



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Konsta Rinta-Koski

Tehdashyväksyntätestin (FAT) protokollaprosessin kehittäminen

VEO Oy

Tekniikka
2024

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Konsta Rinta-Koski		
Opinnäytetyön nimi	Tehdashyväksyntätestin kehittäminen	(FAT)	protokollaprosessin
Vuosi	2024		
Kieli	suomi		
Sivumäärä	39		
Ohjaaja	Jari Koski		

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on vakioida ja standardisoida VEO:n jokaiselle osastolle sopiva FAT-protokollaprosessi ja siihen liittyvät tarkastuksen eri tasot. Käytän apunani aiempaa työkokemusta VEOlla sekä haastattelujen ja asiakkaalle järjestettyjen FAT-tapahtumien kautta saatua tietoa. Uuden protokollaprosessin on tarkoitus selkeyttää FATin kulkua aina myynnistä tuotteen lähetykseen saakka.

Tehdashyväksyntätesti (FAT) tehdään joka kojeistolle VEOlla. Prosessin parantamista varten oli välttämätöntä ymmärtää edellisen protokollan ongelmat ja tehdä suunnitelma sen parantamiseksi. Yhdessä uuden suunnitelman ja kansainvälisten standardien avulla saavutettiin työn lopulliset tulokset.

Työssä hankaluuksia tuottivat osastojen väliset eroavaisuudet ja tuotteiden erilaiset testivaatimukset. VEO on toiminut pitkään eri osastoina, mutta uusi muutos haluaa tuoda osastoja lähemmäksi toisiaan ja osana sitä on tehdä samankaltaiset tiedostopohjat ja prosessi. Työn tuloksena saatiin aikaan eri FAT-tasoja, joiden perusteella lopullinen protokollaprosessi tehdään.

ABSTRACT

Author	Konsta Rinta-Koski
Title	Development of Factory Acceptance Test (FAT) Protocol Process
Year	2024
Language	Finnish
Pages	39
Name of Supervisor	Jari Koski

The purpose of this thesis was to create FAT levels and develop the protocol process for VEO Oy. The author's previous work experience at VEO was utilised in the thesis, and knowledge was also gained through interviews and customer FAT events. The new protocol should clarify the FAT process all the way from sales to shipment of equipment.

Factory Acceptance Test (FAT) is done to every equipment made at VEO. In order to improve the process it was necessary to learn from the previous problems in the current protocol and make a plan to improve it. Together with the new plan and international standards the final products were achieved.

Some of the complications in the thesis were caused by the differences between different segments in VEO and the different test requirements for each equipment. VEO has operated for a long time in different sections and has now begun remodeling to a new orientation which brings the departments closer together. A part of it is to create similar file bases for all departments. The thesis resulted in new FAT levels from which the protocol for customer FAT was created.

Keywords FAT, efficiency, process, improvement

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	9
1.1	Aihe, tausta ja tavoitteet	9
1.2	VEO Oy	9
2	FAT	11
2.1	Standardit	12
2.2	Dokumentit	12
2.3	Ennakkotoimenpiteet	13
2.4	FATin aikana ja sen jälkeen tapahtuvat toimenpiteet	13
3	FAT VEOLLA	15
3.1	Testialueet	15
3.2	FAT-testeissä käytettävät mittaus- ja testilaitteet	16
3.3	Uusi FAT-testialue	18
4	UUSI TOIMINTAMALLI	20
5	MYyntIESITE	22
6	FAT-TESTIRAPORTTI	24
6.1	Kansilehti	24
6.2	Dokumentointi	25
6.3	Visuaalinen ja mekaaninen tarkastus	26
6.4	Toiminnalliset testit	27
6.5	Lopullinen tulos	28
7	PARANNUSIDEOITA	29
8	YHTEENVETO	30
9	LÄHDELUETTELO	31

LIITTEET	32
----------------	----

KUVALUETTELO

Kuva 1. VEO:n logo.	10
Kuva 2. VEO Oy Runsorin toimipiste.	10
Kuva 3. FAT osana tuotteen valmistusprosessia [3].	11
Kuva 4. IEC:n logo.	12
Kuva 5. Tehtaan FAT-alueet [7].	15
Kuva 6. Hanzan FAT-alueet [8].	15
Kuva 7. Liikuteltava muuntaja ja testi-katkaisija.	16
Kuva 8. Megger Sverker 900.	17
Kuva 9. Megger BM222.	17
Kuva 10. Kikusui TOS 5050A.	18
Kuva 11. Uusi laajennus [9].	19
Kuva 12. Myyntiesite.	22
Kuva 13. FAT-prosessi [10].	23
Kuva 14. FAT-protokollan kansilehti.	24
Kuva 15. Dokumentointilista.	25
Kuva 16. Visuaalinen ja mekaaninen tarkastuslista.	26
Kuva 17. Toiminnalliset testit.	27
Kuva 18. Päätösivu.	28
Kuva 19. Tuotteiden logoja	29

LIITELUETTELO

Liite 1. Saapumisohje VEOlle.....	32
Liite 2. FAT-kutsu	33
Liite 3. FAT-protokolla.....	35
Liite 4. FAT-poikkeamalista	38

LYHENTEET JA MERKINNÄT

CENELEC	European Committee for Electrotechnical Standardization
FAT	Factory Acceptance Testing
HMI	Human Machine Interface
HW	Hardware
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	International Organization for Standardization
SAT	Site Acceptance Test
SIT	Site Integration Test
SW	Software

1 JOHDANTO

1.1 Aihe, tausta ja tavoitteet

Opinnäytetyön aiheena on yhtenäistää ja kehittää VEO:n FAT-toimintamalli ja prosessi. Tavoitteena on vakiinnuttaa FAT-tilaisuuksien tapahtumat. Nykyisessä järjestelmässä on paljon vaihtelua, mikä aiheuttaa tarpeen selkeyttää prosesseja. Vaihtelu saattaa johtaa ylimääräisiin tehdastarkastuksiin, joihin ei ole varauduttu aikataulullisesti. Tämä vähentää projektin kannattavuutta ja sitoo suunnittelun, tuotannon ja tarkastuksen henkilöstöä, samoin kuin testauslaitteita ja tuotantotilaa ilman, että siitä aiheutuu lisälaskutusta asiakkaalle.

Projektien FAT-tilaisuuksien laajuus ja kesto vaihtelee huomattavasti riippuen projektin koosta. Pienimmät projektit vaativat puoli päivää ja suurimpiin voi upota useita viikkoja. On siis äärimmäisen tärkeää, että sekä asiakas että VEO tietävät, minkä tasoinen FAT-tarkastus projektissa on sovittu suoritettavaksi.

