



AMMATTIKORKEAKOULUN TUU- LIVOIMALOIDEN HUOLTO- JA KUNNOSSAPITOSUUNNITELMAT

Jari Aalto

Opinnäytetyö
Toukokuu 2012
Sähkötekniikka
Sähkövoimatekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikka
Sähkövoimatekniikka

JARI AALTO

Ammattikorkeakoulun tuulivoimaloiden huolto- ja kunnossapitosuunnitelmat

Opinnäytetyö 69 sivua, joista liitteitä 18 sivua
Toukokuu 2012

Energiantarve kasvaa nopeasti niin Suomessa kuin ulkomaillakin. Ilmaston lämpenemisen ehkäisemiseksi fossiilisten polttoaineiden avulla tuotettua energiaa pyritään vähentämään. Tämän vuoksi pyritään käyttämään yhä enemmän uusiutuvia energian lähteitä, minkä vuoksi tuulivoiman suosio on kasvanut nopeasti erityisesti 2000-luvulla. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä Tampereen ammattikorkeakoulun kampusalueella sijaitseville tuulivoimaloille huolto- ja kunnossapitosuunnitelmat.

Tässä työssä keskitytään varsinaisten huolto- ja kunnossapitosuunnitelmien lisäksi myös sähkölaitteistojen huoltoon ja kunnossapitoon liittyviin lakeihin, kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksiin, valtioneuvoston asetuksiin sekä standardeihin. Edellä mainittujen lisäksi on otettu huomioon myös sähkötyöturvallisuus- ja työturvallisuusnäkökohdat, jotka ovat erittäin tärkeitä tehtäessä huolto- ja kunnossapitotöitä.

Työn tuloksena saatiin ohjekirjamainen huolto- ja kunnossapitosuunnitelma, jota voi suositella luettavaksi kaikille tuulivoimaloiden kanssa töitä tekeville.

Asiasanat: tuulivoimala, huolto, kunnossapito, suunnitelma

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree programme in Electrical Engineering
Option of Electrical Power Engineering

JARI AALTO

University of Applied Sciences Wind Turbines Service and maintenance plans

Bachelor's thesis 69 pages, appendices 18 pages

May 2012

Demand for energy is growing both in Finland and abroad. To prevent global warming from fossil fuels produced energy needs to be reduced. That is why today we try to use more and more renewable energy, which result the popularity of wind power has grown rapidly. The purpose of this thesis was to create service and maintenance plans for two wind turbines which are located at Tampere University of Applied Sciences campus.

This thesis focuses actual service and maintenance plans, but also electrical equipment service and maintenance related laws, ministry of trade and industry decisions, government regulations and standards. Besides the above mentioned in this thesis also take account on electrical work safety and work safety, which are very important when performing service and maintenance work.

The result was manual-like service and maintenance plans, which can be highly recommended for reading for all who work with wind turbines.

Key words: wind turbine, service, maintenance, plan

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO YLEISTÄ	7
2.1	Huolto	7
2.1.1	Huollettavuus	7
2.1.2	Määräaikaishuolto	7
2.1.3	Huoltoseisokki	7
2.2	Kunnossapito	8
2.2.1	Kunnossapitolajit	9
2.2.2	Kunnossapitokäytännöt	9
3	LAITTEISTO	11
3.1	Vaaka-akselinen tuulivoimala.....	11
3.2	Pystyakselinen tuulivoimala	11
4	SÄHKÖTURVALLISUUSLAKI	12
5	SÄHKÖLAITTEISTOJEN- JA LAITTEIDEN TURVALLISUUS	13
5.1	KTMn päätös sähkölaitteistojen turvallisuudesta 17.12.1999/1193	14
5.2	KTMn päätös sähkölaitteiden turvallisuudesta 30.12.1993/1694.....	14
5.3	KTMn päätös sähköalan töistä 5.7.1996/516.....	15
5.4	KTMn päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 5.7.1996/517	15
5.5	Sähkölaitteistojen- ja laitteiden käyttöönotto	17
5.6	Mikrogeneraattorin liittäminen sähköverkkoon.....	19
6	VALTIONEUVOSTON ASETUS KONEIDEN TURVALLISUUDESTA 12.6.2008/400	21
7	OPASTUS	25
8	TYÖSKENTELYKÄYTÄNNÖT	26
8.1	Työskentely jännitteettömänä	26
8.2	Työskentely jännitteellisenä	27
9	TAKUU	30
9.1	Tuulivoimaloiden toimitussopimukset	30
9.2	Tuulivoimaloiden takuu	31
10	PYSTYAKSELISEN TUULIVOIMALAN HUOLTO- JA KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA	33
10.1	Ohjeet pystyakselisen tuulivoimalan laakereiden rasvaukseen.....	35
10.2	Ohjeet pystyakselisen tuulivoimalan laakereiden vaihtoon	35
11	VAAKA-AKSELISEN TUULIVOIMALAN HUOLTO- JA KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA	40
11.1	Pulttien ja muttereiden kiristykset	40
11.2	Laakereiden rasvaaminen.....	45

11.3 Kääntyvien lapakulmien toimivuuden tarkistaminen.....	46
11.4 Harjasten tarkistus	47
12 LOPPUPÄÄTELMÄT	49
LÄHTEET.....	50
LIITTEET.....	52
Liite 1. Pysty akselisen tuulivoimalan piirikaaviot (Cypress Wind Turbines Oy).....	52
Liite 2. Pysty akselisen tuulivoimalan huolto- ja kunnossapitopäiväkirja	58
Liite 3. Vaaka- akselisen tuulivoimalan piirikaaviot.....	59
Liite 4. Vaaka- akselisen tuulivoimalan huolto- ja kunnossapitopäiväkirja	69

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty Opi enempi-hankkeen tuulivoimaloille. Tampereen ammattikorkeakoulun Opi enempi-hanke on syksyllä 2009 alkanut Pirkanmaan liiton hallinnoima ja Euroopan unionin aluekehitysrahaston (EAKR) tukema investointihanke. Opi enempi-hankkeen päätavoitteena on rakentaa uusi oppimisympäristö TAMKiin, jossa hyödynnetään uusinta energia- ja ympäristötekniikkaa. Uuden oppimisympäristön avulla on tarkoitus kouluttaa tekniikan koulutusohjelmissa opiskelevista opiskelijoista ammattilaisia tulevaisuuden työmarkkinoiden muuttuviin tarpeisiin. Tavoitteisiin kuuluu myös ympäristötekniikan ja uusiutuvien energiamuotojen avulla saavuttaa mahdollisimman vähän päästöjä tuottava ympäristö.

Oppimisympäristön laitteisiin kuuluu:

- maalämpöjärjestelmä
- kaksi erilaista tuulivoimalaa sähkön tuotantoon
- kaksi aurinkopaneelijärjestelmää ja näiden kaikkien monitorointi- ja seurantajärjestelmät

TAMKin I-talon uudistetuissa tiloissa on lisäksi käytössä

- Suomen ensimmäiset julkiset sisäkuivakäymälät
- vähävetiset ja alipainekäymälät
- harmaiden vesien käsittelyjärjestelmän demonstraatio

2 HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO YLEISTÄ

2.1 Huolto

Huolto kuuluu jaksotetun kunnossapidon piiriin. Huollolla tarkoitetaan laitteelle tai laitteistolle tietyin määräajoin tehtäviä huoltotoimenpiteitä esimerkiksi kohteen tarkastamisen, säätämisen, puhdistamisen, rasvaamisen, öljynvaihdon suodattimen vaihdon ja muut vastaavat toimenpiteet (PSK 6201).

2.1.1 Huollettavuus

Huollettavuudella tarkoitetaan laitteen huoltotoimenpiteiden suorittamisen helppoutta. PSK 6201 – standardin mukaan toimenpiteisiin kuuluu esimerkiksi pysäytystarve, huoltokohteiden sijainti, rakenteiden tai suojalaitteiden poistotarve, puhtaanapidettävyyden helppous, osavaliokeman suuruus, osien ja materiaalien yleinen saatavuus, huoltotoimenpiteiden turvallisuus ja niiden ajallinen kesto.

2.1.2 Määräaikaishuolto

Määräaikaishuollolla tarkoitetaan huolto- ja kunnossapito-ohjelman mukaista tietyin määräväleihin tehtäviä huoltotoimenpiteitä. Määräaikaishuolto voidaan myös rinnastaa kauppa- ja teollisuusministeriön päätökseen sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 5.7.1996/517. Usein laitteiden takuuehdoissa on myös määrätty, että laitteelle on tehty huoltodokumentaatiossa mukaiset määräaikaishuollot.

2.1.3 Huoltoseisokki

Huoltoseisokilla tarkoitetaan tilaa, jolloin laitteen tuotanto on pysäytetty vaadittavien huoltotoimenpiteiden vuoksi. Joissakin tuotantolaitoksissa huoltoseisokki pidetään keran vuodessa ja sen aikana tehdään laitteistoille tarvittavat huollot. Huoltoseisokit ovat

suunniteltu etukäteen, jotta tuotannon keskeytymisestä johtuvat kustannukset voidaan minimoida.

2.2 Kunnossapito

PSK 6201-standardi määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

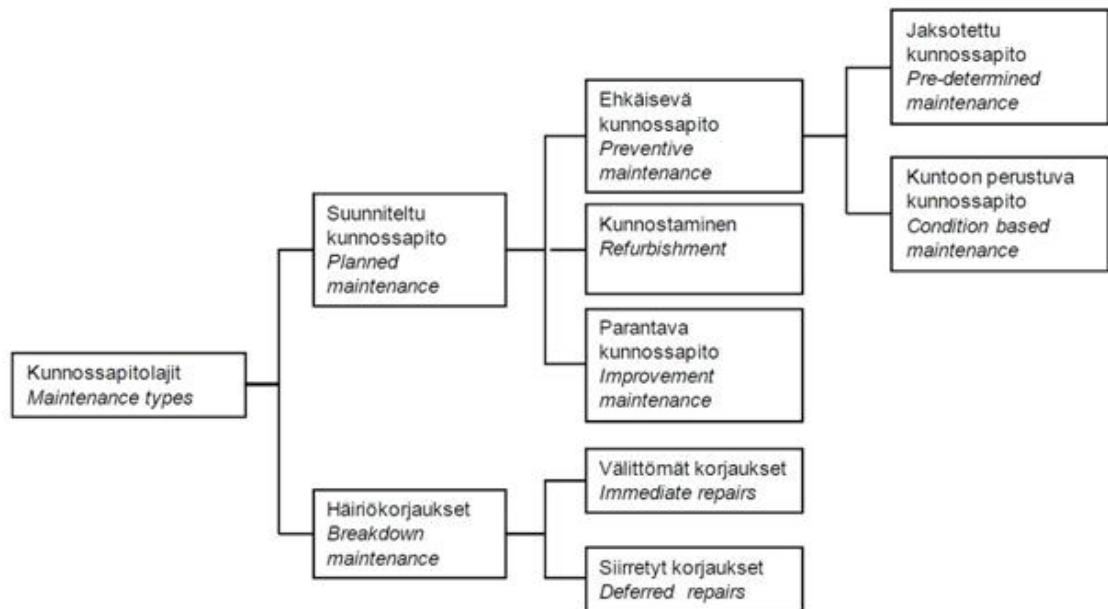
Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana. (PSK 6201, 2)

Kunnossapidon tärkeimmät tavoitteet ovat tuotteen elinkaaren pidentäminen, tuotannon kokonaistehokkuuden parantaminen, käyttövarmuuden ylläpito sekä laitteen turvallisuuden varmistaminen.

Kunnossapitosuunnitelmalla tarkoitetaan suunnitelmaa, joka sisältää koneen tai laitteen kunnossapidon ja häiriökorjaukset. Kunnossapitosuunnitelmat tehdään yleensä koneen tai laitteen hankinnan yhteydessä. Koneasetuksen (valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta (400/2008, 29.12.2009 alkaen)) mukaan koneen markkinoille saattajan velvollisuuksiin kuuluu toimittaa koneen turvallisuusohjeet joihin kuuluu myös kunnossapito-ohjeet suomen ja/tai ruotsin kielellä. Suunnitelma sisältää ainakin huolto-ohjeet, mutta myös usein varaosasuositukset, huoltojaksot ja – kriteerit, huoltokohteet, luokse päästävyiden sekä noudatettavat viranomaisvaatimukset

2.2.1 Kunnossapitolajit

Kuvassa 1 on esitettyä PSK 7501-standardin määritelmä eri kunnossapitolajeille.



Kuva 1 Kunnossapitolajit (PSK 7501-standardi, 32)

Suunniteltu kunnossapito tehdään kunnossapito-ohjelman mukaisesti. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu tietyin määräajan välein tehtävistä kunnossapitotyöistä sekä kunnonvalvonta. Kunnostamisella tarkoitetaan laitteen kunnostamista tai toimintakunnon palauttamista. Parantava kunnossapito tarkoittaa laitteen rakenteen tai toiminnan muuttamista toimintavarmuuden, kunnossapidettävyyden ja turvallisuuden parantamiseksi. Suunniteltuun kunnossapitoon kuuluu kaikki ne kunnossapitotyöt, jotka voidaan etukäteen suunnitella, kun taas häiriökorjauksilla tarkoitetaan kunnossapitotyöitä joilla korjataan odotettavissa olevia vikoja, joiden esiintymisajankohtaa ei voida tietää etukäteen.

2.2.2 Kunnossapitokäytännöt

Standardin SFS 6002:2005 mukaan sähkölaitteiston kunnossapitotyöitä on kahden tyyppiä:

- työ, jossa on sähköiskun, oikosulun tai valokaaren vaara, ja johon on sovellettava sopivaa työmenetelmää
- työ, jossa laitteen rakenne tekee mahdolliseksi määrätyn kunnossapidon tekemisen. Tällaisia töitä on esimerkiksi sulakkeiden tai lamppujen vaihto.

Kunnossapitotöihin sovelletaan jännitteettömänä työskentelyn, jännitetyön tai jännitteisten osien läheisyydessä työskentelyn vaatimuksia. Näistä vaatimuksista on kerrottuna lisää osiossa työskentelykäytännöt. Alla on esitettyinä standardin SFS 6002:2005 vaatimuksia kunnossapitotöille.

- Ennen kunnossapitotöiden aloittamista täytyy sähkölaitteiston käytöstä vastaavan henkilön hyväksyä kaikki suoritettavat kunnossapitokäytännöt.
- Kun sähkölaitteistolle suoritetaan kunnossapitotöitä, on kunnossapitotyölle nimettävä siitä vastaava henkilö sekä määritellä selkeästi töiden kohteena oleva laitteisto.
- Kunnossapitotöitä saa tehdä vain riittävän pätevät henkilöt.
- Jos etsitään ja rajataan vikoja jännitteisestä laitteistosta, ovat turvalliset työmenetelmät määriteltävä ennen töiden aloittamista.
- Ennen kuin jännite kytketään uudelleen laitteistoon, on sille tehtävä tarvittavat toiminnalliset kokeet, testaukset ja asetelut.
- Kaikkia sulakkeita tai lamppuja ei saa maallikko vaihtaa (esimerkiksi nimellisvirraltaan yli 25 ampeerin sulakkeita tai lamppuja, jotka eivät ole kosketussuojattuina).
- Kunnossapitotöiden keskeytyessä tilapäisesti, on työstä vastaavan henkilön tehtävä kaikki tarpeelliset toimenpiteet, joilla estetään pääsy paljaisiin jännitteisiin osiin tai sähkölaitteiston luvaton käyttö. Lisäksi sähkölaitteiston käytöstä vastaavalle henkilölle on tiedotettava jokaisesta keskeytyksestä.
- Kunnossapitotöistä vastaavan henkilön on luovutettava vastuu laitteiston käytöstä sähkölaitteiston käytöstä vastaavalle henkilölle kunnossapitotöiden loputtua. Lisäksi samalle henkilölle on ilmoitettava kunnossapitotöiden kohteena olleen sähkölaitteiston tila töiden loputtua.

3 LAITTEISTO

3.1 Vaaka-akselinen tuulivoimala

Tampereen ammattikorkeakoulun tehokkaampi tuulivoimala on kolmilapainen Sonkyo energyn valmistama ja Kodin vihreä energia Oy:n maahantuoma 3,5 kW tuuliturbiini. Sen masto on 18 m korkea ja roottorin halkaisija 3,8 m. Turbiini tuottaa sähköenergiaa tuulella 3 – 30 m/s noin 0,5–3,5 kW. Tuulivoimalan tuottama sähkö syötetään kiinteistön sähköverkkoon.

