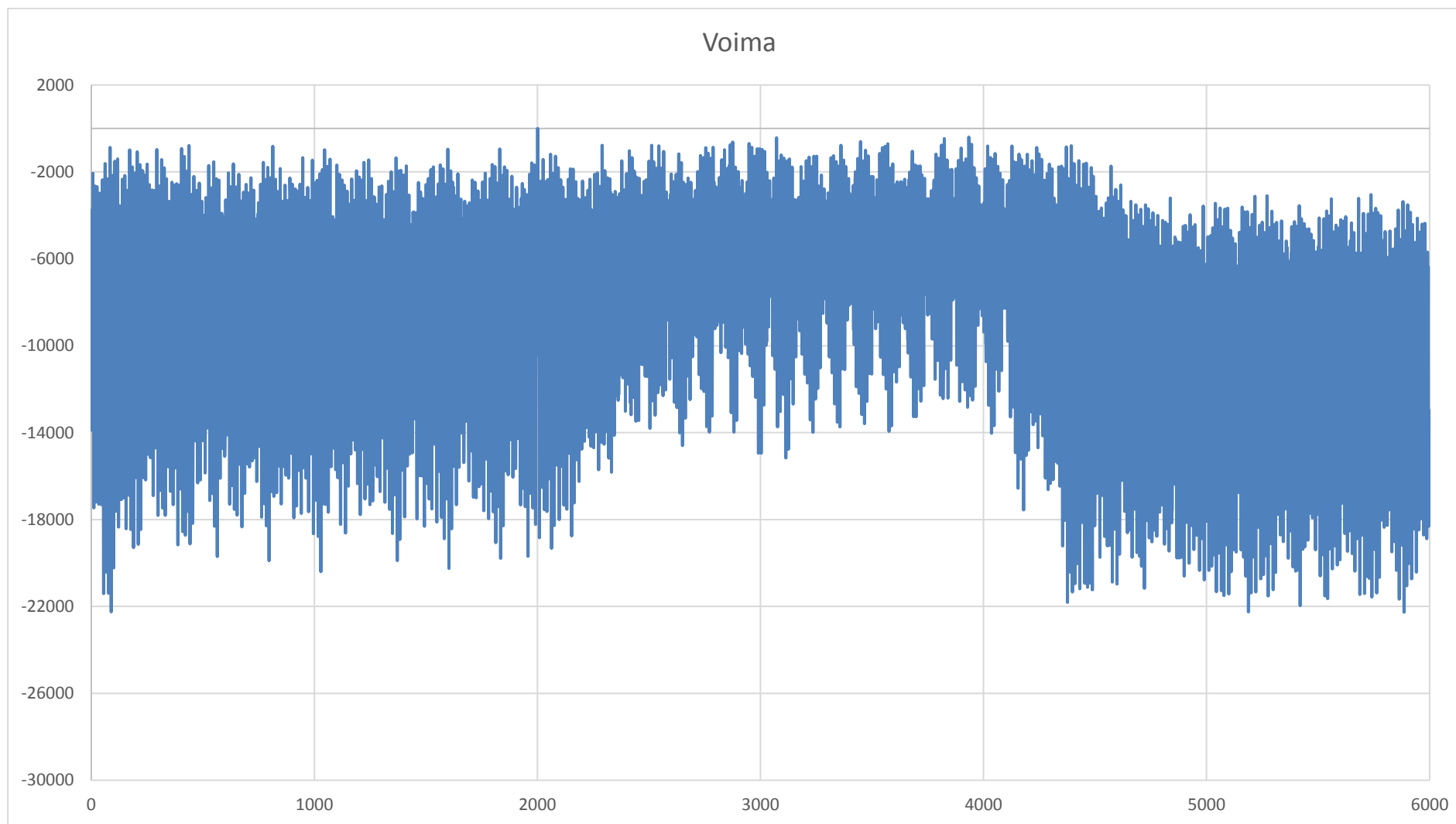
Kuvio 98 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Voima osa 1