Työn tavoitteena on yhtenäistää aikaisemmin käytössä olleet erilaiset käytännöt ja samalla selkeyttää toimintamallia VEO:n ja asiakkaan välillä aina myyntiprosessista lähtien. Lopputuloksena tulee VEO:n käyttöön vakioitu toimintamalli ja standardisoitu FAT-testipohja, josta löytyy eritasoisia vaihtoehtoja FATin suorittamiseen.

1.2 VEO Oy

Vaasa Engineering, myöhemmältä nimeltään VEO Oy, perustettiin Vaasassa itsenäisyyspäivänä vuonna 1989 [1]. VEO on energia-alan yritys, joka tarjoaa asiakkailleen automaatio- ja sähköistysratkaisuja energian tuotantoon niin Suomessa kuin ulkomailla. Yhtiö työllistää yhteensä yli 500 henkilöä ja sen toimipisteitä löytyy neljästä eri maasta (Suomi, Ruotsi, Norja ja Iso-Britannia). Yksi yhtiön tavoitteista on pyrkiä hiilineutraaliksi vuoteen 2030 mennessä [2] ja tarjota yhä enemmän vihreään siirtymiseen tarvittavia kokonaisuuksia. Kuvassa 1 näkyy VEO Oy:n logo ja kuvassa 2 Runsorin toimipisteen pääsisäänkäynti.



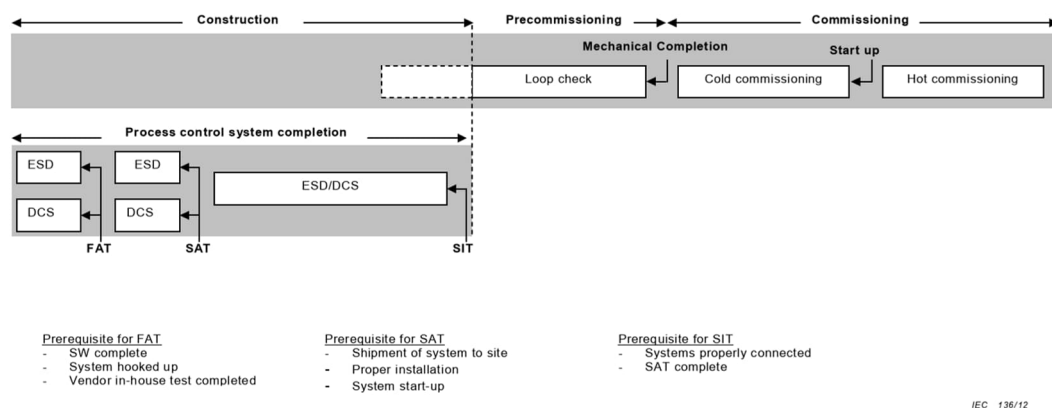
Kuva 1. VEO:n logo.



Kuva 2. VEO Oy Runsorin toimipiste.

2 FAT

FAT eli factory acceptance test on tuotteen viimeistelyvaiheeseen kuuluva toimenpide, joka suoritetaan tehdastarkastuksen eli rutiinitestauksen jälkeen usein yhdessä asiakkaan kanssa. FATin tavoitteena on todentaa tuotteen toimivuus erilaisia testausmenetelmiä käyttäen. FAT ei aina ole pakollinen vaihe tuotteen valmistuksessa, mutta sen antamat hyödyt ovat jo pitkään olleet tiedossa teollisuudessa. Se auttaa vähentämään turhia kustannuksia ja nopeuttaa projektin valmistumista löytämällä mahdolliset puutteet jo tehtaalla, ennen kuin tuote on lähetetty asiakkaalle. Tarvittavat korjaustoimenpiteet veisivät huomattavasti enemmän aikaa työmaalla, lisäksi mahdollisten varaosien hankkiminen voi olla hankalaa kohteen sijainnin mukaan. Kaikki tämä voidaan välttää pitämällä FAT-tilaisuus. Kuva 3 havainnollistaa FATin sijoittumista tuotteen valmistusprosessissa.



NOTE The loop check can actually be started during the construction phase once the required infrastructure has been installed.

Kuva 3. FAT osana tuotteen valmistusprosessia [3].

FATia ei tule sekoittaa SATin eli käyttöönottotarkastuksen kanssa. FAT suoritetaan yleensä tehtaalla simulaatioiden avulla ja rakentamalla tuotteen ympärille mahdollisimman samankaltaiset olosuhteet kuin mitä määränpäässä tulee olemaan. SAT tehdään vasta, kun tuote on asennettu lopulliseen kohteeseensa, jossa otetaan uudet mittaustulokset todellisissa käyttöolosuhteissa.

2.1 Standardit

IEC eli International Electrotechnical Commission on kansainvälinen sähköalan standardointiorganisaatio. Sen tehtävänä on laatia ja julkaista kansainvälisiä sähkötekniisiä standardeja, jotka toimivat eurooppalaisen ja kansallisen standardointityön pohjana. IEC:n asettamat standardit ovat tärkeitä, koska niiden avulla elektroniset tuotteet ja palvelut ovat keskenään yhteensopivia ja toimivat oikein kaikkialla maailmassa [4]. Kuvassa 4 on IEC:n logo.



Kuva 4. IEC:n logo.

Tehdashyväksyntätestin perusteita käsittelevät IEC 62381 (Automation systems in the process industry- Factory acceptance test (FAT), site acceptance test (SAT), and site integration test (SIT)) [3] ja IEC 61511 (Functional safety- Safety instrumented systems for the process industry sector) [5]. Standardit kertovat, miten FAT-tilaisuuudet pääosin etenevät, mitä kukin vaihe pitää sisällään sekä kenen vastuulla tehtävä toimenpide on. IEC 62381 tulee uudistumaan vuoden 2024 loppupuolella, mikä voi muuttaa tämän työn lopullisia tuloksia. IEC 61511 uudistetaan vastaavasti vuoden 2026 aikana.

2.2 Dokumentit

FAT-dokumentaatio pitää sisällään projektin kaikkien eri vaiheiden sopimukset, sertifikaatit, piirikaaviokuvat ja tulokset [6]. Tämä koskee sekä asiakkaan että valmistajan jokaista projektiin liittyvää tiedostoa. Molempien osapuolien kannalta on tarkoituksenmukaista pitää kirjaa saaduista dokumenteista, etteivät

mahdolliset muutokset projektissa aiheuta erimielisyyksiä tuotteen testausvaiheessa.

2.3 Ennakkotoimenpiteet

Ennen varsinaista asiakas-FATin pitämistä, on syytä valmistella sitä varten vaadittavat dokumentit, agenda ja muut tärkeät tiedostot. Ne lähetetään asiakkaalle vähintään kaksi viikkoa ennen testitilaisuutta ja mahdollisista muutoksista voidaan vielä sopia ennakkoon.