3.2 Pystyakselinen tuulivoimala

Tampereen ammattikorkeakoulun pienempi tuulivoimala on Cypress Wind Turbines Oy:n valmistama pystyakselinen CWT-301BR 650 W tuuliturbiini. Sen lapa on 3-parinen ja 4 m korkea. Kyseisellä voimalalla on tarkoitus ladata akkuja. Akkulaturin nimellisjännite on 12 V.

4 SÄHKÖTURVALLISUUSLAKI

Sätköturvallisuuslaki 14.6.1996/410

Tämän lain 4 § määrittellään, mitä ovat sähkölaite ja sähkölaitteisto. Määrittely on esitetynä alla.

Sähkölaitteella sähkön tuottamiseen, siirtoon, jakeluun tai käyttöön tarkoitettua kojetta, konetta, laitetta tai tarviketta, jolta tai jonka osalta edellytetään tiettyjä sähköteknisiä ominaisuuksia;
Sähkölaitteistolla sähkölaitteista ja mahdollisesti muista laitteista, tarvikkeista ja rakenteista koostuvaa toiminnallista kokonaisuutta. (Sätköturvallisuuslaki 14.6.1996/410)

Lain 5 § mukaan sähkölaitteet ja – laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja käytettävä niin, että:

niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa; niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä; sekä niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti. (Sätköturvallisuuslaki 14.6.1996/410)

Lain 8 § säädetään ne edellytykset, joilla sähkölaitteiden korjaus- ja huoltotöitä sekä sähkölaitteistojen rakennus-, korjaus-, huolto- ja käyttötöitä saa tehdä. Edellytykset ovat:

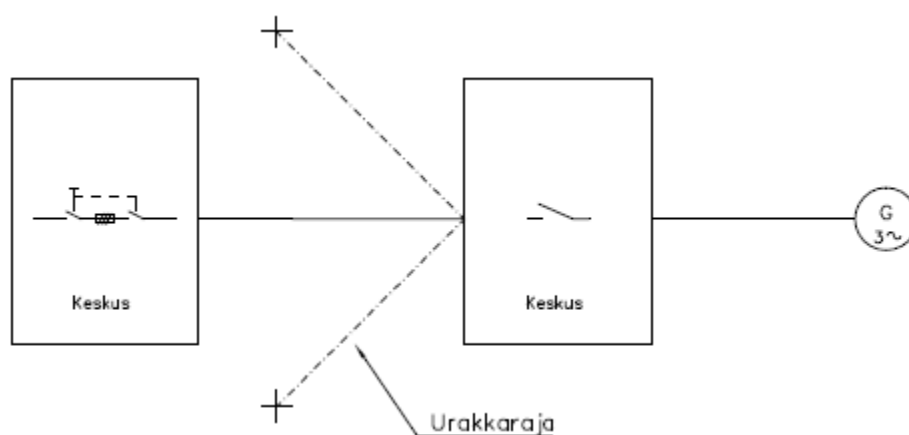
töitä johtamaan nimetään luonnollinen henkilö, jolla on riittävä kelpoisuus (töiden johtaja);
itsenäisesti töitä suorittavalla ja valvovalla luonnollisella henkilöllä on riittävä kelpoisuus tai muuten riittävä ammattitaito; sekä
käytössä on töiden tekemisen kannalta tarpeelliset tilat ja työvälineet sekä sähköturvallisuutta koskevat säännökset ja määräykset. (Sätköturvallisuuslaki 14.6.1996/410)

Lain 21 § säädetään, että ministeriö voi määrätä tietynlaisille sähkölaitteistoille huollot määrävälein ja, että säännöllistä huoltoa vaativien laitteistojen hoitoa varten on ennalta laadittava huolto- ja kunnossapito-ohjelmat.

5 SÄHKÖLAITTEISTOJEN- JA LAITTEIDEN TURVALLISUUS

Tässä osiossa käydään läpi kaikki kauppa- ja teollisuusministeriön päätökset, jotka koskevat sähkölaitteiden- ja laitteistojen huolto ja kunnossapitoa. Lisäksi käydään läpi sähkölaitteiden- ja laitteistojen käyttöönottoon liittyvät tarkastukset.

Kuvassa 2 on esitettyä tuulivoimaloiden yksinkertaistettu kaaviokuva, jossa urakkarajalla on eritelty sähkölaitteen ja sähkölaitteiston välinen ero.



Kuva 2 Havainnollistava kaaviokuva tuulivoimaloista

Sähköturvallisuuslaissa 14.6.1996/410 on eritelty sähkölaitteen ja sähkölaitteiston ero seuraavasti:

- Sähkölaitteella tarkoitetaan sähkön tuottamiseen, siirtoon, jakeluun tai käyttöön tarkoitettua kojetta, konetta, laitetta tai tarvikkeita, joilta tai jonka osalta edellytetään tiettyjä sähkötekniisiä ominaisuuksia.
- Sähkölaitteistolla tarkoitetaan sähkölaitteista ja mahdollisesti muista laitteista, tarvikkeista ja rakenteista koostuvaa toiminnallista kokonaisuutta. (Sähköturvallisuuslaki 14.6.1996/410)

Yllä mainitun erittelyn perusteella urakkarajan oikealla puolella on sähkölaite ja vasemmalla puolella sähkölaitteisto. Sähkölaitteeseen ja sähkölaitteistoihin sovelletaan eri asetuksia, päätöksiä ja standardeja.

5.1 KTMn päätös sähkölaitteistojen turvallisuudesta 17.12.1999/1193

Päätöksen mukaan olennaisia turvallisuusvaatimuksia ovat:

- Sähkölaitteisto on varustettava sen käyttöä ja hoitoa varten tarpeellisilla merkinnoilla ja varoituskilvillä.
- Suojalaitteet, johdot ja johtimet on ryhmiteltävä selkeästi ja tarvittaessa merkittävä siten, että virtapiirit voidaan tunnistaa.
- Sähkölaitteistosta on laadittava sen rakentamista, käyttöä ja hoitoa varten tarvittavat kaaviot ja ohjeet.
- Sähkölaitteiston rakenteen on oltava sellainen, että kaikki ennakoitavissa olevat sähkölaitteiston tarkastus-, testaus-, huolto- tai korjaustoimenpiteet voidaan tehdä turvallisesti ja tarkoituksenmukaisesti.
- Sähkölaitteistossa on oltava riittävästi erotuslaitteita siten, että virtapiirit tai yksittäiset laitteet voidaan erottaa verkosta huoltoon, testausta, vian etsintää tai korjauksia varten.
- Jos vaaran esiintyessä on tarpeen katkaista sähkön syöttö välittömästi, katkaistava laite tai sitä ohjaava laite on asennettava siten, että se on helposti havaittavissa ja tehokkaasti sekä nopeasti käytettävissä.

5.2 KTMn päätös sähkölaitteiden turvallisuudesta 30.12.1993/1694

Päätöstä sovelletaan nimellisjännitteeltään 50–1000 VAC ja 75–1500 VDC toimiviin sähkölaitteisiin. Päätös ei koske muun muassa lääketieteellisiin tarkoituksiin tarkoitettuja sähkölaitteita, hissejä, sähköenergiamittareihin, laivoja, lentokoneita eikä rautateille tarkoitettuja sähkölaitteita. Päätös ei myöskään koske tavanomaisia kotitalouskäyttöön asennettuja pistotulppia, pistorasioita tai vastaavia.

Päätöksen mukaan olennaisia turvallisuusvaatimuksia ovat:

- Sähkölaitte on suunniteltava ja valmistettava niin, ettei se oikein asennettuna, huollettuna ja käytettynä aiheuta vaaraa ihmisille, kotieläimille tai omaisuudelle.
- Sähkölaitteeseen tai sen mukana tulevaan käyttöohjeeseen on merkittävä olennaiset seikat, joiden avulla sähkölaitetta voidaan käyttää turvallisesti niissä käyttötarkoituksissa, joita varten se on tehty.
- Sähkölaitte on valmistettava siten, että se voidaan turvallisesti koota ja liittää sähköverkkoon.
- Sähkölaitteen turvallisuus on varmistettava teknisillä toimenpiteillä siten, että ihmiset ja kotieläimet ovat suojattuja ruumiinvammalta tai muulta vahingolta, jonka voisi aiheuttaa suora tai välillinen sähköisku.
- Sähkölaitteen turvallisuus on varmistettava siten, ettei se aiheuta vaarallisia lämpötiloja, valokaaria tai säteilyä.

- Sähkölaitteen eristys on oltava sopiva ennalta arvioitavissa olosuhteissa.
- Sähkölaitteen on kestävä ennakoitavissa olevat mekaaniset rasitukset siten, ettei ihmisille, kotieläimille tai omaisuudelle aiheudu vaaraa.
- Sähkölaitteen on kestävä ennakoitavissa olevissa ympäristöolosuhteissa syntyvät muut kuin mekaaniset rasitukset siten, ettei siitä aiheudu vaaraa.
- Sähkölaitteen ennalta arvioitavissa oleva ylikuormittuminen ei saa aiheuttaa vaaraa ihmisille, kotieläimille tai omaisuudelle.

5.3 KTMn päätös sähköalan töistä 5.7.1996/516

Päätöksen 1 § on säädetty mikä on sähkötyötä, mikä ei ole sähkötyötä ja mitä on käyttötyö (KTMp 5.7.1996/516).

- Sähkötyöllä tarkoitetaan sähkölaitteen korjaus- ja huoltotöitä sekä sähkölaitteiston rakennus-, korjaus- ja huoltotöitä.
- Sähkötyöksi ei katsota sähkölaitteen ja – laitteiston purkutyötä, jos laite tai laitteisto on tehty luotettavasti ja asianmukaisesti jännitteettömäksi.
- Käyttötyöllä tarkoitetaan sähkölaitteiston käyttötoimenpiteitä, niihin verrattavia korjaus- ja huoltotöitä sekä sähkölaitteistoon kohdistuvia tarkastustoimenpiteitä.

5.4 KTMn päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 5.7.1996/517

Tämän päätöksen 2 § säädetään sähkölaitteistoluokat. Tämä päätös koskee sähkölaitteiston tarkastuksia, huoltoa ja kunnossapitoa. Päätös ei koske televerkkojen, hissien, ilma-alusten eikä maa- ja vesikulkuneuvojen sähkölaitteistoja.

Luokan 1 sähkölaitteisto:

- sähkölaitteistoa asuinrakennuksessa, jossa on enemmän kuin kaksi asunhuoneistoa;
- muuta kuin asuinrakennuksen sähkölaitteistoa, jonka suojalaitteena toimivan ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 ampeeria ja joka ei kuulu luokkiin 2 tai 3;
- sähkölaitteistoa räjähdysvaarallisessa tilassa, jossa vaarallisen kemikaalin valmistus, käsittely tai varastointi vaatii ilmoitusta.

Luokan 2 sähkölaitteisto:

- lääkintätilojen sähkölaitteistoa sellaisessa sairaalassa, terveyskeskuksessa tai yksityisellä lääkäriasemalla, jossa ei tehdä yleisanestesiaa tai laajapuudutusta edellyttäviä kirurgisia toimenpiteitä;
- sähkölaitteistoa, johon kuuluu yli 1000 voltin nimellisjännitteisiä osia, lukuun ottamatta sellaista sähkölaitteistoa, johon kuuluu vain enintään 1000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1000 voltin sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteistoja;
- sähkölaitteistoa, jonka liittymisteho, jolla tarkoitetaan sähkölaitteiston haltijan kiinteistölle tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle rakennettujen liittymien liittymistehojen summaa, on yli 1600 kilovolttiampeeria.

Luokan 3 sähkölaitteisto:

- sähkölaitteistoa räjähdysvaarallisessa tilassa, jossa vaarallisen kemikaalin valmistus, käsittely tai varastointi taikka räjähteen valmistus vaatii lupaa;
- lääkintätilojen sähkölaitteistoa sellaisessa sairaalassa tai terveyskeskuksessa taikka sellaisella yksityisellä lääkäriasemalla, jossa tehdään yleisanestesiaa tai laajapuudutusta edellyttäviä kirurgisia toimenpiteitä;
- verkonhaltijan jakelu-, siirto- ja muuta vastaavaa sähköverkkoa.

Päätöksen 10 § säädetään, että ”sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava siitä, että laitteen kuntoa ja turvallisuutta tarkkaillaan ja että havaitut puutteet ja viat poistetaan riittävän nopeasti.” (KTMp 5.7.1996/517)

Päätöksen 11 § mukaan ”luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistolle on laadittava ennalta sähköturvallisuuden ylläpitävä kunnossapito-ohjelma. Muiden sähkölaitteistojen osalta ohjelma voidaan korvata laitteiden ja laitteistojen käyttö- ja huolto-ohjeilla.” (KTMp 5.7.1996/517)

Päätöksen 12 § mukaan käytössä olevalle sähkölaitteistolle on tehtävä määräaikaistarkastus seuraavasti:

- luokan 1 sähkölaitteistolle asuinrakennuksia lukuun ottamatta viidentoista vuoden välein, mikäli kuitenkin asuinrakennuksen osana on liiketiloja tai muita pääasiassa muuta käyttöä kuin asumista palvelevia tiloja, joiden suojalaitteena toimivan ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 ampeeria, on näiden tilojen sähkölaitteistolle tehtävä määräaikaistarkastus viidentoista vuoden välein;

- luokan 2 sähkölaitteistolle kymmenen vuoden välein; sekä
- luokan 3 sähkölaitteistolle viiden vuoden välein.

Päätöksen 13 § mukaan määräaikaistarkastuksissa tulee varmistua siitä, että:

- sähkölaitteiston käyttö on turvallista ja laitteistolle on tehty huolto- ja kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet;
- sähkölaitteiston käyttöön ja hoitoon tarvittavat välineet, piirustukset, kaaviot ja ohjeet ovat käytettävissä ja
- sähkölaitteiston laajennus- ja muutostöistä on asianmukaiset tarkastuspöytäkirjat.

Päätöksen 14 § mukaan ”määräaikaistarkastuksen voi tehdä valtuutettu laitos. Muille kuin luokan 3 alakohdassa a tarkoitetuille sähkölaitteistolle määräaikaistarkastuksen voi tehdä myös valtuutettu tarkastaja.” (KTMp 5.7.1996/517)

Päätöksen 15 § mukaan ”määräaikaistarkastuksesta on laadittava haltijan käyttöön tarkastuspöytäkirja, jossa on yksilöitävä tarkastusta koskevat tiedot ja havaitut sähköturvallisuuden liittyvät puutteet. Tarkastuksen tekijän on allekirjoitettava tarkastuspöytäkirja.” (KTMp 5.7.1996/517)

5.5 Sähkölaitteistojen- ja laitteiden käyttöönotto

Ennen sähkölaitteiston tai sähkölaitteen käyttöönottoa on niille tehtävä tarvittavat tarkastukset, joilla varmistetaan, että ne täyttävät niille määräytyt vaatimukset. Sähkölaitteelle on tehtävä standardin SFS-EN 60204–1:2006 luvun 18 mukainen todentaminen. Sähkölaitteistolle on tehtävä standardin SFS 6000:2007 luvun 61 mukainen käyttöönottotarkastus.