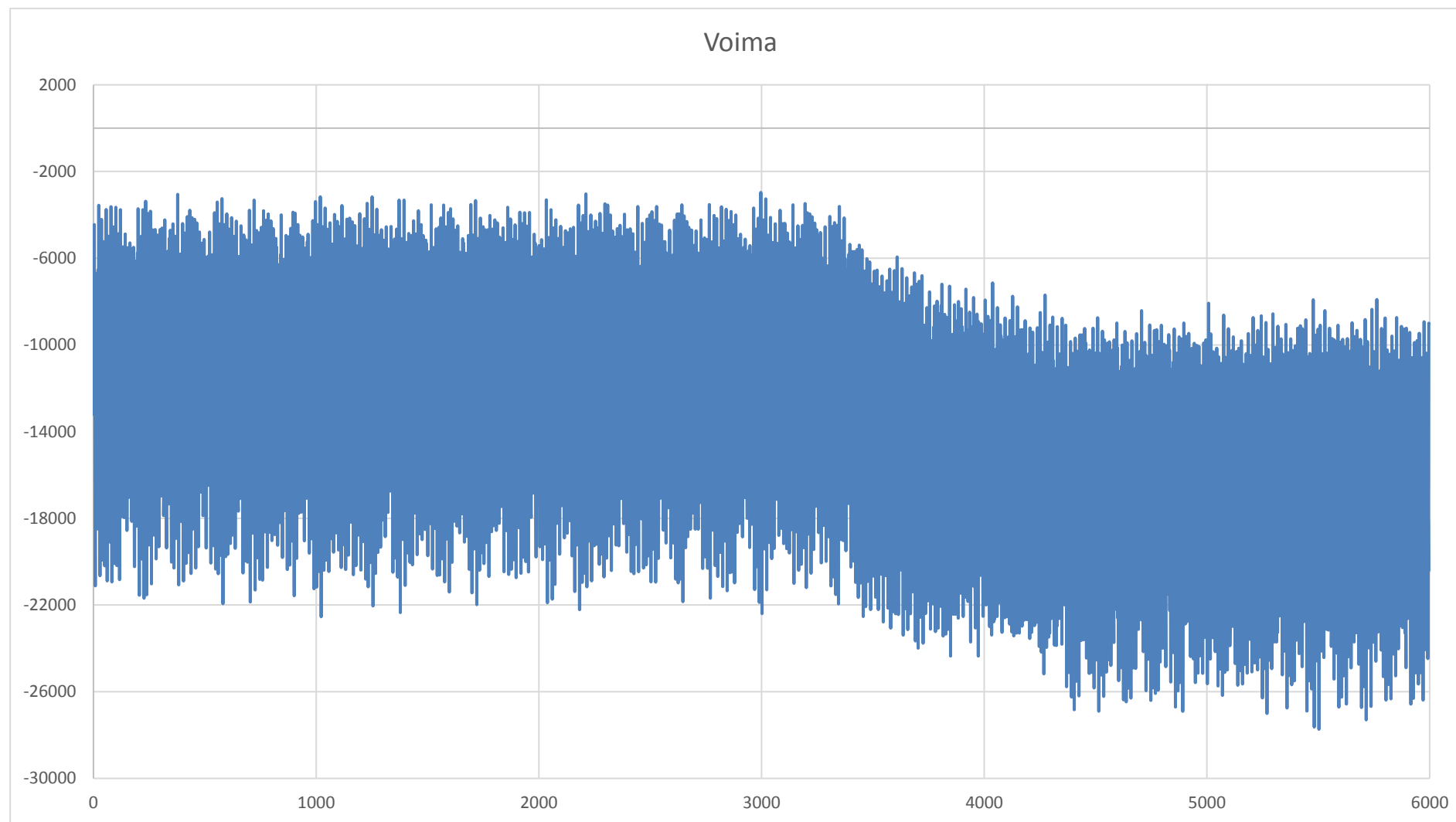
Kuvio 99 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Voima osa 2