VEOlla kaikki edellä mainittu kuuluu FAT-kutsuun, joka sisältää saapumisohjeet (Liite 1), FAT kutsukirjeen (Liite 2), FAT-protokollan (Liite 3) sekä FAT-puutelistan (Liite 4). Näiden lisäksi VEOlla ennakkotoimenpiteisiin kuuluu testipaikan varaaminen, sähkötyöturvallisuusvalvojan nimeäminen sekä tuotteen valmiusasteen tarkastaminen yhdessä tarkastamon kanssa.

2.4 FATin aikana ja sen jälkeen tapahtuvat toimenpiteet

Valmistaja voi itsenäisesti suorittaa FAT-testit, mutta asiakkaan on myös hyvä olla niissä mukana. Jos FAT suoritetaan tehtaalla, on tehtaalla hankittava tarvittavat testilaitteistot sen suorittamiseen [3]. Yleisesti FAT-testit suoritetaan tehtaalla omilla testipohjilla, mutta joidenkin projektien kohdalla asiakas haluaa itse päättää, mitkä testit tuotteelle suoritetaan. Tehdashyväksyntätestit etenevät vaihe vaiheelta, testi kerrallaan. Jos sen aikana huomataan puutteita tai muita vikoja tuotteessa, merkitään ne kutsussa lähetetylle poikkeamalistalle.

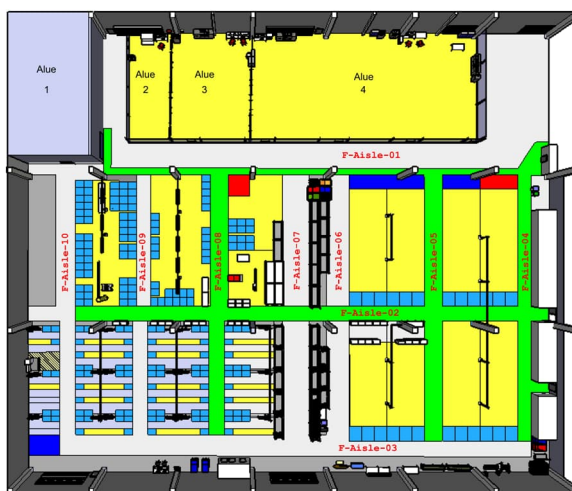
Testien aikana havaitut puutteet käydään läpi poikkeamalistalla avulla. Siihen merkitään, milloin puutteet korjataan ja kuka ne korjaa. Molemmat osapuolet allekirjoittavat puutelistan, ja tarvittavat muutos-/korjaustoimet voivat alkaa. FAT voidaan joutua uusimaan vaadittavien korjausten takia, jotta saadaan todennettua tuotteen täysi toimivuus. Kun testit ovat menneet hyväksytyksi läpi ja tuotannossa tehtävät puutteet on korjattu, tuote voidaan lähettää määränpäähensä. Usein asiakkaan aikatauluista ja mahdollisista lisätöistä johtuen

joitain korjaustöitä joudutaan jättämään työmaavaiheeseen. Sitä yritetään kuitenkin välttää, koska työmaalla tehtävät korjaustyöt eivät ole kustannustehokkaita VEOlle eikä asiakkaalle.

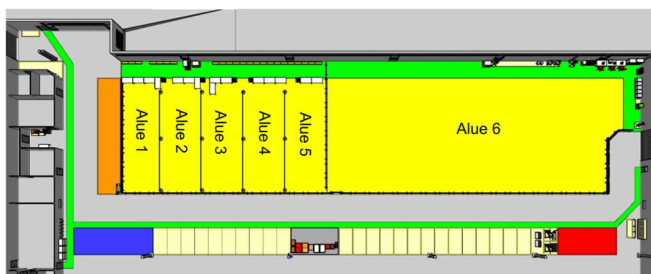
3 FAT VEOLLA

3.1 Testialueet

Tällä hetkellä FAT-testejä suoritetaan niin paljon, että VEO on joutunut laajentamaan toimintaansa myös tien toisella puolella sijaitsevaan vuokralla olevaan tehdasrakennukseen eli Hanzan. Tehtaan puolella on neljä FAT-aluetta ja Hanzalla testialueita on kuusi. Sekä tehtaalla että Hanzalla on yksi isompi testialue suurimpia projekteja varten. Suurimmissa projekteissa vaatimuksena on mm. koko ohjaus järjestelmän kommunikation varmistaminen useiden kymmenien kojeistojen välillä. Kuvassa 5 on esitelty tehtaan FAT-alueet ja kuvassa 6 näkyy Hanzalla olevat FAT-alueet.



Kuva 5. Tehtaan FAT-alueet [7].

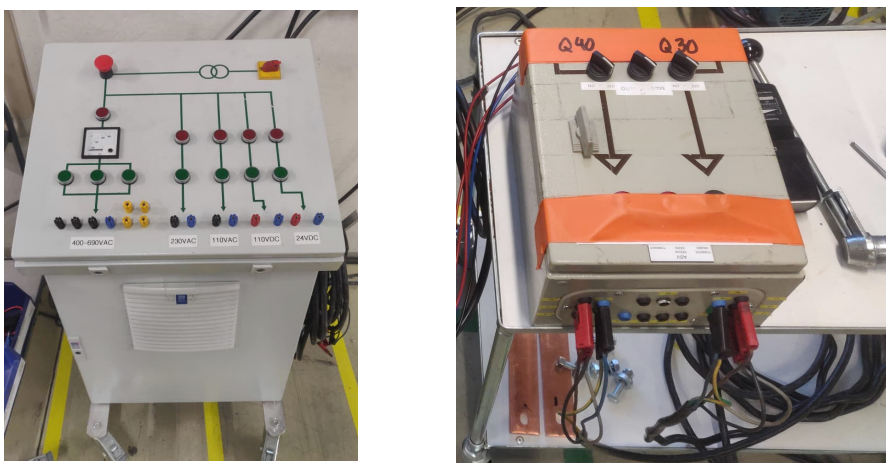


Kuva 6. Hanzan FAT-alueet [8].

3.2 FAT-testeissä käytettävät mittaus- ja testilaitteet

VEOlta löytyy monia erilaisia testilaitteita ehjän kokonaisuuden todentamiseen. Mittauslaitteet kalibroidaan aina säännöllisin väliajoin, jotta voidaan olla varmoja mittalaitteiden antamista mittaustuloksista. Testien avulla voidaan todeta SFS 6000 & 6100 standardin mukaiset vaatimukset.