Standardin SFS-EN 60204–1:2006 mukaan koneen ja koneen sähkölaitteiston todentamisessa on aina tehtävä seuraavat toimenpiteet:

- todennettava, että kone vastaa teknistä dokumentaatiota,
- Kun kosketusjännitesuojaus toteutetaan syötön automaattisella poiskytkennällä, sille asetetut ehdot on todennettava erikseen määritetyillä testeillä,

- lisäksi on tehtävä kaikki tarvittavat toiminnalliset testit. (SFS-EN 60204–1:2006, 158)

Standardin mukaan todentamisessa voi olla myös yksi tai useampi seuraavista toimenpiteistä:

- eristysresistanssimittaus,
- jännitekoe,
- suojaus jäännösjännitteeltä. (SFS-EN 60204–1:2006, 158)

Todentaminen on yleensä laitetoimittajan vastuulla. Kaikki todentamiseen tarvittavat testit on tehtävä IEC-standardin mukaisilla mittalaitteilla. (SFS-EN 60204–1:2006, 158)

Standardissa SFS 6000:2007 luvussa 61 esitetään vaatimukset sähkölaitteistojen käyttöönottotarkastuksille. Luvun 61 mukaan tehtyjen käyttöönottotarkastuksien avulla täytetään olennaiset kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen 17.12.1999/1193 mukaiset sähkölaitteistojen turvallisuusvaatimukset. Käyttöönottotarkastuksia saa tehdä vai sähköalan ammattihenkilö, jolla on riittävä pätevyys tarkastuksien tekemiseen. (SFS 6000:2007, 353–355)

Käyttöönottotarkastuksissa tulee ensimmäiseksi suorittaa aistinvarainen tarkistus ennen testauksia koko asennuksen ollessa jännitteetön. Aistinvaraisessa tarkistuksessa on todettava ainakin seuraavat kohdat:

- sähköiskulta suojaukseen käytetyt menetelmät,
- palosuojuksien käyttö sekä palon leviämisen estämiseksi ja lämpövaikutuksilta suojaamiseksi tehdyt toimenpiteet,
- johtimien valinta kuormitettavuuden, sallitun jännitteenaleneman ja häiriösuojauksen kannalta,
- suoja- ja valvontalaitteiden valinta ja asettelu,
- erotus- ja kytkentälaitteiden valinta ja oikea sijoitus,
- sähkölaitteiden ja suojausmenetelmien valinta ulkoisten tekijöiden vaikutuksen mukaan,
- nolla- ja suojajohtimien tunnuksat,
- yksivaiheisten kytkinlaitteiden kytkentä äärijohtimiin,
- piirustusten, varoituskilpien tai vastaavien tietojen olemassaolo,
- virtapiirien, varokkeiden, kytkimien, liittimien ynnä muun sellaisten tunnistettavuus,
- johtimien liitosten yhteensopivuus,

- suojajohtimien, mukaan luettuna suojaavien potentiaalitasausjohtimien ja lisäpotentiaalitasausjohtimien olemassa olo ja sopivuus,
- sähkölaitteiston käytön, tunnistamisen ja huollon vaatima tila.

Aistinvaraisen tarkistuksen jälkeen sähkölaitteiston toimivuus tulee tarkastaa seuraavilla testeillä, mikäli ne liittyvät tarkastettavaan työsuoritukseen:

- suojajohtimien jatkuvuus,
- sähköasennuksen eristysresistanssi,
- SELV- ja PELV-piirien tai sähköisesti erotettujen piirien erotus,
- lattia- ja seinäpintojen resistanssi,
- syötön automaattisen poiskytkennän toimivuus,
- lisäsuojaus,
- napaisuustesti,
- kiertosuunnan mittaaminen,
- toiminta- ja käyttötestit.

Käyttöönottotarkastuksesta on tehtävä käyttöönottotarkastuspöytäkirja. Käyttöönottotarkastuspöytäkirjan on sisällettävä asennuksen yksityiskohtaisen määrittelyn sekä tulokset aistinvaraisesta tarkistuksesta sekä testauksista.

5.6 Mikrogeneraattorin liittäminen sähköverkkoon

Standardissa SFS-EN 50438:2008 määritellään tekniset vaatimukset kiinteästi asennettujen mikrogeneraattoreiden liittämiseksi ja käytölle sekä niiden suojaukselle, kun niitä käytetään rinnan yleisen pienjänniteverkon kanssa. Mikrogeneraattorilla tarkoitetaan laitetta, jonka vaihevirta on enintään 16 A yksi- tai useampivaiheisessa 230/400 V verkossa. Standardin soveltamisalueeseen ei kuulu sellaiset generaattorit joita ei koskaan liitetä yleiseen sähköverkkoon, joten tämä standardi ei koske pystyakselista tuulivoimaa. (SFS-EN 50438:2008, 8)

Kyseisen standardin tarkoitus on varmistaa, että mikrogeneraattori täyttää seuraavat välttämättömät käyttöehdot:

- jakeluverkkoyhtiön pienjänniteverkon suojausta koskevat vaatimukset
- tarvittavan tiedotuksen mikrogeneraattorin käyttökohteen alueella työskenteleville sähköasentajille

- verkkoon syötetyn sähkön laadun. (SFS-EN 50438:2008, 8)

Yhden mikrogenaattorin liittamisestä verkkoon tarvitsee ilmoittaa sähköverkkoyhtiölle joko ennalta tai käyttöönoton yhteydessä. Useamman kuin yhden generaattorin liittamiselle sähköverkkoon tarvitsee sähköverkkoyhtiöltä luvan, jota täytyy anoa erikseen kirjallisesti. (SFS-EN 50438:2008, 26)

Mikrogenaattorin arvokilvessä on oltava seuraavat tiedot:

- valmistajan nimi tai tavaramerkki
- tyyppimerkintä tai valmistenumero tai jokin muu merkintä, jonka avulla on mahdollista saada laitteen tuotetiedot
- valmistajalta
- mitoitusteho
- nimellisjännite
- nimellistaajuus
- vaiheiden lukumäärä
- tehokerroin. (SFS-EN 50438:2008, 22–24)

Mikrogenaattorin valmistajan on toimitettava laitteen huoltotoimenpiteitä koskevan aikataulun sekä ohjeet. Oikeiden huoltotoimenpiteiden, käyttämisen sekä käytön aikaisen testauksen suorittaa käyttäjä. Huollon- ja kunnossapidon sekä käytön aikaisen testauksen saa suorittaa vain riittävät pätevyyden omaava sähköalan ammattilainen.

6 VALTIONEUVOSTON ASETUS KONEIDEN TURVALLISUUDESTA

12.6.2008/400

Asetuksen 12.6.2008/400 mukaan valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan velvoitteet ennen koneen markkinoille saattamista tai käyttöönottoa ovat esitettyinä kohdissa 1-6.

1) Varmistettava, että kone täyttää sitä koskevat olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset.

Kone on suunniteltava ja rakennettava tarkoituksenmukaisesti sekä sen käyttöohjeet laadittava, niin että sitä voidaan käyttää, säätää ja huoltaa henkilöitä vaarantamatta. Lisäksi on otettava huomioon ennakoitavissa oleva väärinkäyttö. Koneen suunnittelu- ja rakennusvaiheessa on huomioitava, ettei konetta voida käyttää epätavallisesti jos siitä voi aiheutua riskejä. Koneen käyttöohjeissa on oltava maininta, jos konetta on mahdollista käyttää tahattomasti väärin ja miten konetta ei saisi käyttää. Lisäksi suunnittelu- ja rakennusvaiheessa on otettava huomioon henkilösuojaimien välttämättömästä tai ennakoitavissa olevasta käytöstä johtuvat käyttäjää rajoittavat tekijät. Koneen mukana on myös toimitettava kaikki koneen säätämiseen, huoltamiseen sekä turvalliseen käyttöön välttämättömät erikoislaitteet ja -varusteet.

Terveys- ja turvallisuusvaatimusten tarkoituksena on, että kone on turvallinen käyttää koko sen ennakoitavissa olevan käyttöajan, ja että riskit poistetaan myös kuljetus-, koonpano-, purkamis-, käytöstäpoisto- ja romuttamisvaiheet huomioiden.

Koneen valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan on asetuksen mukaan noudatettava seuraavia periaatteita alla olevassa järjestyksessä:

1) poistettava tai pienennettävä koneen turvallisella suunnittelulla ja rakenteella mahdollisimman paljon riskejä;

2) toteutettava tarvittavat suojaustoimenpiteet sellaisten riskien osalta, joita ei voida poistaa;

3) jäännösriskeistä on tiedotettava koneen käyttäjälle, jotka johtuvat toteutettujen suojaustoimenpiteiden vajavaisuuksista. Lisäksi koneen käyttäjää on tiedotettava mahdollisista erikoiskoulutuksesta ja tarvittavista henkilösuojaimista

2) Varmistettava, että tarvittava asetuksen liitteessä 7 osassa A eritelty koneen tekninen tiedosto on käytettävissä.

Asetuksen 12.6.2008/400 liitteen 7 osan A:n mukaan tiedostossa on oltava:

- koneen yleiskuvaus,
- koneen yleispiirustus sekä siihen liittyvät ohjauspiirien piirustukset. Lisäksi asianmukaiset kuvaukset ja selitykset koneen toiminnan ymmärtämiseksi,
- täydelliset yksityiskohtaiset piirustukset laskelmineen, testaustuloksineen, todistuksineen ja muine tietoineen, joita tarvitaan tarkastettaessa, onko kone olennaisen terveys- ja turvallisuusvaatimusten mukainen,
- riskin arviointia koskevat asiakirjat, joista ilmenee noudatettu menettely, mukaan lukien luettelo olennaisista terveys- ja turvallisuusvaatimuksista, jotka koskevat konetta sekä niiden suojaustoimenpiteiden kuvaus, jotka on toteutettu tunnistettujen vaarojen poistamiseksi tai riskien pienentämiseksi ja tarvittaessa maininta koneeseen liittyvistä jäännösriskeistä,
- käytetyt standardit ja muut tekniset eritelvät siten, että käy ilmi, mitkä olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset kyseiset standardit kattavat,
- tekniset selosteet, joista ilmenevät niiden testien tulokset, jotka on tehnyt joko valmistaja tai valmistajan taikka tämän valtuutetun edustajan valitsema laitos,
- jäljennös koneen ohjeista,
- osittain valmiin koneen osalta tarpeen mukaan liittämistä vakuutus ja osittain valmiin koneen asianmukaiset kokoonpano-ohjeet,
- tarpeen mukaan jäljennökset koneen tai muiden siihen liitettyjen tuotteiden EY-vaatimustenmukaisuusvakuutuksista,
- jäljennös EY-vaatimustenmukaisuusvakuutuksesta.

Lisäksi komponenteille, tarvikkeille tai valmiille koneelle on valmistajan tehtävä tarpeelliset tutkimukset ja testit, joilla määritetään, onko kone suunnittelunsa ja rakenteensa puolesta turvallinen käyttää ja asentaa. Tutkimusten ja testien tulokset on kuuluttava tekniseen tiedostoon.

3) Varustettava kone tarvittavilla tiedoilla, kuten ohjeilla

4) Huolehdittava asianmukaisesta vaatimustenmukaisuuden menettelystä asetuksen 7 §:n mukaisesti

Valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan on varmentaa, että kone on tämän asetuksen vaatimusten mukainen, sovellettava jotain seuraavista asetuksessa esitettyistä vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyistä.

Asetuksen liitteen 8 mukainen koneen valmistuksen sisäiseen tarkastukseen perustuva vaatimustenmukaisuuden arviointimenettely, jossa valmistaja tai tämän valtuutettu edustaja laatii edellä mainitun liitteen 7 osan A:n mukaisen teknisen tiedoston. Lisäksi valmistajan on toteutettava kaikki tarvittavat toimenpiteet, joilla varmistetaan, että koneiden valmistusmenetelmät ovat kyseisen teknisen tiedoston ja kyseisen asetuksen tai sitä vastaavan direktiivin säännösten mukaisia.

EY-tyyppitarkastus sekä koneen valmistusmenetelmän varmistus, joka toteutetaan käyttämällä erillistä ilmoitettua laitosta, joka varmistaa, että kone ja sen valmistusmenetelmät täyttää asetuksen tai sitä vastaavan direktiivin vaatimukset.

Koneen vaatimustenmukaisuuden arvioinnin täydellistä laadunvarmistusjärjestelmää käyttäen toteutetaan käyttäen erillistä ilmoitettua laitosta. Valmistajan on sovellettava suunnittelussa, valmistuksessa, lopputarkastuksessa sekä testauksessa hyväksytyä laatujärjestelmää, jonka toteutumista valvoo erillinen ilmoitettu laitos. Laatujärjestelmän hakemuksen ilmoitetulle laitokselle on sisällettävä valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan nimi ja osoite, koneiden suunnittelu-, valmistus-, tarkastus-, testaus- ja varastointipaikat, liitteen 7 osassa A esitetty tekninen tiedosto jokaisesta koneesta, joita aikoo valmistaa, laatujärjestelmää koskevat asiakirja sekä kirjallinen vakuutus, ettei samaa hakemusta ole toimitettu toiselle ilmoitetulle laitokselle. Laatujärjestelmän tarkoituksena on varmistaa, että valmistettavat koneet ovat asetuksen tai sitä vastaavan direktiivin mukaisia. Asetuksen liitteessä 10 on esitettyinä tarkemmat tiedot koskien vaatimustenmukaisuuden arvioimista täydellistä laadunvarmistusjärjestelmää käyttäen.

5) Laadittava liitteen 2 kohdan A mukainen EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus.

Asetuksen 12.6.2008/400 liitteessä 9 on esitettyä EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus. Vakuutuksen on oltava koneen mukana ja sen on sisällettävä seuraavat tiedot:

- valmistajan toiminimi ja täydellinen osoite sekä tarvittaessa tämän valtuutettu edustaja;

- sen henkilön nimi ja osoite, joka on valtuutettu kokoamaan teknisen tiedoston. Henkilön on oltava sijoittautunut yhteisöön;
- koneen kuvaus ja tunnistus, myös yleisnimike, toiminta, malli, tyyppi, sarjanumero ja kaupallinen nimi;
- nimenomainen vakuutus siitä, että kone täyttää tämän asetuksen säännökset tai sitä vastaavan direktiivin (2006/42/EY) asiaankuuluvat säännökset, ja tarvittaessa vastaavanlainen ilmoitus muiden direktiivien tai sellaisten asiaankuuluvien säännösten mukaisuudesta, joiden mukainen kone on. Näiden viitteiden tai viitetietojen on oltava samat kuin Euroopan unionin virallisessa lehdessä näihin teksteihin julkaistut;
- tarvittaessa sen ilmoitetun laitoksen nimi, osoite ja tunnistenumero, joka on tehnyt asetuksen liitteessä 9 tarkoitetun EY-tyyppitarkastuksen, sekä EY-tyyppitarkastustodistuksen numero;
- tarvittaessa sen ilmoitetun laitoksen nimi, osoite ja tunnistenumero, joka on hyväksynyt asetuksen liitteessä 10 tarkoitetun täydellisen laadunvarmistusmenettelyn;
- tarvittaessa viittaus yhdenmukaistettuihin standardeihin, joita on käytetty;
- tarvittaessa viittaus muihin käytettyihin teknisiin standardeihin ja erittelyihin;
- vaatimustenmukaisuusvakuutuksen antamisen aika ja paikka;
- sen henkilön nimi ja allekirjoitus, joka on valtuutettu laatimaan tämä vakuutus valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan puolesta.

6) Kiinnitettävä koneeseen CE-merkintä asetuksen 9 §:n mukaisesti. CE-merkin on oltava asetuksen liitteessä 3 esitetyn mallin mukainen. Merkin täytyy olla kiinnitettynä koneeseen näkyvästi. Koneessa ei saa olla muita CE-merkin kaltaisia merkkejä tai tekstejä, joita voi erehtyä pitämään CE-merkintänä. Myöskään CE-merkin näkyvyyttä, luetavuutta tai merkitystä ei saa heikentää muilla merkeillä tai teksteillä.

7 OPASTUS

Työnantaja vastaa aina työntekijän opetuksesta ja ohjauksesta (Työturvallisuuslaki (738/2002) 14 §).

Yleinen sähkötyöturvallisuuskoulutus on annettava kaikille henkilöille, jotka tekevät sähköalan töitä mukaan lukien työnjohto-, käyttö- ja asiantuntijatehtävissä toimivat henkilöt. Koulutuksen tulee sisältää vähintään keskeiset sähkötyöturvallisuussäädökset, SFS 6002:2005 standardi, sähkön aiheuttamat vaarat sekä sähköstä johtuvat tapaturmat. (SFS 6002:2005, 627)

Sähköalan töitä saa tietyin rajoituksin tehdä opastettu henkilö. Standardissa SFS 6002:2005 määritellään kaksi erityyppistä sähkötyöhön opastettua henkilöä:

- a) henkilö, joka on hankkimassa KTMP (516/1996) 11 §:n mukaista sähköalan ammattihenkilön pätevyyttä ja jolla on sähköalan koulutusta ja/tai työkokemusta, mutta joka ei kaikilta osin täytä itsenäiseen työhön kykenevän ammattihenkilön vaatimuksia
- b) henkilö, jolla ei ole sähköalan koulutusta tai työkokemusta, mutta joka on opastettu tekemään määrätty toimenpide, esim. sulakkeen vaihto tai laitevalmistukseen liittyvään testaukseen kuuluva mittaus.