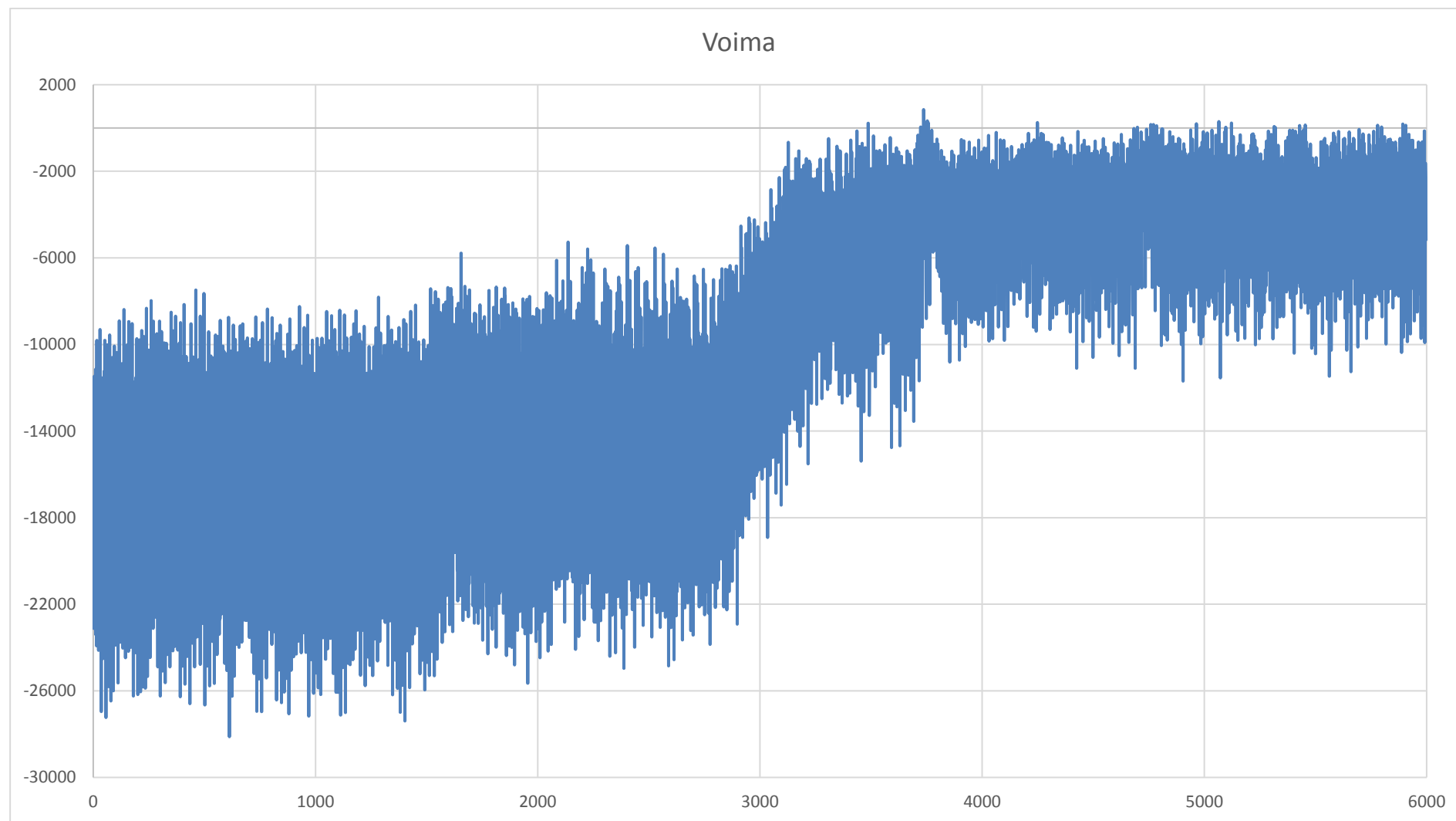
Kuvio 100 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Voima osa 3



Kuvio 101 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Voima osa 4



Kuvio 102 Tallennus USB-muistitikulle piste-kaavio viivoilla Voima osa 5



Kuvio 103 Tallennus USB-muistitikulle pistekaavio viivoilla Voima osa 6