Kojeistojen sähköistys voidaan hoitaa esimerkiksi kuvan 7 mukaisella siirrettävillä jännitelähteillä. Laite saa jännitteensä seinässä olevasta suurjännitepistokkeesta ja muuntaa sen eri jännitetasoihin kokeita varten. Normaalin FAT-testin aikana kuormat eivät ole suuria, joten 5x2,5mm²-testikaapelit riittävät, jotta kojeiston laitteisto saadaan toimimaan. Jännitelähteen vieressä on vielä erillinen kytkin, jolla voidaan katkaista halutun kojeiston sähköt ja todentaa, että mahdolliset suojaustoiminnot ja jälleenkytkennät toimivat oikein, vaikka yksi lähtö tippuisikin pois.



Kuva 7. Liikuteltava muuntaja ja testi-katkaisija.

Megger Sverker 900 (Kuva 8.) on releiden ja sähköasemien testausjärjestelmä. Sitä voidaan käyttää tehdasolosuhteissa sekä paikan päällä itse kohteessa. Aikaisemmat mallit 650, 750 ja 780 ovat 1-vaihetestausjärjestelmiä, mutta 900-malli kykenee testaamaan 3-vaihemittauksia. Sverkerillä testataan mm.

suojareleiden toimivuutta, virta- ja jännitemuuntajien muuntosuhteita, impedanssin suuruutta, sekä SCADA-järjestelmien toimivuutta.



Kuva 8. Megger Sverker 900.

Megger BM222-eristysvastusmittarilla (Kuva 9.) testataan kojeiston vaiheiden, N- ja PE kiskot ja näiden välisten resistanssien suuruus. Testi varmistaa, etteivät kiskot ole vaurioituneet asennuksien aikana, eivätkä kosketa toisiaan missään kohtaa eikä kojeistossa ja sen kiskostoissa ole mitään sinne kuulumatonta, mistä voisi seurata oikosulku. Testijännitteenä voidaan käyttää joko 500V tai 1000V riippuen mitattavasta kohteesta.



Kuva 9. Megger BM222.

Kikusui TOS 5050A suurjännitetestilaitetta (Kuva 10.) käytetään todentamaan, ettei kiskojen eristykseen ole tullut vaurioita tai etteivät kiskot ole liian lähellä toisiaan. Testin aikana laite antaa asetetun kV-määrän mittauskohteeseen ennalta asetetun ajan verran ja mittaa, pääseekö jännite karkaamaan kiskosta toiseen.



Kuva 10. Kikusui TOS 5050A.

3.3 Uusi FAT-testialue

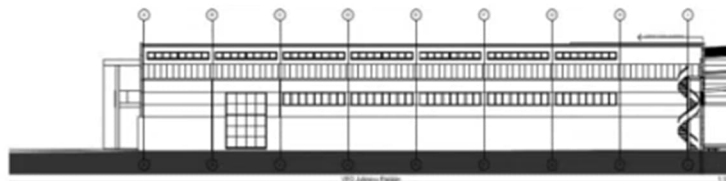
VEOille on rakenteilla uusi laajennus tehdasalueen kylkeen, johon on suunniteltu uusi asiakas-FAT-alue. Laajennus on tarpeellinen, sillä vain osa nykyisistä FAT-testeistä pystytään tekemään saman rakennuksen sisällä. Tulevaisuudessa kojeistoja ei enää tarvitse siirtää tien toiselle puolelle testattavaksi, mikä nopeuttaa testien aloittamista ja helpottaa projektien etenemistä. FAT-testit tullaan pitämään laajennuksen ensimmäisessä kerroksessa ja tarvittavat palaverit pidetään toiseen kerrokseen tulevissa neuvotteluhuoneissa. Kuvassa 11 on laajennuksen pohjapiirustus.

PRELIMINARY ELEVATIONS

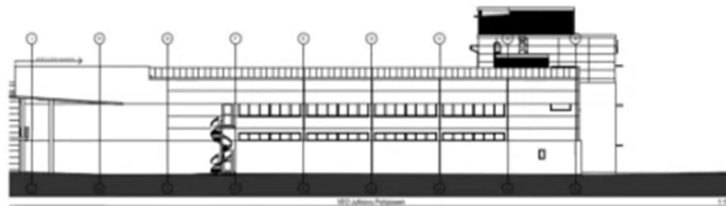
Julkisivu länteen
Elevation West



Julkisivu etelään
Elevation South



Julkisivu pohjoiseen
Elevation North



Kuva 11. Uusi laajennus [9].

4 UUSI TOIMINTAMALLI

Alusta alkaen haluttiin lähteä kehittämään ideaa eri tasoista FAT-ohjelmista. Tämä helpottaa asiakas-FAT-tilaisuuksien ajallista arviointia sekä tilaisuuteen tarvittavien laitteiden valmistelua. Aluksi lähdimme kehittämään asiaa kolmen eri tason kautta, mutta myöhemmin huomasimme, etteivät ne tule riittämään. Lopulliseksi tasojen määräksi kehittyi lopulta viisi eri tasoa.

Tasossa 1 ei pidetä varsinaista asiakas-FAT-tilaisuutta ollenkaan. Tämä on suunniteltu VEOn pienimmille projekteille, joihin riittää talon sisäinen tehdastarkistus, kuvat tuotteesta sekä dokumentit. Kuvat ja dokumentit lähetetään asiakkaalle tarkastettavaksi, ja kun asiakas on todennut ne hyväksi, voidaan tuote lähettää määränpäähensä.

Tason 2 FAT-tilaisuus on ensimmäinen asiakkaalle järjestettävä FAT. Se sisältää kaiken saman kuin taso 1, mutta kyseiset tiedostot todetaan paikan päällä päteviksi. Sen lisäksi taso 2 pitää sisällään VEOn tekemän FAT-protokollan, jonka mukaan asiakas-FAT suoritetaan. Tämä helpottaa VEOn kannalta tehdashyväksyntätestin suorittamista, kun tiedetään etukäteen, mitä sen aikana tulee tapahtumaan. Virallisen valvojan läsnäolo on myös sallittu, jos tehdashyväksyntätesti sitä vaatii. Virallinen valvoja on yleensä mukana, kun kyse on turvallisuuden tai ympäristöön liittyvistä asioista. Valvoja voi olla myös muuten vain tarkistassa, että kaikki vaatimukset täyttyvät ennen kuin tuote lähetetään asiakkaalle.

Taso 3 lisää asiakkaalle mahdollisuuden tehdä oma FAT-protokolla, jota käytetään tehdashyväksyntätestin aikana. Rajoitteena on tietenkin VEOn FAT-taso 3, joka sallii edelliseen tasoon verrattuna spottitarkastuksia syöttölaitteisiin ennalta sovitun prosenttiosuuden verran. Kaikkia lähtöjä ei välttämättä FATin aikana tarkasteta (varsinkin suurissa projekteissa), mikä nopeuttaa sen kulkua. Myöhemmin SITn aikana jokainen lähtö tarkastetaan erikseen.