Kohdan a) mukaisen opastetun henkilön koulutus ja kokemus sähköalalla pitää ottaa huomioon määrittäessä hänelle sallittuja töitä ja tarvittavaa valvontaa. Kohdan a) mukainen henkilö voi työnantajan harkinnan ja henkilön siihen asti saaman koulutuksen ja kokemuksen mukaan tehdä kaikkia sellaisia töitä, jotka on sallittu opastetulle henkilölle. Kohdan b) mukainen henkilö voi tehdä vain niitä ja niissä kohteissa, johon hänet on erityisesti opastettu. (SFS 6002:2005, 626–627)

8 TYÖSKENTELYKÄYTÄNNÖT

Huolto- ja kunnossapitotöitä voidaan tehdä jännitteettömässä tai jännitteellisissä ympäristöissä. Sähköturvallisuuden kannalta on suositeltavaa, että työt pyritään tekemään jännitteettömänä aina kun siihen on mahdollisuus. Sähköturvallisuusstandardissa SFS 6002:2005 on yksityiskohtaisesti vaatimukset molempien töiden tekemiseen. Ennen töiden aloittamista työ on suunniteltava huolellisesti. Ennen kuin työt aloitetaan tai kun työt valmistuu, on työstä tai sähkölaitteiston käytöstä vastaavan henkilön annettava täsmälliset ja yksityiskohtaiset ohjeet työtä tekeville henkilöille. Vain henkilö, joka vastaa sähkölaitteiston käytöstä saa antaa luvan työn aloittamiselle, keskeytykselle sekä lopettamiselle (SFS 6002:2005, 601).

Ilman erillistä opastusta maallikko voi tehdä pienoisjännite tai pienjännitelaitteistossa pieniä käyttötoimenpiteitä. Tällaisia toimenpiteitä ovat muun muassa keskuksen erottaminen jännitteettömäksi pääkytkimellä, käyttökytkimen ohjaus, johdonsuojakatkaisijan ja vikavirtasuojakytkimen palauttaminen toimintakuntoon, vikavirtasuojan toiminnan testaus testipainikkeella, enintään 25 A sulakkeen vaihtaminen jos se on kosketussuojattu ja oikosulusta ei aiheudu vaaraa sekä lampun vaihtaminen jos laitteet ovat kosketussuojattu. (SFS 6002:2005, 599–617)

8.1 Työskentely jännitteettömänä

SFS 6002:2005 standardissa on lueteltuna viisi tärkeää toimenpidettä, joilla varmistetaan työkohteen jännitteettömänä pysyminen. Näitä toimenpiteitä tulisi noudattaa, ellei ole välttämätöntä toimia muulla tavalla.

Täydellinen erottaminen. ”Se osa sähkölaitteistoa, jossa työ tehdään, on erotettava kaikista syötöistä. Erottaminen pitää tehdä käyttämällä ilmaväliä tai vastaavaa eristystä, jolla varmistetaan, ettei erotuskohta petä sähköisesti.” (SFS 6002:2005, 603)

Jännitteen kytkemisen estäminen. Kaikki sähkölaitteiston erottamiseen käytetyt kytkinlaitteet pitää mieluusti lukita, esim. lukolla tahattoman jännitteen kytkemisen estämiseksi. Jos ei ole mahdollista lukita kytkinlaitteita, täytyy uudelleen kytkeminen estää vastaavia vakiintuneita käytäntöjä käyttämällä. Uudelleenkytkentä pitää aina kieltää sopivilla kieltokilvillä. (SFS 6002:2005, 603)

Laitteiston jännitteettömyyden toteaminen. Jännitteettömyys on todettava aina ennen töiden aloittamista sellaisissa kohteissa, joissa on tarkoitus työskennellä jännitteettömänä. Ennen jännitteettömyyden toteamista pitää erillisten jännitteenkoettimien toiminnan toimivuudesta varmistua. Jännitteettömyys on todettava kaikista sähkölaitteen navoista työalueella tai niin lähellä työaluetta kuin on mahdollista. Jos työ keskeytetään ja työalueelta poistutaan siten, ettei työkohtetta voida valvoa itse tai työtä työryhmän toimesta, jännitteettömyys on todettava uudestaan ennen työn aloittamista. (SFS 6002:2005, 604)

Työmaadoitus. Työmaadoituksen on tarkoitus estää työkohteen tuleminen vaarallisesti jännitteiseksi erottamiseen käytetyn kytkinlaitteen, virhetoiminnan tai muista syistä laitteistoon tulleen jännitteen takia. Ennen työmaadoituksen asentamista maadoitettavan laitteiston jännitteettömyys on varmistettava. Työmaadoitusta tehdessä on varmistuttava, että sähkölaitteiston ylivirtasuojan toimiminen tai kytkinlaitteen avautuminen ei tee työmaadoitusta tehottomaksi. Jos työmaadoituksen ja työkohteen välillä on ylivirtasuojia, ne on ohikytkevä ja varmistettava kytkennän kiinni pysyminen. Lisäksi työmaadoitusta tehtäessä on aina varmistuttava työmaadoituslaitteiden, työmaadoitusvälineiden, kaapeleiden ja liittimien tarkoituksenmukaisuudesta ja siitä että ne sopivat työkohteen vika-arvoihin. (SFS 6002:2005, 604–605)

Suojaus lähellä olevilta jännitteisiltä osilta. Kun työskennellään jännitteisten osien läheisyydessä, on otettava huomioon, onko työntekijä sähköalan ammattihenkilö tai riittävästi opastettu henkilö vai onko työntekijä sähkötekniisesti katsottuna maallikko. Työn suorittajan pätevydestä riippuu suojaus lähellä olevilta jännitteisiltä osilta. Käytännössä suojaus jännitteisiltä osilta tehdään sähkölaitteiston koteloinnilla tai riittävän suurella turvavälillä jännitteisiin osiin. (SFS 6002:2005 liite Z, 641–643)

8.2 Työskentely jännitteellisenä

Aina kun mahdollista huolto- ja kunnossapitotyöt tulisi tehdä jännitteettömänä. Jos jostain syystä kuitenkin joudutaan tekemään työtä jännitteellisenä, sovelletaan työn tekemiseen standardin SFS 6002:2005 liitteen Y vaatimuksia. Alla on lueteltuna lyhyesti tärkeimmät vaatimukset ja työn suorittamisen kannalta välttämättömät näkökohdat jännitetyön tekemiseen.

Ennen jännitetyön aloittamista on poistettava palo- ja räjähdysvaara. Jos jännitetyön aikana sytty tulipalo, on vaaralliset tai vaarassa olevat sähkölaitteet tehtävä jännitteetömäksi, ellei niiden toiminta ole tulipalon sammuttamiseen välttämätöntä. Sammutuslaitteiston tai sammuttimien tulee olla laitteiston tyyppiin sekä palotyyppiin soveltuvia. Lisäksi jännitetyötä tekevien henkilöiden tulisi olla opastettuja sammuttimien oikeaan käyttöön. Jos jännitetyötä tehdään paikassa jossa on räjähdysvaara eikä räjähdysvaaraa voida poistaa, tulee räjähdysvaaran hallitsemiseksi poistaa kaikki energialähteet, jotka voivat sytyttää räjähdysvaarallisen seoksen, tuulettaa työtila ja tarkkailla ilmatilaa jatkuvasti tai rajoittaa työhön käytettäviä sähkölaitteita. (SFS 6002:2005 liite B, 621)

Työtä tekevillä henkilöillä tulee olla vakaa työskentelypaikka, joka jättää molemmat kädet vapaiksi. Työtä tekevillä henkilöillä tulee lisäksi olla riittävät ja sopivan kokoiset henkilösuojaimet, eikä heillä saa olla metallisia esineitä tai koruja joista voi aiheutua vaaraa. Sähköisku ja oikosulku pitää estää riittävillä suojausmenetelmillä. Jännitetyössä käytettävien kojeiden, laitteiden ja työkalujen kunto on tarkastettava ennen työn aloittamista ja niiden tarkistukseen tulee olla ohjeet. Yleisimmin pienjännitteellä työskentely tapahtuu käyttäen jännitetyökaluja ja jännitetyökäsineitä. Lisäksi ympäristön olosuhteet kuten kosteus ja ilmanpaine tulee huomioida ennen töiden aloittamista.

Jännitetyötä saa tehdä vain ammattihenkilö, jolla on vaadittava koulutus ja pätevyys jännitetyön tekemiseen pien- ja suurjännitelaitteistossa. Itsenäisesti sähköalan töitä tekevän riittävästä pätevyydestä on säädetty kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä 516/1996. Jännitetyössä noudatetaan kirjallisia työohjeita, jotka ovat työmenetelmäkohtaisia, ja työn tekijä voi laatia ne itse. Sähkötöiden johtajan ja tarvittaessa käytön johtajan pitää hyväksyä työohjeet.

Standardissa SFS 6002:2005 liitteen Y:n mukaan jännitetyön yleisten edellytysten tarkistukseen kuuluu:

- Jännitetyön tekemisen tarpeellisuuden arviointi ja tarvittavien lupien tarkistus.
- Työryhmän koon määrittäminen ja työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan nimeämisen tarkistus.
- Ympäristön olosuhteiden ja muiden kuin sähköisten vaaratekijöiden arviointi.
- Kyseisestä työstä aiheutuvien erityisten vaarojen arviointi.

Tarvittavien sähköisten asettelujen muutokset, esim. jälleenkytkentöjen ja automaattisten varasyöttöjen estäminen, releasettelujen muutokset ja mahdollisen valokaarisuojauksen käyttöön ottaminen.

Tarvittavien tiedonsiirtoyhteyksien toiminnan varmistaminen.

Tarvittavien varoituskilpien ja mekaanisten lukitusten asettaminen. (SFS 6002:2005 liite Y, 632)

Lisäksi standardissa määritellään, että jännitetyössä täytyy tarkistaa tai varmistua seuraavista asioista.

- Laitteiston rakenteesta johtuvat rajoitukset
- Tarvittavien työ- ja suojavälineiden varaaminen ja tarkistus
- Varmistuminen niiden osien jännitteettömyydestä, joiden pitää olla jännitteettömänä työn aikana
- Varmistuminen siitä, että työkohde voidaan tarvittaessa tehdä nopeasti jännitteettömäksi
- Tarvittaessa varmistuminen siitä, että virtapiiriin ei ole kytkettynä kuormitusta
- Tarvittaessa lähellä olevien jännitteisten tai maadoitettujen osien suojaaminen
- Työvaiheittainen ohje itse työn tekemisestä
- Toimenpiteet, jotka tehdään työn valmistuttua tai keskeytyessä.

9 TAKUU

9.1 Tuulivoimaloiden toimitussopimukset

Tuulivoimaloiden toimittaja Cypress Wind Turbines Oy:n toiminta lopetettiin 24.11.2011 ja yhtiö on hakeutunut konkurssiin. Toiminnan lopettamisen takia tuulivoimaloiden takuuasiat monimutkaistuvat. Yritysten välisessä kaupankäynnissä ei sovelleta kuluttajansuojalaissa määriteltyjä takuuta ja virhevastuuta, eikä myöskään tuotevastuulaissa määriteltyä tuotevastuulain pykälää.

Pysty akselisen tuulivoimalan toimitussopimuksessa on kirjattu, että sopimus perustuu seuraaviin asiakirjoihin pätevyysjärjestykseen asetettuina:

- Hankintapäätös 21.9.2010
- Tarjouspyyntö liitteinen 31.8.2010
- Neuvottelumuistio 6.10.2010
- Julkisten hankintojen yleiset sopimusehdot (JYSE 2009)
- Tarjous liitteinen 14.9.2010
- Lisätarjous sähköpostilla 8.10.2010

Vaaka-akselisen tuulivoimalan toimitussopimuksessa on kirjattu, että sopimus perustuu seuraaviin asiakirjoihin pätevyysjärjestykseen asetettuina:

- Hankintapäätös 24.1.2011
- Tarjouspyyntö liitteinen 4.1.2011
- Neuvottelumuistio 8.2.2011 liitteinen
- Julkisten hankintojen yleiset sopimusehdot (JYSE 2009)
- Tarjous liitteinen 17.1.2011

Yleisesti kaupankäyntiin sovelletaan Suomessa kauppalakia, mutta erillisillä sopimuksilla voidaan sopia asioista, joita ei ole kauppalaissa mainittu. Vakiosopimuksen ehto, eli tässä tapauksessa julkisten hankintojen yleiset sopimusehdot palveluhankinnoissa (JYSE 2009) ohittaa kauppalain, koska se on mainittu molempien tuulivoimaloiden toimitussopimuksissa. Vakiosopimuksilla ei kuitenkaan voida huonontaa kauppalaissa määriteltyjä oikeuksia ja/tai velvollisuuksia.

Valtiovarainministeriön laatimassa julkisten hankintojen yleisissä sopimusehdoissa (JYSE 2009) luvussa 18.2 todetaan näin:

Tilajalla on oikeus irtisanoa sopimus päättymään välittömästi, jos palveluntuottajan taloudellisten tai muiden olosuhteiden havaitaan muuttuneen olennaisesti niin, ettei voida olettaa palveluntuottajan täyttävän sopimuksen mukaisia velvollisuuksiaan eikä luotettavaa selvitystä velvoitteiden täyttämisestä anneta. Ennen irtisanomista tilaajan on huomautettava asiasta palveluntuottajalle ja varattava tälle mahdollisuus selvityksen antamiseen kohtuullisessa ajassa. (JYSE 2009 PALVELUT, 16)

9.2 Tuulivoimaloiden takuu

Pysty akselisen tuulivoimalan toimitussopimuksessa Cypress Wind Turbines Oy:n kanssa 25.10.2010 takuujasta todetaan näin:

Takuu 12 kuukautta. Takuu kattaa valmistus- ja materiaalivirheistä aiheutuvat korjaustyöt osineen. Takuu ei ole voimassa, jos ohjausjärjestelmää tai sen ohjausparametrejä on muokattu tai jos järjestelmää on muilla tavoin käytetty väärin. Takuun ehtona on, että huoltotyöt on tehty voimassaolevan huoltodokumentaation mukaisesti. Valmistaja sitoutuu toimittamaan välttämättömiä varaosia toimituksen tapahtumisesta 10 vuotta ja sitoutuu tämänkin jälkeen myötävaikuttamaan varaosien saantiin. (Sopimus pientuulivoimalan hankinnasta 25.10.2010)

Oma käsitykseni on, että pysty akselisen tuulivoimalan valmistaja ja myyjä on Cypress Wind Turbines Oy. Tämä käytännössä tarkoittaa sitä, että toimitussopimuksessa mainittujen takuutöiden suorittajasta ei ole täyttä varmuutta. Kauppalaan mukaan konkurssipesällä on kuitenkin halutessaan mahdollisuus osallistua takuutöiden kustannuksiin. Kauppalaan rinnalle tulleen julkisten hankintojen yleisissä sopimusehdoissa ei ole erikseen määritelty, mitkä ovat myyjän vastuut takuusta konkurssissa. Ainoa ehdoissa mainittu ostajan mahdollinen toimenpide on sopimuksen irtisanominen JYSE 2009 luvun 18.2 mukaan. Tapauksessa, jossa tuulivoimalasta rikkoontuu jokin komponentti, voidaan asiasta olla yhteydessä kyseisen komponentin valmistajaan tai maahantuojaan.

Vaaka-akselisen tuulivoimalan toimitussopimuksessa Cypress Wind Turbines Oy:n kanssa 28.2.2011 takuujasta todetaan näin:

Takuu tuuliturbiinille 5 vuotta toimituspäivästä. Takuu kattaa valmistus- ja materiaalivirheistä aiheutuvat korjaustyöt osineen. Takuun ehtona on, että huoltotyöt on tehty voimassaolevan huoltodokumentaation mukaisesti. Takuu ohjausjärjestelmälle 1 vuosi käyttöönotosta. Takuu kattaa valmistus- ja materiaalivirheistä aiheutuvat korjaustyöt osineen. Takuu ei ole

voimassa, jos ohjausjärjestelmää tai sen ohjausparametrejä on muokattu tai jos järjestelmää on muilla tavoin käytetty väärin.

Valmistaja sitoutuu toimittamaan välttämättömiä varaosia toimituksen tapahtumisesta 10 vuotta ja sitoutuu tämänkin jälkeen myötävaikuttamaan varaosien saantiin. (Sopimus pientuulivoimalan hankinnasta 28.2.2011)

Cypress Wind Turbines Oy:n toiminnan lopettamisen takia takuuvastuut lankeavat maahantuojalle. Vaaka-akselisen tuulivoimalan valtuutettu maahantuoja Suomessa on Kodin vihreä energia Oy. Tässä tapauksessa maahantuojan vastaa ainoastaan heidän itsensä antamastaan takuusta. kodin vihreä energia myöntää WindSpot tuulivoimaloille 5 vuoden takuun, joka koskee osia ja työtä. Varaosien toimittamiseen 10 vuodeksi on sitoutunut toimitussopimuksen mukaan valmistaja eli espanjalainen Sonkyo Energy.

10 PYSTYAKSELISEN TUULIVOIMALAN HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-SUUNNITELMA

Ennen huolto- ja kunnossapitotöiden aloittamista on tehtävä ainakin seuraavat esivalmistelut. Työkohde on tehtävä luotettavasti jännitteettömäksi erottamalla generaattori kääntämällä turvakytin asentoon 2. Jännitteettömyys on todettava mittaamalla. Jännitteettömäksi tekemisen jälkeen on odotettava 5 minuuttia, että kondensaattorit ehtivät purkautua. Jännitteettömäksi tekemisen jälkeen roottorin lavat täytyy lukita luotettavasti turbiinin mekaanisella seisontajarrulla. Huolto- ja kunnossapitotöiden jälkeen turvakytin on käännettävä asentoon 0 (vapaa) tai asentoon 1 (käytössä). Kuvassa 3 on esitettynä kyseinen turvakytin.



Kuva 3 Turvakytin (Cypress Wind Turbines Oy CWT 301B pikaohje)

Tuuliturbiinin masto sijaitsee Tamkin I-talon katolla. Mastoon ei saa kiivetä, jos tuulen nopeus on 10 m/s tai suurempi. Mastoon nousevalla henkilöllä täytyy olla tarkoituksenmukainen kiipeilyvarustus.

Kiipeämiseen vaadittavat henkilökohtaiset henkilösuojaimet

- kypärä
- turvavaljaat
- turvaköysi pituuden säädöllä
- kiipeämiseen tarkoitettu iskunvaimennin
- kuulosuojaimet
- suojalasit

Huolto- ja kunnossapitotöiden aikana maston välittömässä läheisyydessä asiattomien läsnäoloa on syytä välttää mahdollisesti putoavien työkalujen yms. takia. Henkilön, joka on maston läheisyydessä töiden aikana, on käytettävä kypärää.

Cypress Wind Turbines Oy:n pysty akselisen tuulivoimalan kunnossapito-ohjekirjan mukaan vuosittain tehtävät aistinvaraiset toimenpiteet ovat:

- Siipien tarkistus
- DuraFlex kytkimen osien tarkistus
- Laakereiden kansien tarkistus
- Roikkuvien kaapeleiden tarkistus
- Roottorin laakereiden aistinvarainen tarkistus

On suositeltavaa, että kaikki havaitut viat ja puutteet korjattaisiin mahdollisimman pian.

Kunnossapito-ohjekirjan mukaan kolmen vuoden välein tehtävät toimenpiteet ovat:

- Roottorin laakereiden rasvaus
- DuraFlex kytkimen vaihto (jos vuosittaisissa tarkastuksissa on havaittu kytkimen osien toimivuudessa poikkeamia, on kytkin vaihdettava aikaisemmin)

kunnossapito-ohjekirjan mukaan viiden vuoden välein tehtävät toimenpiteet:

- Laakereiden vaihto

Lisäksi keskuksen sisällä olevien komponenttien ja riviliittimien kiristys olisi hyvä tehdä tarvittavin määrävälein. Puhdistus paineistetulla ilmalla tarvittaessa.

Cypressin tiedotteessa, jossa ilmoitettiin konkurssiin hakeutumisesta, oli laakereiden rasvauksen väliksi vaihdettu 1,5 vuotta (18 kk).

Liitteessä 1 on esitetty kaikki saamani pysty akselisen tuulivoimalan piirikaaviot.

Liitteessä 2 on esitetty esimerkki pysty akselisen tuulivoimalan huolto- ja kunnossapitopäiväkirjasta.

10.1 Ohjeet pysty akselisen tuulivoimalan laakereiden rasvaukseen

Laakerit ovat rasvattava vähintään kolmen vuoden välein, mutta mieluummin 1,5 vuoden välein. Rasvaus tapahtuu puristamalla vaseliiniprässillä voiteluainetta suoraan laakeripesään kunnes akselin päästä tulee puhdasta voiteluainetta. Voiteluaineen puristus tulee tehdä rauhallisesti, ettei filtitiiviste tule ulos laakeripesän urasta. Kuvassa 4 on esitettyä tilanne, jossa voiteluaine tulee akselin päästä ulos.



Kuva 4 Laakereiden rasvaus (Cypress Wind Turbines Oy manufacturing guide)

10.2 Ohjeet pysty akselisen tuulivoimalan laakereiden vaihtoon

Laakereiden vaihto tulee tehdä viiden vuoden välein. Kuvissa 5-8 on havainnollistettu, kuinka laakereiden vaihto tapahtuu.

Tarkista, että laakerisarja on tarkoituksenmukainen. Kuvassa 5 on esitettyä turbiinissa käytettävä laakerisarja.



Kuva 5 Turbiinin laakerisarja sisältäen ala- ja yläpään laakerit (Cypress Wind Turbines Oy manufacturing guide)

Avaa laakereiden kannet. kuvassa 6 on havainnollistettu avatut laakerit.



Kuva 6 Laakerin kannen avaus (Cypress Wind Turbines Oy manufacturing guide)

Laita laakeripesä sekä laakeri akseliin suunniteltuun kohtaan. Kiristä momenttiavaimella 30 Nm:n momenttiin. Sen jälkeen kiristä vielä noin 90 astetta kunnes laakeripesä ja laakeri ovat liikkuneet 0,3 millimetriä toistensa päälle. Tämän jälkeen sivele noin 5 millilitraa Arcanol asennustahnaa laakeripesään.

Kuvassa 7 on havainnollistettu, miten laakeri kootaan.



Kuva 7 laakerin ja akselin asennus laakeripesään (Cypress Wind Turbines Oy manufacturing guide)

Kiinnitä laakerikannet neljällä ruuvilla. Laakerikansi on havainnollistettu kuvassa 8. Kierreliimaa voi maltillisesti.



Kuva 8 Laakerin kannen kiinnitys (Cypress Wind Turbines Oy manufacturing guide)

11 VAAKA-AKSELISEN TUULIVOIMALAN HUOLTO- JA KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA

Vaaka-akselisen tuulivoimalan määräaikaishuolto suoritetaan 18 kuukauden välein. Ennen huolto- ja kunnossapitotöiden aloittamista on luotettavasti tarkistettava, että:

- tuulivoimalan pääkytkin on asennettu jarrutusasentoon (kolmivaiheoikosulkujarrutus) sekä erotettu sähköverkosta
- töiden aikana tuulen nopeuden on oltava alle 6 m/s
- töiden aikana maston juurella välittömässä läheisyydessä ei ole ihmisiä
- vaadittavat varoituskyltit on asennettu näkyvästi
- vaadittavat lukitukset on tehty
- 5 minuuttia on kulunut sähkökaapin jännitteettömäksi tekemisestä, ennen sähkökaapin sisällä suoritettavien töiden aloittamista

Tuulivoimalan huolto- ja kunnossapitotöitä varten on työkohteeseen tilattava henkilönostoihin soveltuva nosturi. Tampereen ammattikorkeakoulun nosturipalvelut on usein tilattu rakennusteknisten töiden sopimuskumppanin kautta. Nosturissa työskenteilyyn sovelletaan Valtioneuvoston asetusta työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta 12.6.2008/403.

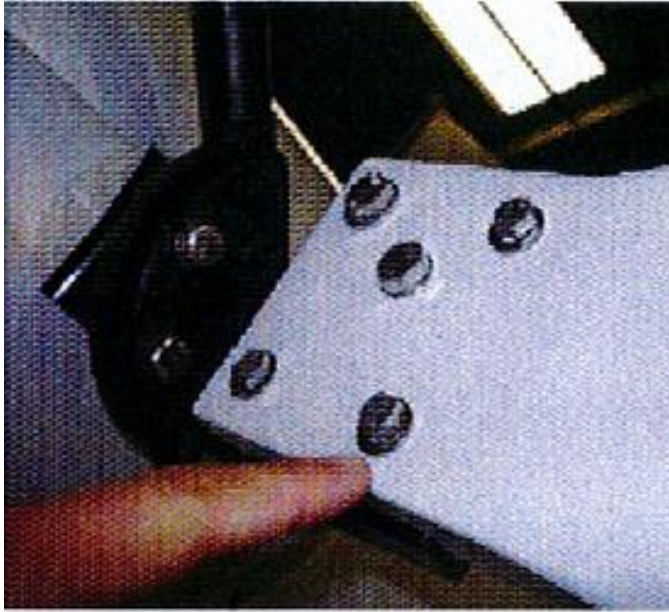
11.1 Pulttien ja muttereiden kiristykset

Alla on esitettyinä kaikki 18 kuukauden välein tehtävien pulttien ja muttereiden kiristykset. Havainnollistavat kuvat on otettu Sonkyo Energyn Windspot 3,5 kW tuulivoimalan ohjekirjasta. Kiristykset tulee tehdä momenttiavaimella. Taulukossa 1 on esitettyinä pulttien kiristysmomentit.

Liitteessä 3 on esitettyinä kaikki saamani vaaka-akselisen tuulivoimalan piirikaaviot. Joihinkin piirikaavioihin on tehty kuulakärkikynällä merkintöjä. Kyseiset merkinnät ovat laitteiston asentamisen jälkeen tehtyjä muutoksia kytkennöissä. Liitteen 3 ensimmäisellä sivulla on merkitty ruksi tarkoittaa, että kytkennästä on poistettu/ohitettu komponentit FC-2 ja D1. Liitteen 3 kolmannella sivulla oleva merkintä tarkoittaa, että komponentit K1, K2 ja F2 ovat ohitettu. Liitteen 3 sivulla 4 merkintä tarkoittaa, että merkittyyn kohtaan on lisätty ferriitti kuristin.

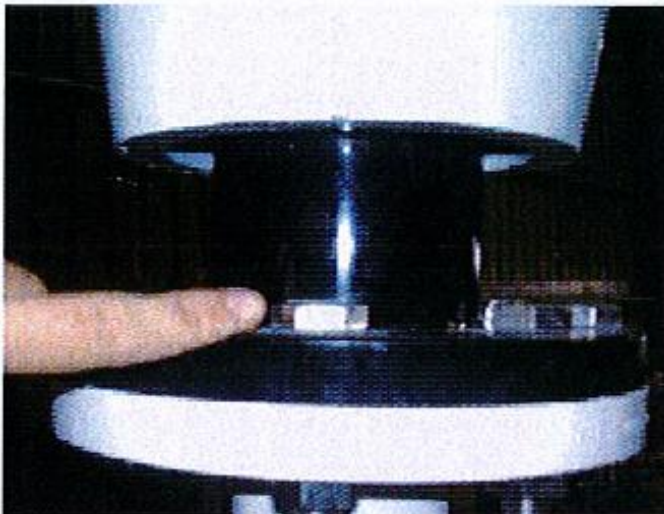
Liitteessä 4 on esitettyä esimerkki vaaka-akselisen tuulivoimalan huolto- ja kunnossapitopäiväkirjasta.

Kuvassa 9 on havainnollistettu kiristettävät siipien pultit.



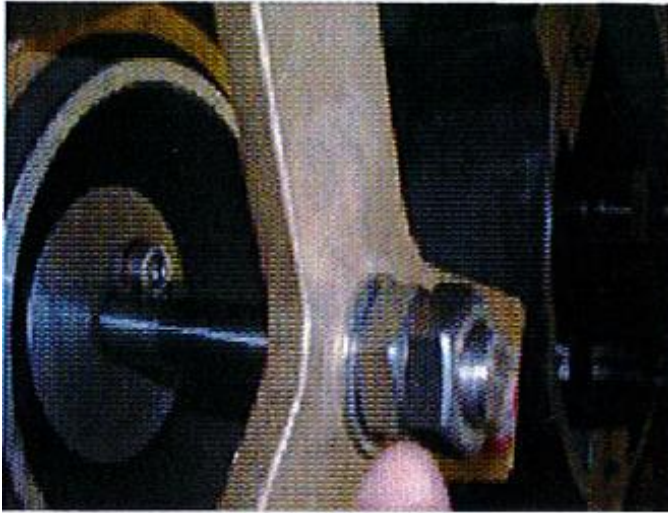
Kuva 9 Siipien pultit (WindSpot 3,5 kW user manual)

Kuvassa 10 on havainnollistettu kiristettävät maston ja turbiinin väliset pultit.



Kuva 10 Maston ja turbiinin väliset pultit (WindSpot 3,5 kW user manual)

Kuvassa 11 on havainnollistettu kiristettävä liukurenkaan mutteri.



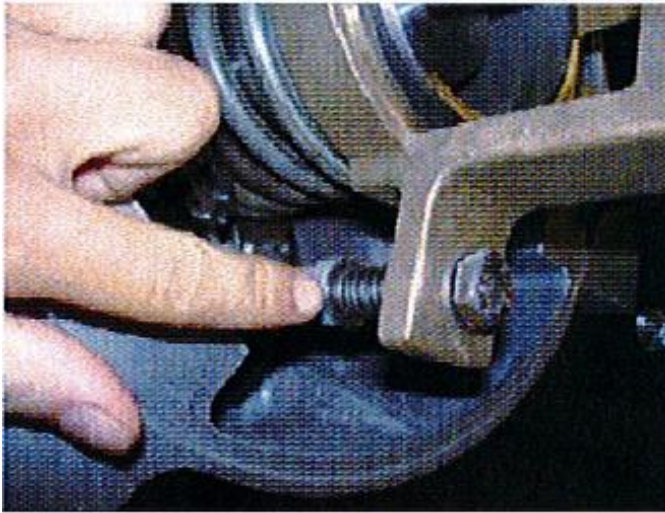
Kuva 11 liukurenkaan mutteri (WindSpot 3,5 kW user manual)

kuvassa 12 on havainnollistettu kiristettävät rungon kannen pultit.



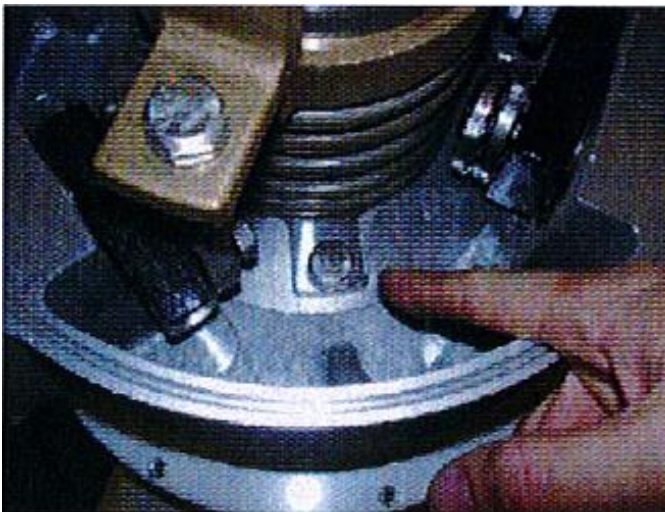
Kuva 12 Rungon kannen pultit (WindSpot 3,5 kW user manual)

Kuvassa 13 on havainnollistettu kiristettävät liukurenkaan pultit.



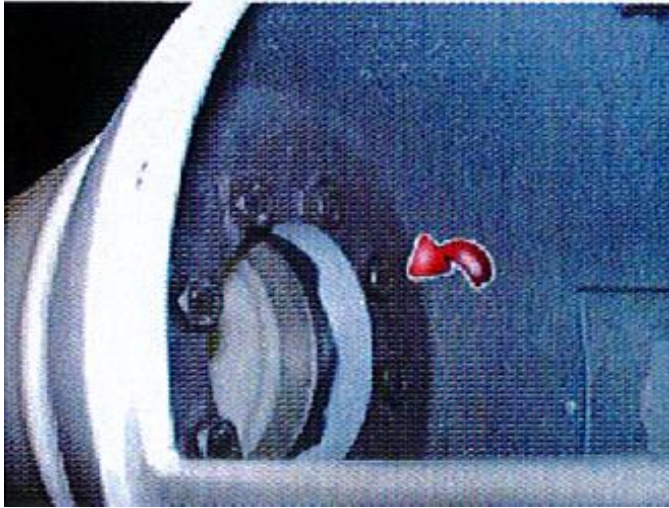
Kuva 13 liukurenkaan pultti (WindSpot 3,5 kW user manual)

Kuvassa 14 on havainnollistettu liukurenkaan ja rungon väliset kiristettävät pultit.