Taso 4 on jo vaativa. Se edellyttää kaikkien projektissa olevien kojeistojen liittämistä keskenään sähköisesti. Tämä tehdään sen vuoksi, että voidaan testata kokonaisuuden toimivuus. Esimerkiksi jos pääsyötöstä katoaa yhtäkkisesti jännite, osaa automaattinen syötönvaihto vaihtaa jännitelähdettä hallitusti toiseen. Tämän lisäksi tarkkaillaan mimiikan toimintaa, väritystä ja symboleita ja katsotaan, että se vastaa kojeiston toimia.

Taso 5 on täysimittainen testaus projektiin kuuluvalla kokonaisuudelle. Tämä suoritetaan esimerkiksi ydinvoimalaprojekteissa, jossa on äärimmäisen tärkeää, että jokainen signaali toimii. Tämä toteutetaan esimerkiksi simulaatiolla, joiden avulla voidaan testata väyläliikenteen ja I/O moduulien toimintaa.

5 MYYNTIESITE

Uusia projekteja varten myyntivaiheeseen tarvittiin selkeä, havainnollistava pohja saatavilla olevista eri tasoista. Kuvassa 12 on esiteltynä VEO:n eri vaihtoehdot FAT-tasoille ja niiden tarjoamat testimahdollisuudet. Tämän avulla asiakkaan on ostovaiheessa helppo ymmärtää, mitä eri tasot pitävät sisällään. Tarvittaessa myynnin henkilöstö auttaa asiakasta valitsemaan oikean tason kyseiselle projektille.

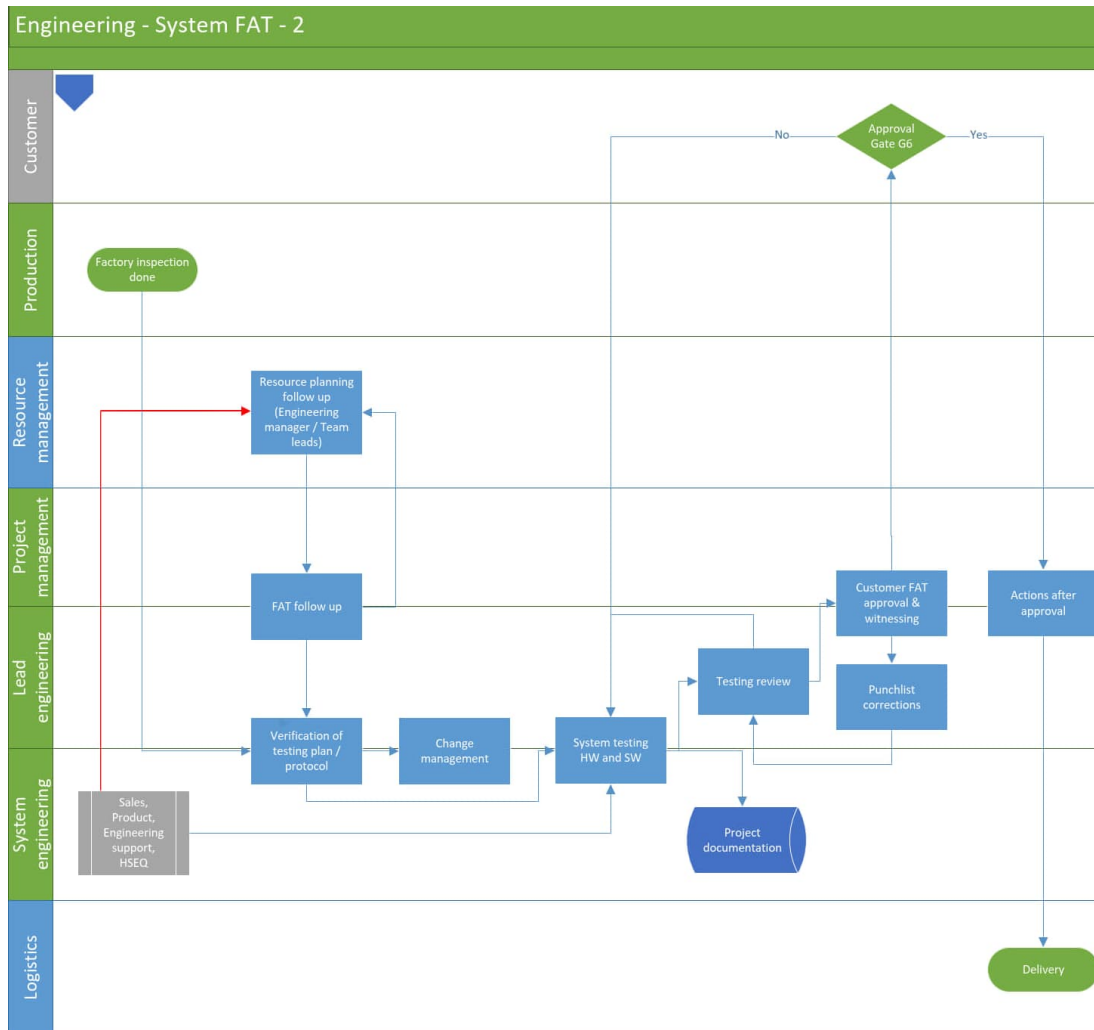
VEO					
VEO FAT LEVELS					
	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
Routine test reports	✓	✓	✓	✓	✓
Pictures of cabinets	✓	✓	✓	✓	✓
Certificates and Documents	✓	✓	✓	✓	✓
Customer FAT to be held	✗	✓	✓	✓	✓
Testing according to VEO FAT protocol *	✗	✓	✓	✓	✓
Testing according to CUSTOMER FAT protocol *	✗	✗	✓	✓	✓
Spot/ type testing of feeders **	✗	✗	✓	✓	✓
Full system testing, without communication	✗	✗	✗	✓	✓
Full system testing, with communication	✗	✗	✗	✗	✓
Official authorities can be present during FAT if necessary	✗	✓	✓	✓	✓
FAT concerns only VEO scope. Interface testing is not included. * Only one shall be done ** Only X% of feeders will be tested					

Kuva 12. Myyntiesite.

Kun asiakkaan kanssa on saatu sovittua oikea FAT-taso, voidaan asiasta informoida VEO:n sisäisesti eteenpäin. Tehdashyväksyntätestin lähestyessä voidaan FAT-suunnitelmakeskustelut aloittaa asiakkaan kanssa viittaamalla asiakkaan valitsemaan FAT-tasoon. Tämä antaa selkeän pohjan sille, mistä lähdetään liikkeelle. Tarpeen mukaan ohjelmaan lisätään asiakkaan toiveita.