Kuva 14 liukurenkaan ja rungon väliset pultit (WindSpot 3,5 kW user manual)

Kuvassa 15 on havainnollistettu kiristettävät turbiinin ja peräsimen väliset pultit.



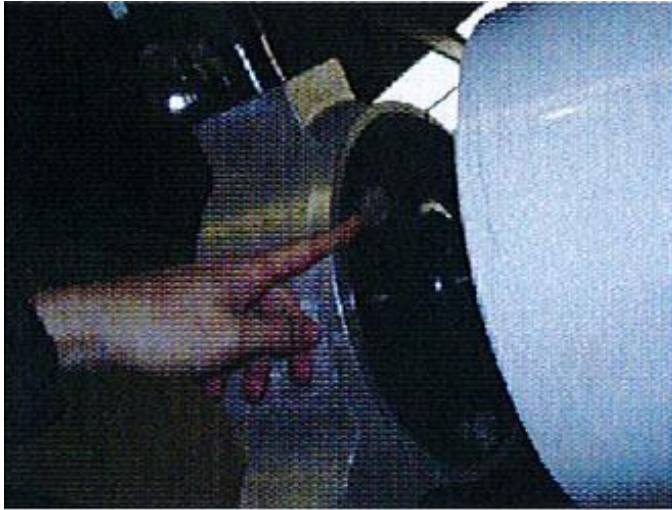
Kuva 15 Turbiinin ja peräsimen väliset pultit (WindSpot 3,5 kW user manual)

Kuvassa 16 on havainnollistettu kiristettävät turbiinin rungon ja generaattorin väliset pultit.



Kuva 16 Turbiinin rungon ja generaattorin väliset pultit (WindSpot 3,5 kW user manual)

Kuvassa 17 on havainnollistettu kiristettävät akselin kytkimen ja rungon väliset pultit.



Kuva 17 Akselin liitoksen ja rungon väliset pultit (WindSpot 3,5 kW user manual)

Taulukossa 1 on esitettyinä pulttien ja muttereiden koon mukaan vaadittavat momentit, joihin ne on kiristettävä.

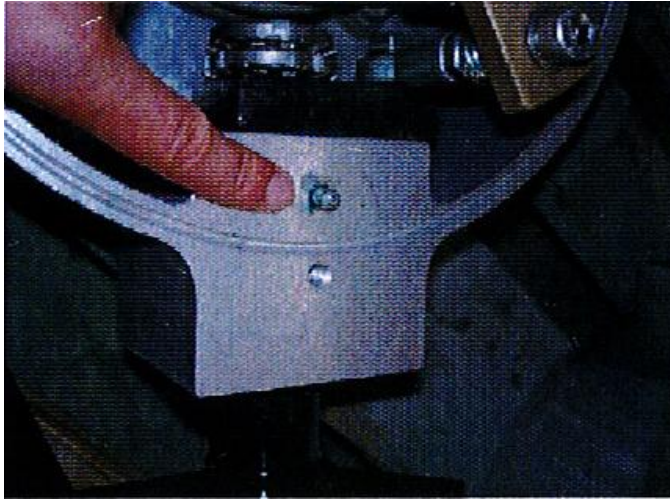
Taulukko 1 Pulttien ja muttereiden kiristysmomentit

Kierteen koko	Suosittelava momentti (Nm)
M6	7
M8	17
M10	33
M12	57
M14	91
M16	140

11.2 Laakereiden rasvaaminen

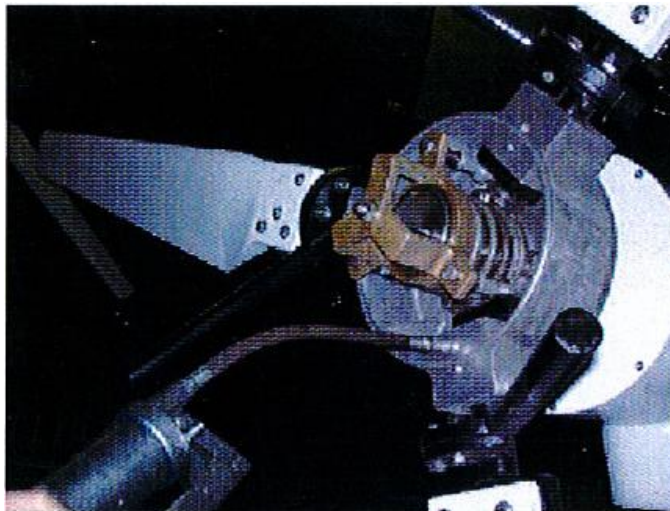
Tarkista laakereiden rasvan määrä avaamalla rasvanippa, jos rasvaa ei ole tarpeeksi, lisää laakeripesään vaseliiniprässillä voiteluainetta, kunnes sitä on tarpeeksi. Suositeltu voiteluaine on Schaeffler Arcanol FAG rasva Multitop. Voiteluaineen kulutus kahteen laakeriin on noin 250 grammaa.

Kuvassa 18 on havainnollistettu rasvanippa ja sen paikka.



Kuva 18 Rasvanippa (WindSpot 3,5 kW user manual)

Kuvassa 19 on havainnollistettu, kuinka voiteluainetta lisätään laakeripesään.

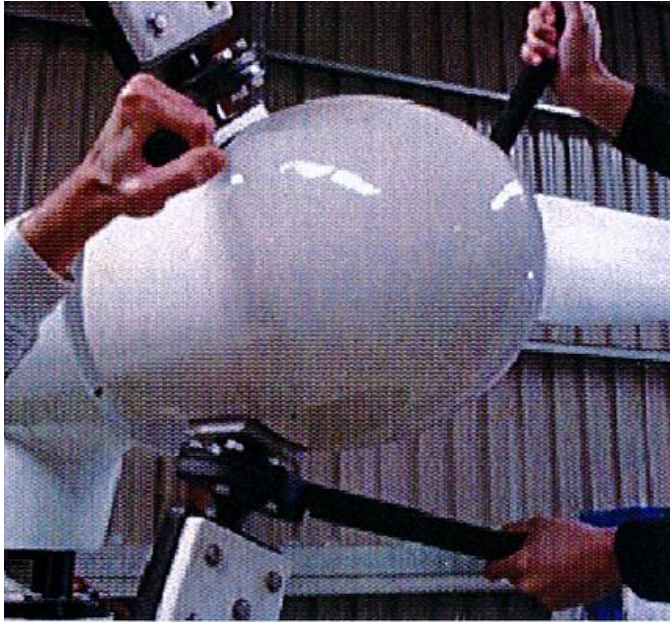


Kuva 19 Voiteluaineen lisääminen (WindSpot 3,5 kW user manual)

11.3 Kääntyvien lapakulmien toimivuuden tarkistaminen

Lapakulmien kääntömekanismin toimivuus on tarkastettava 18 kuukauden välein suoritettavissa huoltotoimenpiteissä. Lapakulmien kääntömekanismin toimivuuden tarkistus tapahtuu vääntämällä kolmea vääntövipua samanaikaisesti. Vääntämisen aikana tulisi tuntee jousen vastus, jolloin mekanismi on kunnossa. Tarkistamisen jälkeen huolehdi, että jousi palautuu alkuperäiseen asentoon.

Kuvassa 20 on havainnollistettu lapakulmien kääntömekanismin toimivuuden tarkastustoimenpide.



Kuva 20 lapakulmien kääntömekanismin tarkastaminen (WindSpot 3,5 kW user manual)

11.4 Harjasten tarkistus

Kestomagneettigeneraattorin määräaikaishuollossa on suoritettava harjasten aistivarainen tarkistus. Se sisältää kuparikäämien silmämääräisen tarkistuksen sekä niiden kaapeloinnin kiinnityksen tarkistuksen.

Kuvassa 21 on havainnollistettu kuparikäämien tarkistus.



Kuva 21 Kuparikäämien tarkistus (WindSpot 3,5 kW user manual)

Kuvassa 22 on havainnollistettu harjasten kaapeleiden kiinnitys.



Kuva 22 Kaapeleiden kiinnityksen (WindSpot 3,5 kW user manual)

12 LOPPUPÄÄTELMÄT

Pystyakselinen tuulivoimala on toiminnassa, ja sen tuottama energia riittää lataamaan akkuja silloin, kun tuuliolosuhteet ovat hyvät. Voimalan sijainti ei ole paras mahdollinen ympärillä olevien rakennusten takia. Pystyakselisen voimalan tuottamalla sähköllä on näillä näkymin tarkoituksena syöttää kohdevalaisimia, jotka ovat tulossa myöhemmin. Kohdevalaisimilla on tarkoitus valaista rakennuksen seinää tai Tampereen ammattikorkeakoulun logoa. Jos pystyakselisen tuulivoimalan akkujen varaus ei riitä syöttämään kohdevalaisimia, syötön on ajateltu kytkeytyvän automaattisesti verkkovirtaan. Tämä ominaisuus on myös tulossa myöhemmin.

Vaaka-akselinen tuulivoimala ei ole vielä täysin toiminnassa. Cypress Wind Turbines Oy:n asentamat Vacon-merkkiset taajuusmuuttajat eivät toimineet odotetulla tavalla. Kyseiset taajuusmuuttajat ovat ilmeisesti liian herkkiä häiriöille, joita syntyy pitkistä välimatkasta generaattorilta keskukselle. Laitteistoon on tehnyt testejä Nocart Oy niminen yritys ABB-merkkisillä taajuusmuuttajilla, ja tulokset ovat lupaavia. Vaaka-akselisen tuulivoimalan taajuusmuuttajille on tarkoitus tehdä myöhemmin automaattinen vikahälytysjärjestelmä. Ajatuksena on, että jos taajuusmuuttajiin tulee jokin vika, siitä lähtee automaattisesti tieto vikakeskukseen, josta voidaan nähdä kyseinen vika ja tehdä tarvittavat toimenpiteet vian korjaamiseksi. Myöskään vaaka-akselisen tuulivoimalan sijainti ei ole paras mahdollinen tuuliolosuhteita ajatellen.

Opi Enempi- hankkeen laitteistoihin kuuluvan aurinkokeräimen huolto- ja kunnossapito suunnitelmien teko kuului aluksi tämän opinnäytetyö aihealueisiin, mutta jäi pois, koska laitteisto on prototyyppi-asteella, eikä siitä ollut riittäviä tietoja huolto- ja kunnossapito suunnitelmien tekemiseen. Myös Cypress Wind Turbines Oy:n konkurssi vaikutti näiden suunnitelmien pois jääntiin, koska tuulivoimaloiden huolto- ja kunnossapitosuunnitelmien tekemiseen vaadittava työmäärä lisääntyi huomattavasti. Aurinkokeräimen huolto- ja kunnossapitosuunnitelmien pois jäännistä sovittiin yhdessä opinnäytetyön ohjaajan kanssa. Aurinkokeräimen huolto- ja kunnossapitosuunnitelmat tehdään jonkun muun henkilön toimesta myöhemmin.

LÄHTEET

Cypress Wind Turbines Oy. Electrical Installation Guide. 29.11.2010. [pdf]. Luettu 24.8.2011.

Cypress Wind Turbines Oy. Installation Guide. 29.11.2010. [pdf]. Luettu 24.8.2011.

Cypress Wind Turbines Oy. Manufacturing Guide. 26.11.2010. [pdf]. Luettu 24.8.2011.

Cypress Wind Turbines Oy. Maintenance Guide. 29.11.2010. [pdf]. Luettu 24.8.2011.

Cypress Wind Turbines Oy. Pikaohje CWT-301BR. 29.11.2010. [pdf]. Luettu 24.8.2011.

VALTIOVARAINMINISTERIÖ. JYSE 2009 PALVELUT. 21.10.2010. [pdf]. Luettu 6.3.2012.

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköalantöistä 5.7.1996/516.

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 5.7.1996/517.

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteiden turvallisuudesta 30.12.1993/1694.

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen turvallisuudesta 17.12.1999/1193.

PSK 6201. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. 2. Painos. PSK Standardisointi.

PSK 7501. Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut. 2. Painos. PSK Standardisointi.

SFS 6000:2005. Käyttöönottotarkastukset. 1. Painos. Helsinki. Suomen Standardoimisliitto ry.

SFS 6002:2005. Sähkötyöturvallisuus. 1. Painos. Helsinki. Suomen Standardoimisliitto ry.

SFS-EN 60204–1:2006. Koneturvallisuus. Koneiden Sähkölaitteisto. Osa 1: Yleiset Vaatimukset. 3. Painos. Helsinki. Suomen Standardoimisliitto ry.

SFS-EN 50438:2008. Tekniset vaatimukset yleisen pienjännitejakeluverkon kanssa rinnan toimiville mikrogeneraattoreille. Helsinki. Suomen Standardoimisliitto ry.

Sopimus pientuulivoimalan hankinnasta 25.10.2010. Tampereen ammattikorkeakoulu.

Sopimus pientuulivoimalan hankinnasta 28.8.2011. Tampereen ammattikorkeakoulu.

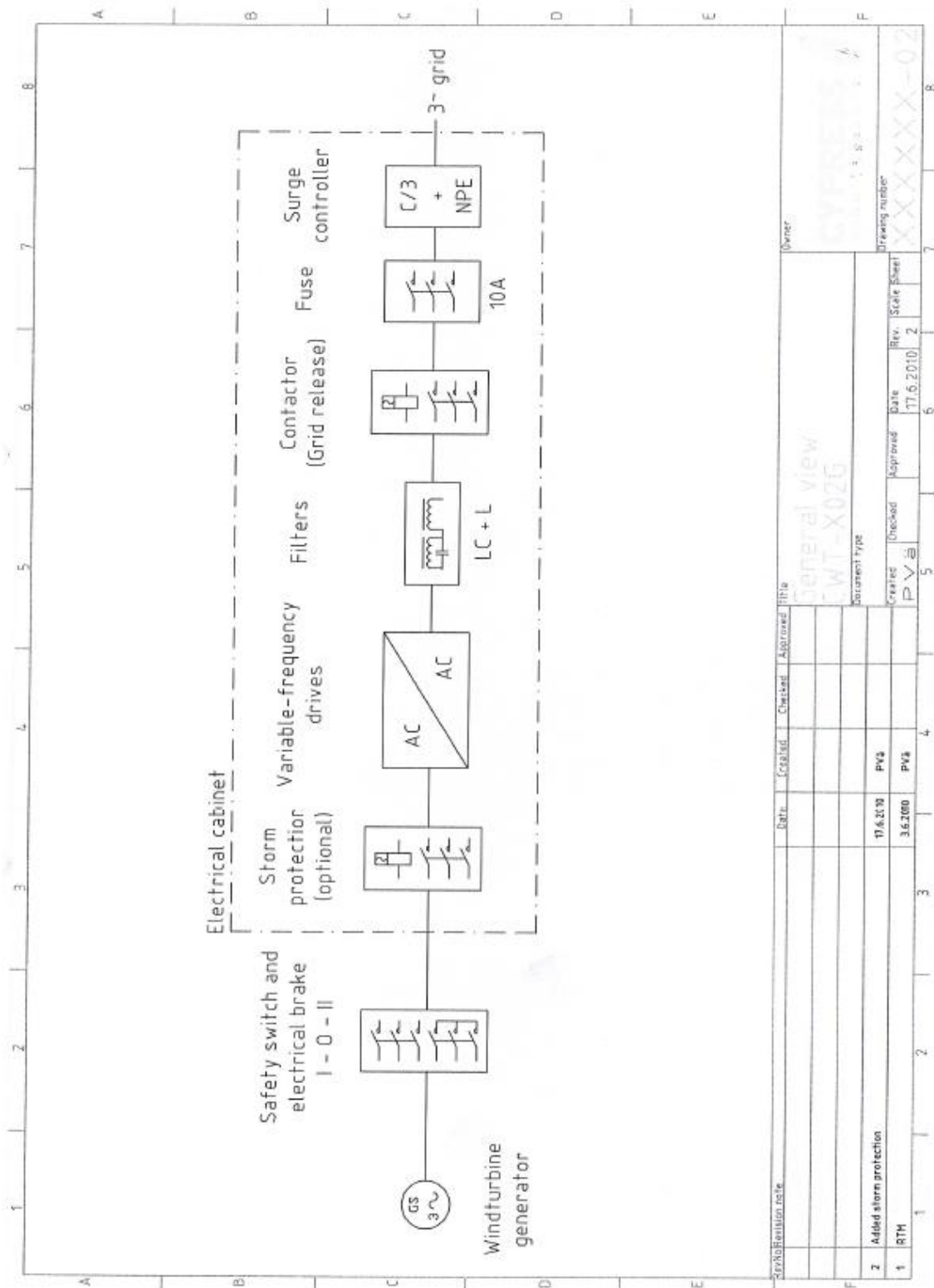
Sähköturvallisuuslaki 14.6.1996/410.

Tampereen ammattikorkeakoulu Oy. Opi Enempi-hanke. Luettu 13.12.2011.
[http://www.tamk.fi/cms/tamk.nsf/\\$all/8A0237B0C77A2ACFC22577F4002E9FCB?OpenDocument](http://www.tamk.fi/cms/tamk.nsf/$all/8A0237B0C77A2ACFC22577F4002E9FCB?OpenDocument)

Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738.

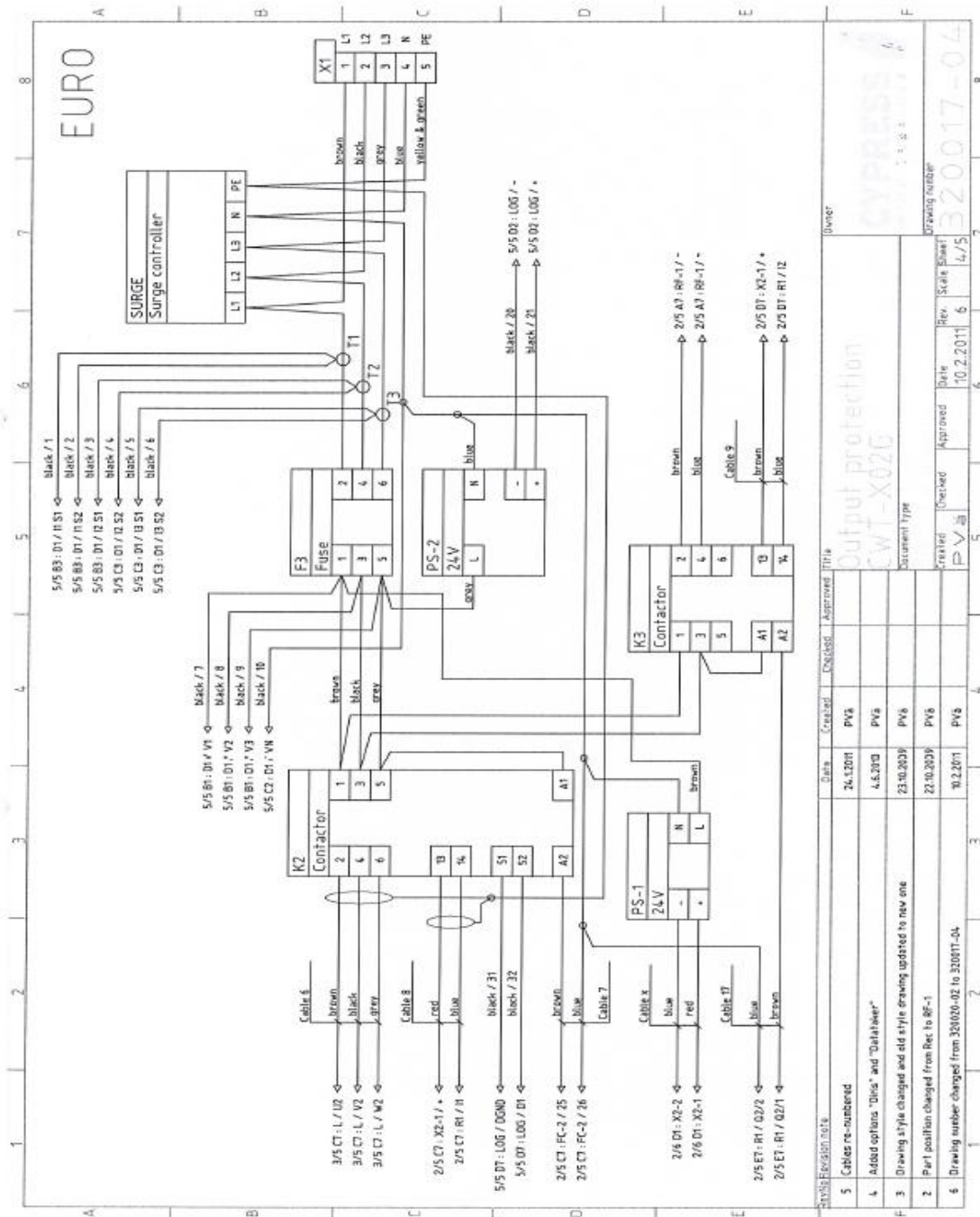
Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 12.6.2008/400.

Liite 1. Pysty akselisen tuulivoimalan piirikaaviot (Cypress Wind Turbines Oy)



(jatkuu)

2 (6)

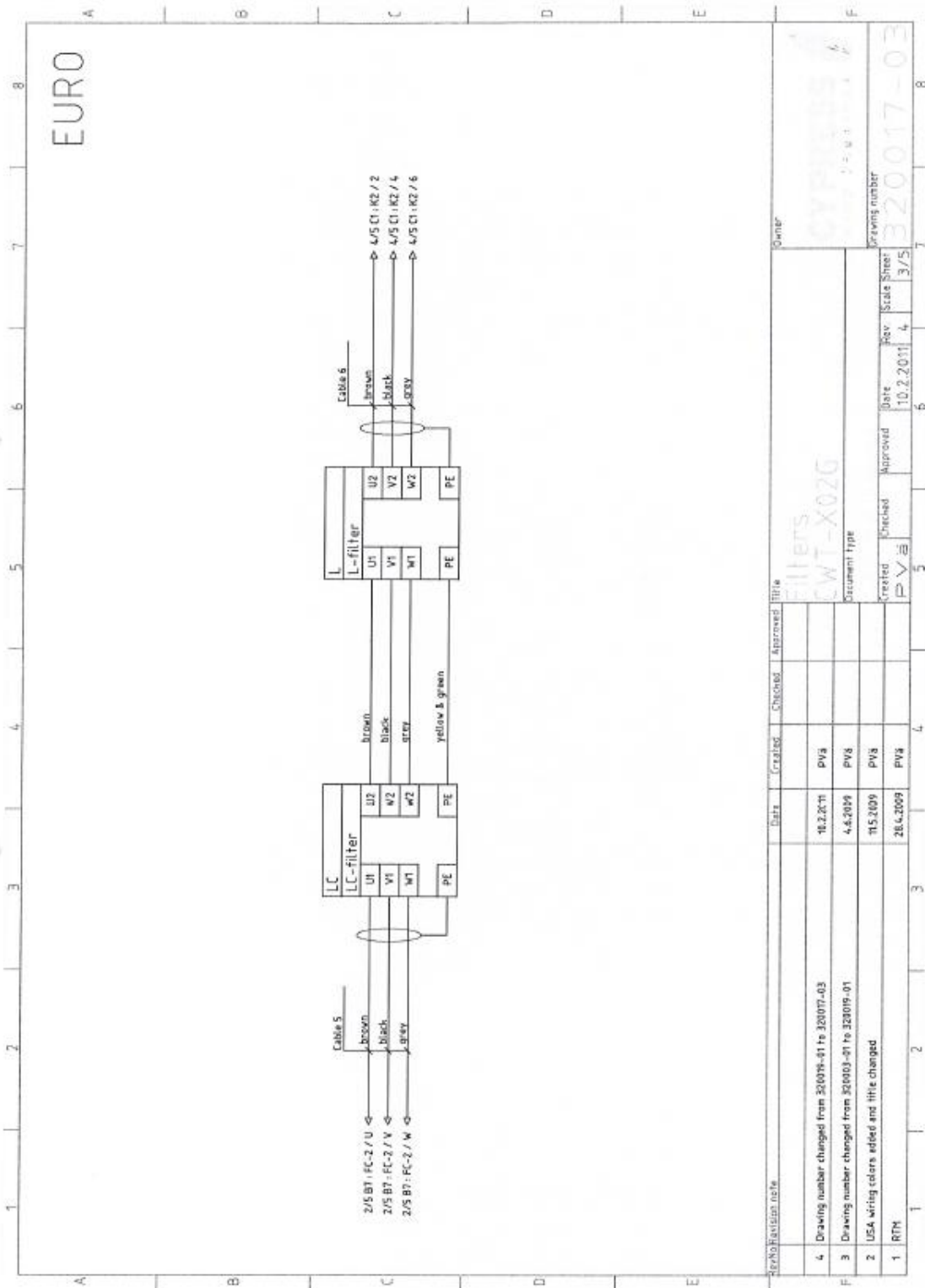


Rev	Created	Checked	Approved	Date	Rev	Scale	Sheet
5	24.12.01	PV6					
4	4.6.2013	PV6					
3	23.10.2019	PV6					
2	22.10.2019	PV6					
1	10.2.2011	PV6		10.2.2011	6	1/5	320017-04

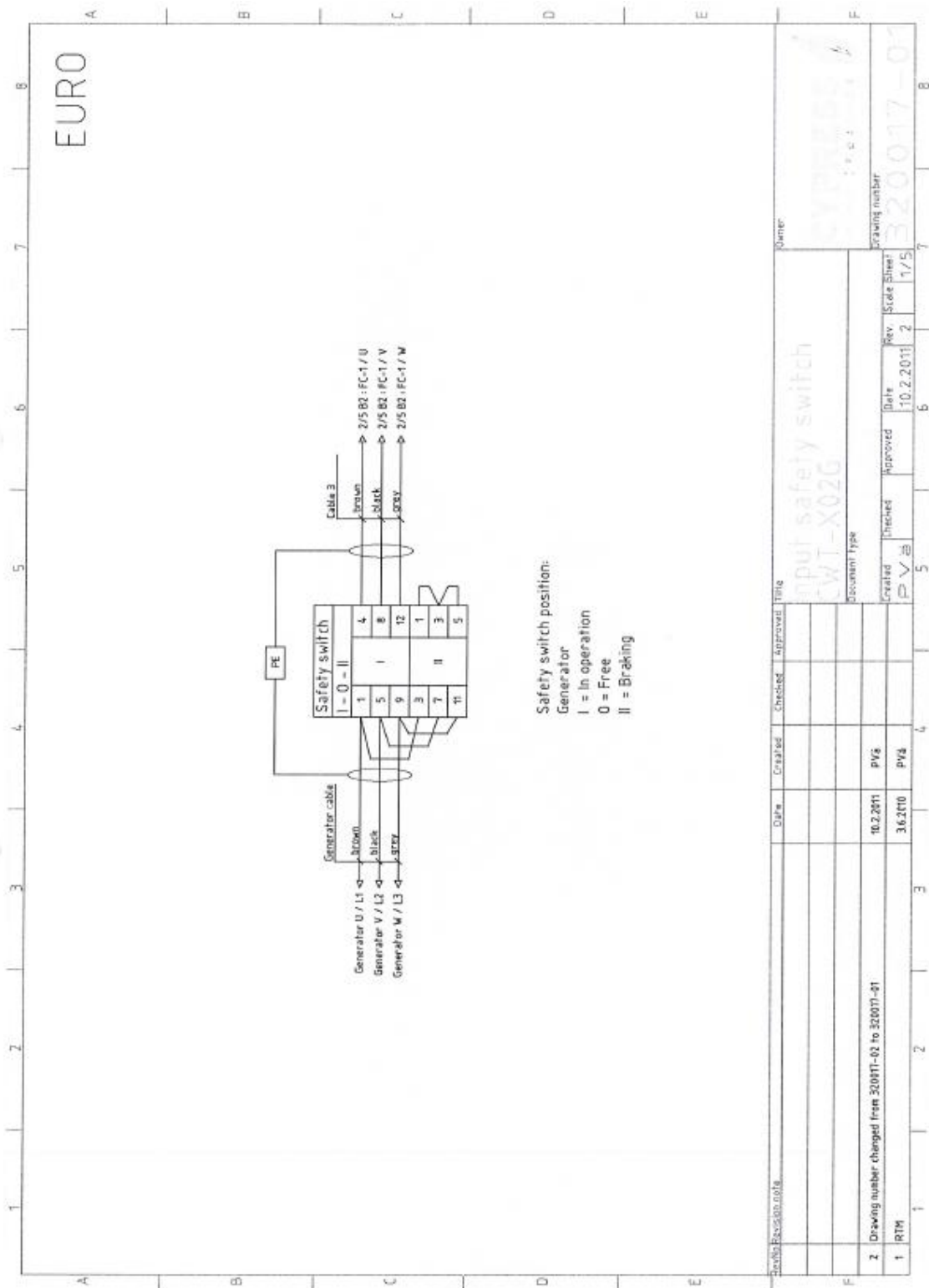
Output protection
CWT-X026
Document type

Created: PV6
Checked: PV6
Approved: PV6
Date: 10.2.2011
Rev: 6
Scale: 1/5
Sheet: 6
Drawing number: 320017-04

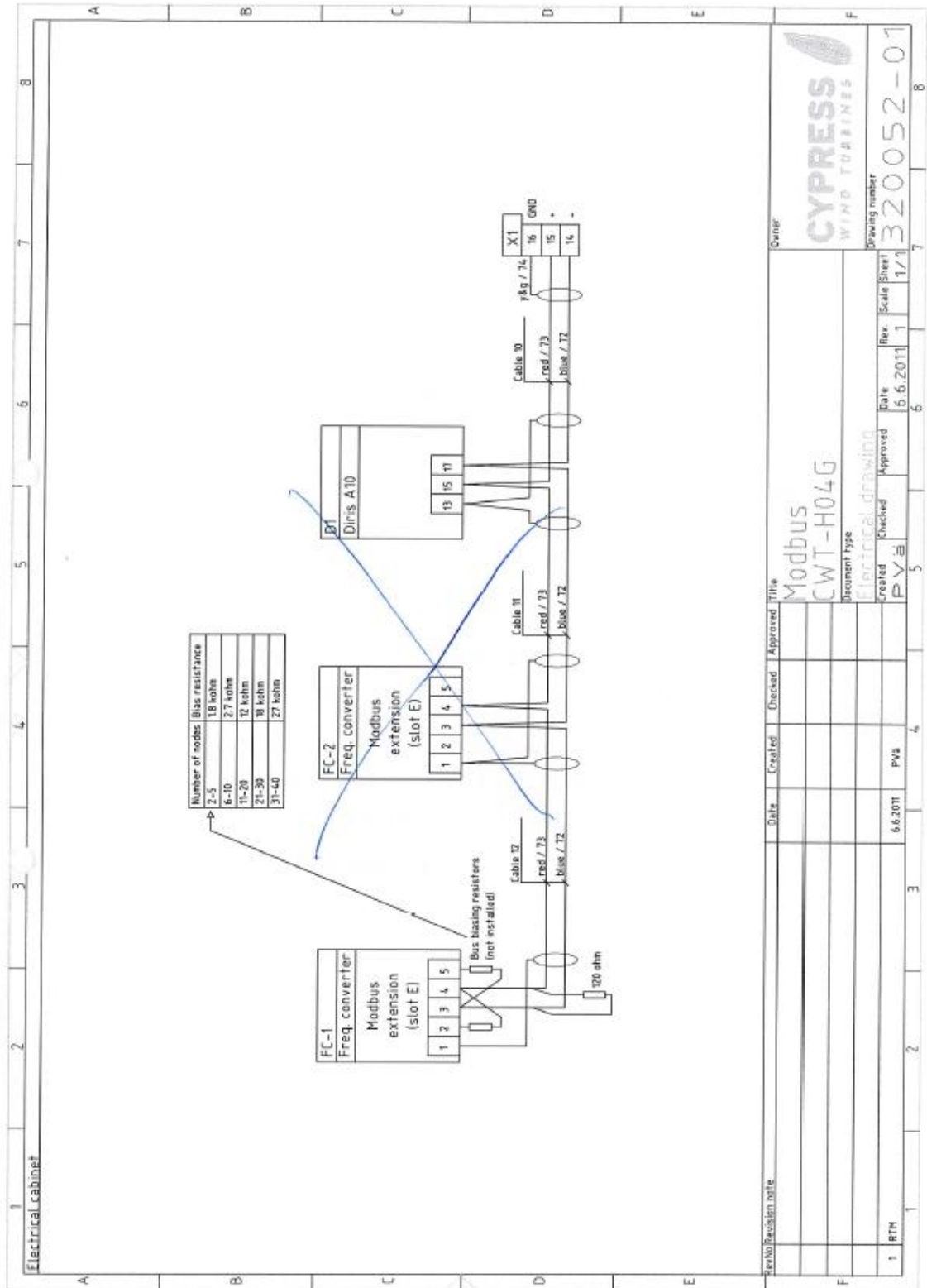
3(6)