Kuvassa 13 on esiteltynä FATin prosessi. Punainen viiva korostaa uutta reittiä tiedonkulun siirtymiselle. Aiemmin FAT-ohjelmien rakentaminen on alkanut vasta

kun ensimmäinen FAT-palaveri on pidetty. Aiemmin asiakkaan testitoiveet saattoivat yllättää tässä kohtaa, kun tuotteen myyntivaiheessa ei ollut tarkoin määritelty FATin sisältöä. Nyt kun taso on sovittu jo etukäteen, on sekä asiakkaalla että VEOlla hyvä pohja, josta aloittaa neuvottelut.



Kuva 13. FAT-prosessi [10].

6 FAT-TESTIRAPORTTI

Osana opinnäytettä oli myös tehdä yhteinen FAT-testiraporttipohja VEO:n käyttöön. VEO on aiemmin toiminut eri osastoina, mutta uusi liiketoimintamalli pyrkii muokkaamaan eri asiakkuuksien prosesseja mahdollisimman samankaltaisiksi. Yhteinen FAT-protokollamalli, auttaa saamaan osastojen väliset eroavaisuudet mahdollisimman pieniksi.

6.1 Kansilehti

Kuvassa 14 on esiteltyä protokollan kansilehti. Tähän kirjataan projektin oleellimmat tiedot FAT-tapahtumasta, kuten mikä on projektin tunnistus, nimi, mitä kaappia FATissa tullaan tutkimaan, asiakkaan nimi, FAT-taso, raportin revisio sekä FAT-päivänmäärä(t). Lisäksi sivun alhaalla on VEO Oy:n yhteystiedot.

1/5

VEO		FAT test report						
Project ID:	KX.XXXXX							
Project name:	XXXXXXX							
Concerning:	Cabinet 1							
Customer:	XXXXXXX							
FAT plan:								
Rev:	-							
Date(s):	XX.XX.2024-XX.XX.2024							
<table border="1"> <tr> <td>VEO Oy</td> <td>Tel. +358 207 1901</td> </tr> <tr> <td>Runsorintie 5</td> <td>Business ID FI1571996-6</td> </tr> <tr> <td>FI-65380 Vaasa, Finland</td> <td>veo.fi</td> </tr> </table>			VEO Oy	Tel. +358 207 1901	Runsorintie 5	Business ID FI1571996-6	FI-65380 Vaasa, Finland	veo.fi
VEO Oy	Tel. +358 207 1901							
Runsorintie 5	Business ID FI1571996-6							
FI-65380 Vaasa, Finland	veo.fi							

Kuva 14. FAT-protokollan kansilehti.

6.2 Dokumentointi

Kansilehden jälkeen on hyvin yleistä, että FAT aloitetaan katsomalla dokumentointi läpi. Tämän vuoksi seuraavalle sivulle protokollaan on sijoitettu dokumentaatio. Kuvassa 15 listan ylhäälle on merkattuna projektin tiedot. Solut päivittyvät automaattisesti kansilehden tietojen mukaan. Ainoastaan tekijä ja päivämäärä on lisättävä dokumentaationsivulle, minkä jälkeen nekin päivittyvät muille sivuille. Sen jälkeen pohjaan on merkattuna kyseisen listan tarkoitus (dokumentointi) sekä tutkinnan kohteita. Nämä käydään yksitellen läpi ja sitä mukaan täytellään Result eli tuloskohta. Tulos voi olla jokin neljästä: OK, FAIL, N/A tai PWR, jotka voidaan valita pudotusvalikosta kyseisen aiheen kohdalla. Mikäli jokin aihe vaatii huomauttamista (PWR), on listan oikealle lisätty sarake, josta näkyy, mihin poikkeamalistan riviin huomautuksen aihe on selitetty tarkoin. Sen lisäksi, jos haluaa tiivistää poikkeamalistan kommentin, on sille jätetty tilaa sarakkeeseen. Listan alaosassa näkyvät vielä tulos lyhenteiden määritelmät.

2/5

VEO		FAT report		Date(s):	XX.XX.2024-XX.XX.2024	Rev: -
Project:	XX.XXXXX	Pr. Name:	Xxxxxxx	Customer:	Xxxxxxx	
Made by / date:		Last updated by / date:		Approved by / date:		
Documentation						
Cabinet ID:	Cabinet 1					
#	Subject	Result	Punch list # / additional remarks			
1	Layout drawing					
2	Single line diagram					
3	Circuit diagram					
4	Part list					
5	Nameplate lists					
6	Fuse lists					
7	Functional description					
8	Profinet diagram					
9	Routine Verification Test Report					
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

OK = Pass FAIL = Fail N/A = Not Applicable PWR = Pass With Remarks

Kuva 15. Dokumentointilista.

6.3 Visuaalinen ja mekaaninen tarkastus

Dokumentoinnin jälkeen siirrytään tarkastelemaan itse fyysistä kojeistoa. Ennen laitteen sähköistystä käydään läpi visuaaliset ja mekaaniset ominaisuudet, joita ovat mm. fyysiset mitat, kilpiarvot, pääkiskojen ja maadoitusten kiinnitykset, komponenttien tarkastus sekä kuljetusalustan tarkastaminen. Listan pohja on sama kuin protokollan muissakin kohdissa ja se on myös muokattavissa, jos haluaa tarkentaa, mitä kaikkea jokin testi/tarkastus pitää sisällään (kohdat 10 ja 11).

3/5

VEO		FAT report		Date(s):	XX.XX.2024-XX.XX.2024	Rev: -
Project:	KX.XXXXX	Pr. Name:	Xxxxxxx	Customer:	Xxxxxxx	
Made by / date:		Last updated by / date:		Approved by / date:		
Visual / Mechanical						
Cabinet ID:	Cabinet 1					
#	Subject	Result	Punch list # / additional remarks			
1	Mechanical structures, (dimensions,color, locks etc.)					
2	Rating plate					
3	Main busbars and earthing					
4	Components selected as per specification					
5	Components location, fixing and labeling					
6	Internal wiring, Cable ducts					
7	Halogen free wiring					
8	Transportation breal -connections					
9	Control voltages					
10	Plates and signs <ul style="list-style-type: none"> • Switchboard's cubicle and compartment plates • Warning plates • Consumer nameplates • Door mounted equipment plates • 					
11	Exernal cable connection, power terminalst and accessories <ul style="list-style-type: none"> • Main power suply connections and routes • Fieldbus cable connections and routes • Consumers cable connections and routes • Phase/PE markings • 					
12						
13						

OK = Pass FAIL = Fail N/A = Not Applicable PWR = Pass With Remarks

Kuva 16. Visuaalinen ja mekaaninen tarkastuslista.

6.4 Toiminnalliset testit

Kun visuaaliset ja mekaaniset tarkastukset on saatu valmiiksi, siirrytään toiminnallisiin testeihin (Kuva 17.). Niiden aikana testataan esim. eristysvastusmittaukset ja läpilyöntikoe. Kun nämä testit on läpäisty, voidaan kojeistoon kytkeä pääjännite muita testejä varten. Näitä ovat mm. valokaarisuojaus, lukituksien testaus, automaattinen syötönvaihto ja katkaisijan toiminta.

4/5

FAT report				Date(s):
Project:	KX.XXXXX	Pr. Name:	Xxxxxxx	XX.XX.2024-XX.XX.2024
Customer:			Xxxxxxx	Rev: -
Made by / date:		Last updated by / date:		Approved by / date:
Functional tests				
Cabinet ID:	Cabinet 1			
#	Subject	Result	Punch list # / additional remarks	
1	Breaker operation and interlocking according function description			
2	Breaker test reports			
3	Insulation monitor			
4	Power quality meter			
5	Arc protection			
6	Automatic switchover/bypass functionality (EPS and bypass)			
7	Earthing disconnector interlocking			
8	Interlockings			
9	Simocode testing through TIA portal			
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
OK = Pass FAIL = Fail N/A = Not Applicable PWR = Pass With Remarks				

Kuva 17. Toiminnalliset testit.

6.5 Lopullinen tulos

Kaikkien testien jälkeen tehdään yhteenveto tehdashyväksyntätelistä. Kuvassa 18 näkyy lopullisten tulosten kolme eri vaihtoehtoa. Jos testien aikana ei huomattu mitään puutteita tai virheitä, voidaan kojeisto lähettää suoraan asiakkaalle (vaihtoehto 1). Toinen vaihtoehto koskee toiminnan kannalta epäoleellisia muutoksia, esim. puuttuvien tarrojen asettelua, joka voidaan hoitaa työmaalla kuntoon (vaihtoehto 2). Viimeinen vaihtoehto koskee kojeistoja, joissa on jotain puutteita tai huomautettavaa. Ne on korjattava ennen tuotteen lähettämistä. Puutteista on sovittu asiakkaan kanssa erikseen poikkeamalistalle (liite 4), jossa on kerrottu, kenen vastuulla korjaustoimenpide on, mitä se koskee ja milloin se suoritetaan (esim. VEO korjaa tehtaalla kaapin X kiskoston kuntoon ennen 01.01.2024) (vaihtoehto 3). Lopuksi sivun alareunaan merkitään päivämäärä, jolloin FAT tulee päätökseen sekä molempien osapuolten edustajien allekirjoitukset. Tämän jälkeen mahdolliset korjaustoimet voivat alkaa ja FAT on tullut päätökseensä.

5/5

VEO		FAT report		Date(s): XX.XX.2024-XX.XX.2024 Rev: -
		Project: KX.XXXXX	Pr. Name: Xxxxxxx	Customer: Xxxxxxx
Made by / date:		Last updated by / date:		Approved by / date:
Inspection results				
Cabinet ID: Cabinet 1				
#	Subject	Result	Remarks	
1	The product is accepted and ready for delivery.			
2	The product is accepted and ready for delivery with remarks.			
3	The product is accepted and ready for delivery after corrective actions are done.			
Vaasa _____.2024				
Customer Name:		VEO Name:		
Signature: _____		Signature: _____		

Kuva 18. Päätessivu.

7 PARANNUSIDEOITA

Tulevaisuudessa työssä tehtyjen testipohjien kehittämistä on tarkoitus jatkaa. Palaverien aikana on tullut esiin muita tarpeita ja ehdotuksia testipohjaan liittyen. Työ onkin jatkuvaa kehitystä vailla valmis, ja varsinaista lopullista versiota tullaan aina muokkaamaan ajan kanssa.

VEOlla on eri kojeistotyypeille omia logoja. Kansilehteen tullaan lisäämään tuotekohtainen logo tarkentamaan, minkä tuotteen FAT on kyseessä. Kuvassa 19 on esiteltyinä muutama VEOlla käytössä oleva logo.



Kuva 19. Tuotteiden logoja

Testipohjaan on myös tarkoitus lisätä standardisarake, josta voi testien aikana katsoa, minkä standardin mukaan kyseinen testi on tehty. Kyseistä ominaisuutta ei vielä ole lisätty, sillä VEO tekee projekteja ympäri maailman, ja eri puolella maailmaa pätevät eri standardit. Jokaisen testin kohdalla pitäisi katsoa erikseen, mitä standardia käytetään ja mikä on kyseisessä standardissa tarkka kohta testin määritelmälle. Tämä on erittäin työläs prosessi ja, koska kaikki FAT-tilaisuudet eivät ole samanlaisia, pitäisi tehdä useita eri versioita. Tulevaisuudessa olisi tarkoitus lisätä standardifiltteri, jonka avulla jokainen testikohdan standardiviittaus muuttuisi automaattisesti oikeaksi.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tuloksena saatiin VEOLle aikaan yhtenäinen FAT-prosessi, protokollamalli ja siihen liittyvät FAT-tasot. Pohjaa ehdittiin testaamaan muutaman kerran ennen tämän insinööriyön valmistumista. Näiden testien perusteella pohja on hyvin rakennettu eikä se vaadi suuria muutoksia. Pohja julkaistiin VEOn käyttöön 24.4.2024 ja on nyt mukana uusissa projekteissa.

Pohjaa ei vielä ole käytetty joka osastolla, joten tulevaisuudessa on mahdollista, että sitä pitää vielä muokata eri osastoille sopivaksi. Tarkoituksena ei ollut tehdä listaa, jossa on kaikki mahdolliset testit listattuna, vaan yhtenäinen FAT-pohja, johon pystyy merkitsemään kaiken tarpeellisen.

9 LÄHDELUETTELO

- [1] H. Sippola, VEO:n tarina, Vaasa: VEO Oy, 2017.
- [2] VEO Oy, "VEO verkkosivut," [Online]. Available: <https://veo.fi/fi/tietoa-meista/yritys/>. [Haettu 08 01 2024].
- [3] "IEC 62381:2012 Automation systems in the process industry - Factory acceptance test (FAT), site acceptance test (SAT), and site integration test (SIT)," Suomen standarditoimistoliitto SFS, 2012.
- [4] Polaridad, "Polaridad.es," [Online]. Available: <https://polaridad.es/fi/Mik%C3%A4-on-IEC-ja-mik%C3%A4-on-sen-merkitys-elektronikassa%3F/>. [Haettu 24 01 2024].
- [5] "IEC 61511-1:2016 Functional safety - Safety instrumented systems for the process industry sector - Part 1: Framework, definitions, system, hardware and application programming requirements," Suomen standarditoimistoliitto SFS, 2016.
- [6] S. Peiris ja D. s. Nayanthara, "RE-engineered factory acceptance testing under the new normal," Emerald Group Publishing Limited, Bingley, 2022.
- [7] VEO Oy, *Sisäinen dokumentti, F-hallin käytävät*, Vaasa, 2022.
- [8] VEO Oy, *Sisäinen dokumentti, tehtaan kartta*, Vaasa, 2022.
- [9] VEO Oy, *Sisäinen esittely*, Vaasa, 2023.
- [10] VEO Oy, *Sisäinen dokumentti, Engineering- System FAT-2 rakenne*, Vaasa, 2021.