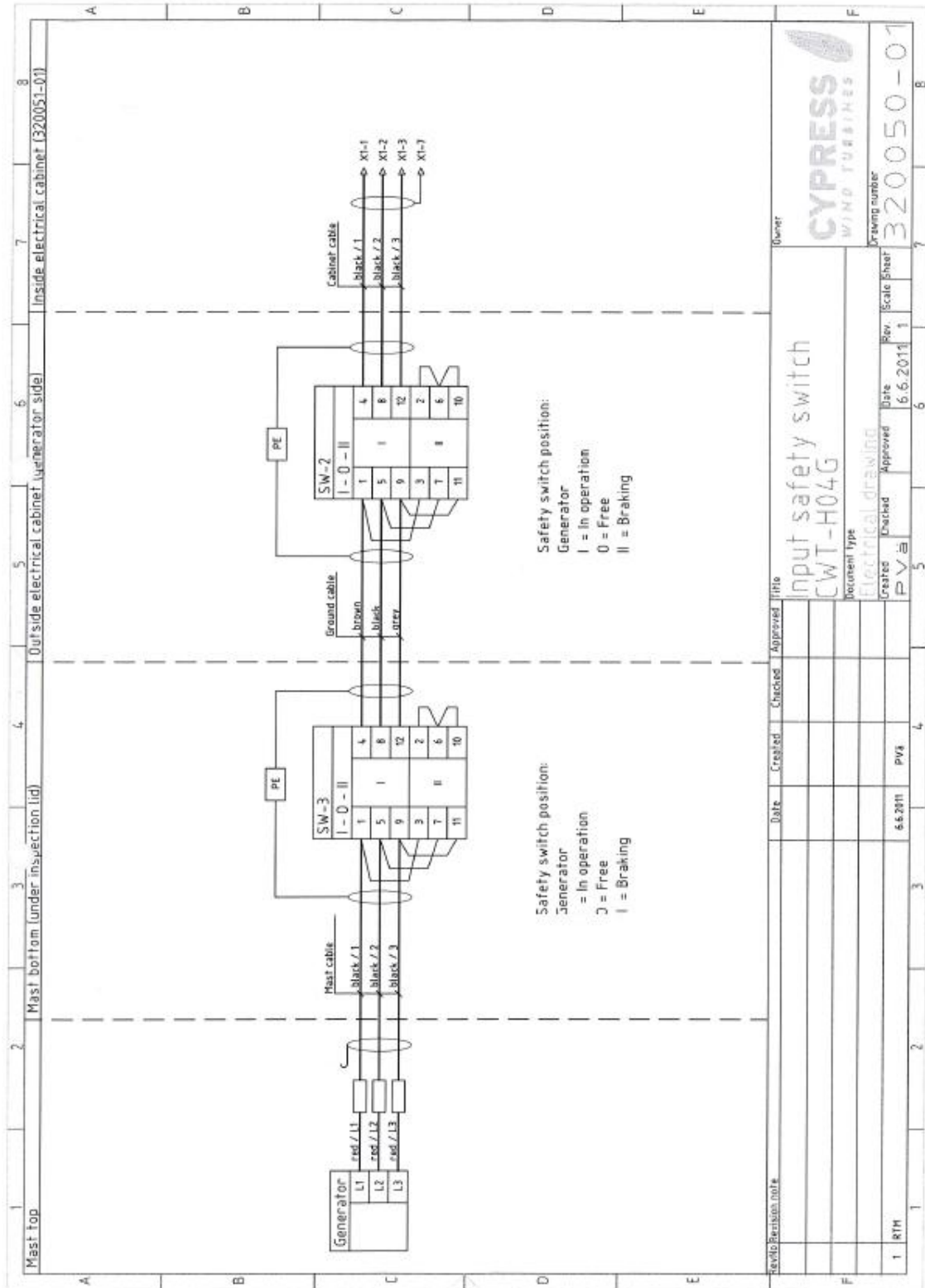
5(6)

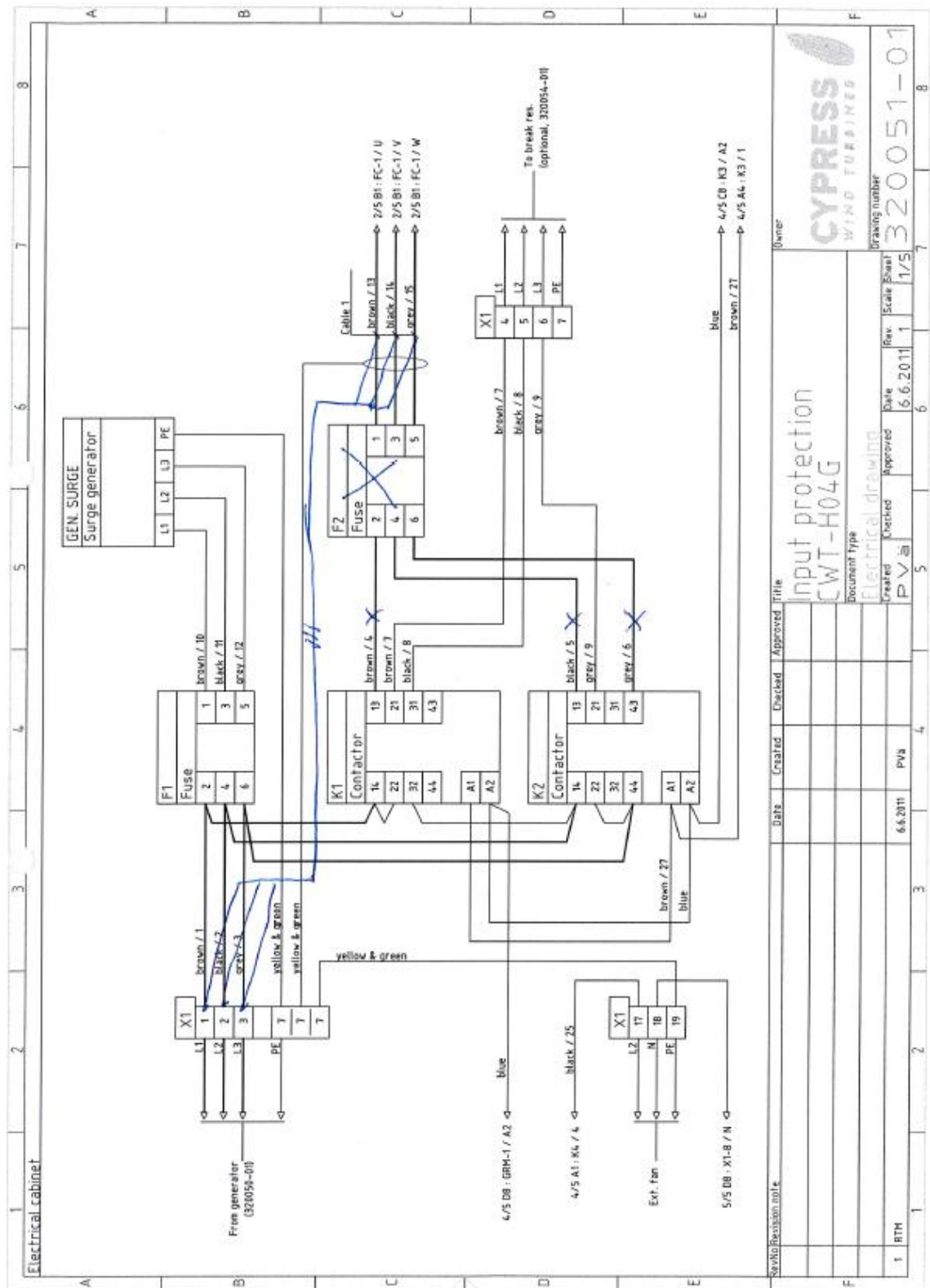


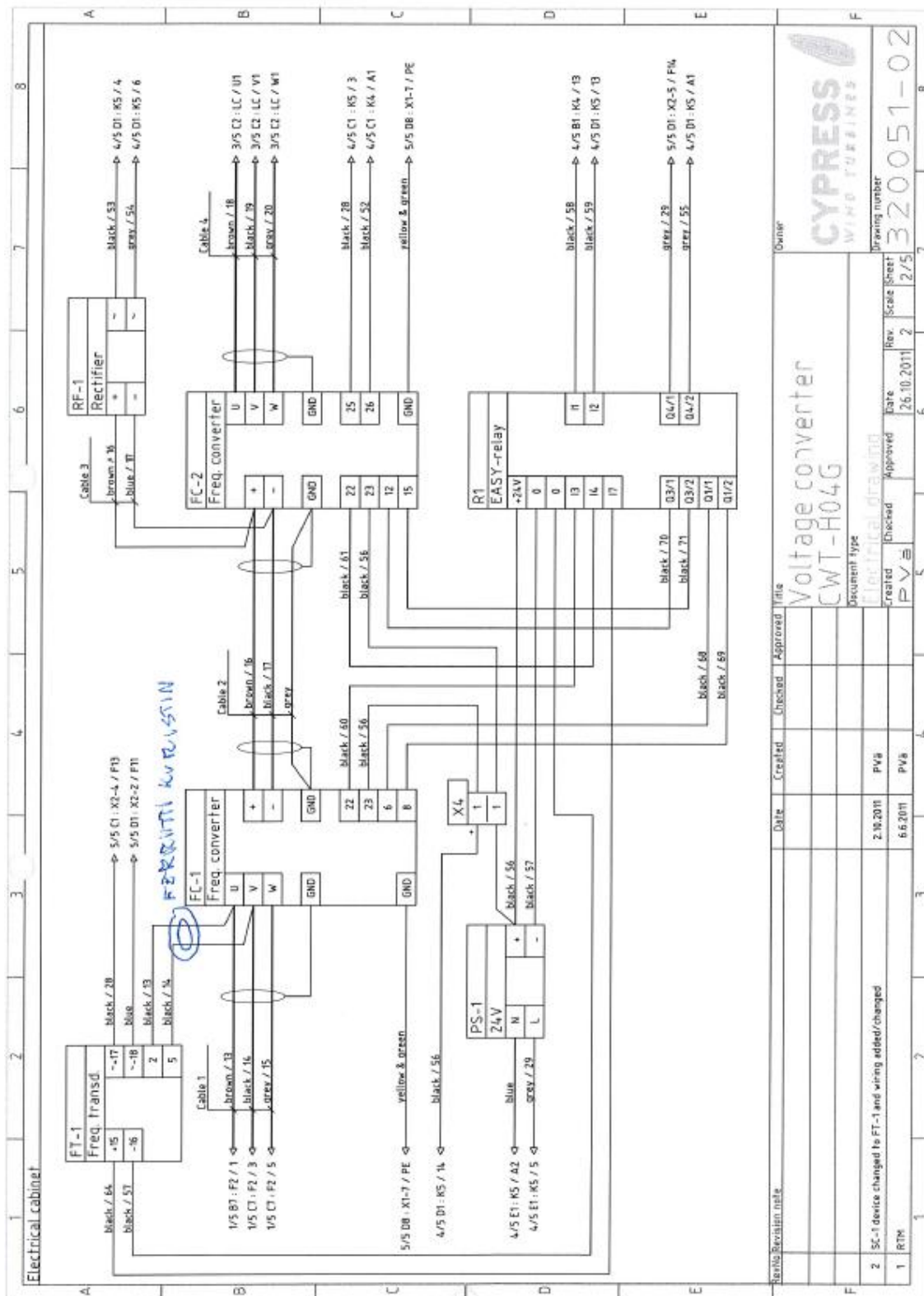
Liite 3. Vaaka-akselisen tuulivoimalan piirikaaviot (Cypress Wind Turbines Oy) 1(10)



(jatkuu)



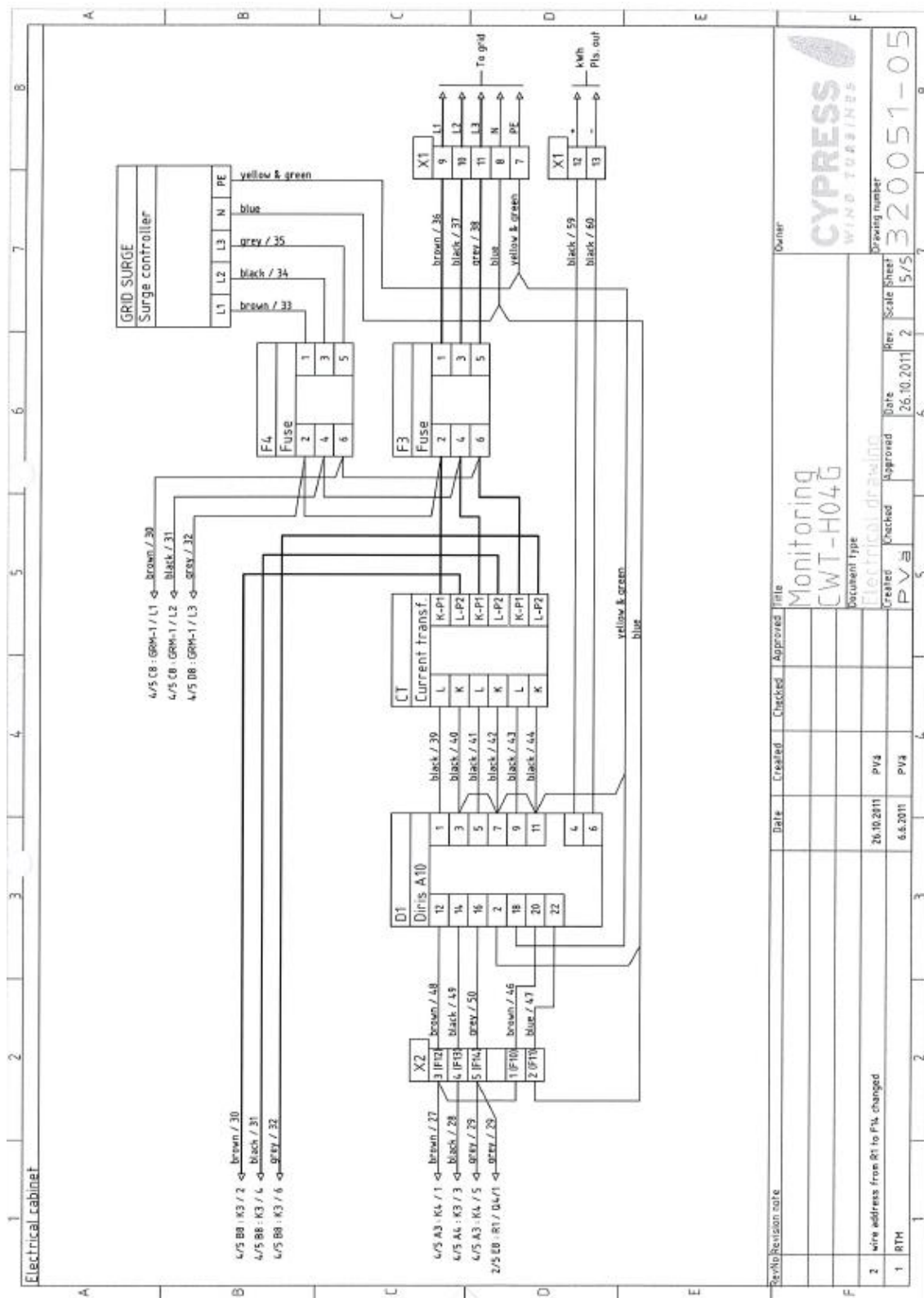




Rev.	Date	Rev.	Scale	Sheet	Owner
1	6.6.2011	2	2/5	2/5	CYPRESS WIND TURBINES
2	2.10.2011	2	2/5	2/5	320051-02

Rev.	Date	Rev.	Scale	Sheet	Owner
1	6.6.2011	2	2/5	2/5	CYPRESS WIND TURBINES
2	2.10.2011	2	2/5	2/5	320051-02

7(10)



8(10)