LIITTEET

Liite 1. Saapumisohje VEOLle



Tervetuloa VEOLle

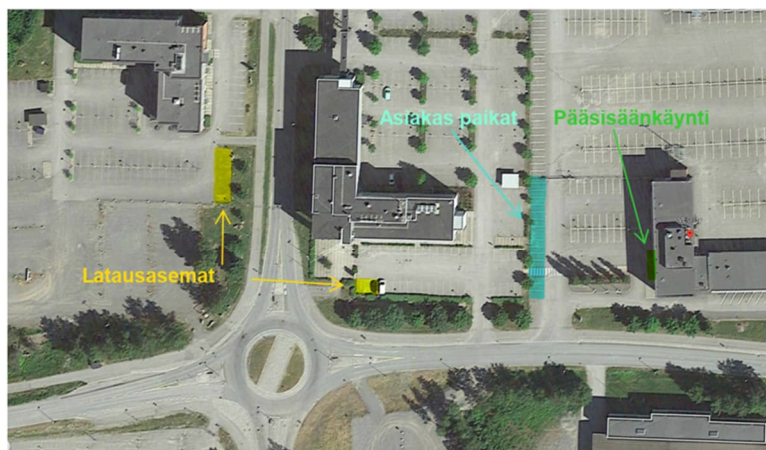
VEO Oy
Osoite: Runsorintie 5
Postinumero: 65380 Vaasa, Finland

Saapuessasi autolla VEOLle voit jättää autosi sinisellä merkatulle alueelle.

Jos haluat ladata sähköautoasi, latauspisteitä löytyy viereisiltä parkkipaikoilta keltaisella merkatuilla alueilta.

Kun olet saanut autosi parkkiin voit mennä pääsisäänkäynnistä sisälle ja ilmoittautua vastaanotossa. Teemme sinulle vierailija kortin, että pääset kulkemaan tiloissamme ja soittamme VEO yhteyshenkilöllemme.

Muiden kysymysten ilmaantuessa otathan yhteyttä sähköpostilla: frontdesk.veo@veo.fi tai soittamalla: [+358 207 1901](tel:+3582071901)



VEO Oy
Runsorintie 5
FI-65380 Vaasa, Finland

Tel. +358 207 1901
Business ID FI1571996-6
veo.fi

Liite 2. FAT-kutsu



FAT INVITATION

1.17.2024

VEO Oy
 Project manager: Matti Meikäläinen
 Tel. +358 50 358 3583

Customer ref: XX xxxxxx
 VEO ref: XX.xxxxx

Concerning: XXX project

XXXXXX switchgear
 XXXXXX switchgear
 XXXXXX Ext. switchgear

Date(s) of FAT: 1.17.2024 - 1.28.2024

Place of FAT: VEO Oy, Runsorintie 5, 65380 Vaasa, FINLAND

Agenda for FAT: PRELIMINARY – Testing will be done according to **Choose type!** testing plans.

Day 1	
08:00 -	FAT agenda ^{1,2} , general introduction to VEO facilities and mode of working, safety procedures.
08:30 -	Introduction to testing area and test equipment, testing procedures. Inspections, testing.
09:00 -	Review of documentation, inspections, testing
12:00 -	Lunch
13:00 -	Concluding tests
15:00 -	FAT summary meeting, protocol signing
16:00 -	End of FAT

VEO Oy
 Runsorintie 5
 FI-65380 Vaasa, Finland

Tel. +358 207 1901
 Business ID FI1571996-6
 veo.fi

**Safety at FAT:**

Safety procedures will be covered at the opening meeting and minimum required PPE (safety shoes of galosh type and visitor vest) will be available for visitors to borrow for the duration of the FAT. Please note, for your safety long legged pants are required at the production and FAT areas.

Unless otherwise agreed our technicians will perform any tests including live circuits. In case you wish to perform proprietary live tests, please contact us beforehand to ensure proper safety procedures are arranged.

Misc:

In order to prepare the proper arrangements for your visit, please inform us well in advance of the list of participants, including:

- Name and company
- Contact details
- Time/date of arrival and departure
- Allergies or other requests requiring special attention

NB!

1. The VEO standard testing program includes visual inspection, voltage and insulation resistance tests (performed prior as part of routine tests), parametrization checks (if applicable) and functional tests of basic protection functions (e.g. interlockings, arc protection). Specific testing program needs to be determined beforehand and latest at opening meeting.
2. Testing area is prepared and reserved for use from 08:00 to 16:00 (excl. lunch breaks) on the day(s) of FAT. A testing supervisor will be present during the aforementioned hours. Entrance to the testing area is only allowed in the presence of an appointed supervisor.

Best regards

Matti Meikäläinen
VEO Oy

VEO Oy
Runsorintie 5
FI-65380 Vaasa, Finland

Tel. +358 207 1901
Business ID F11571996-6
veo.fi

Liite 3. FAT-protokolla

1/5



FAT test report

Project ID: KX.XXXXX

Project name: XXXXXXX

Concerning: Cabinet 1

Customer: XXXXXXX

FAT plan:

Rev: -

Date(s): XX.XX.2024-XX.XX.2024

VEO Oy Tel. +358 207 1901
 Runsimie 5 Business ID F11571996-6
 FI-65380 Vaasa, Finland veo.fi

2/5



FAT report			Date(s): XX.XX.2024-XX.XX.2024	Rev: -
Project: KX.XXXXX	Pr. Name: XXXXXXX		Customer: XXXXXXX	
Made by / date:	Last updated by / date:		Approved by / date:	

Documentation			
Cabinet ID: Cabinet 1			
#	Subject	Result	Punch list # / additional remarks
1	Layout drawing		
2	Single line diagram		
3	Circuit diagram		
4	Part list		
5	Nameplate lists		
6	Fuse lists		
7	Functional description		
8	Profinet diagram		
9	Routine Verification Test Report		
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

OK = Pass FAIL = Fail N/A = Not Applicable PWR = Pass With Remarks



FAT report			Date(s):	XX.XX.2024-XX.XX.2024	Rev: -
Project:	KX.XXXXX	Pr. Name:	Xxxxxxx	Customer:	Xxxxxxx
Made by / date:		Last updated by / date:		Approved by / date:	

Visual / Mechanical			
Cabinet ID:		Cabinet 1	
#	Subject	Result	Punch list # / additional remarks
1	Mechanical structures, (dimensions,color, locks etc.)		
2	Rating plate		
3	Main busbars and earthing		
4	Components selected as per specification		
5	Components location, fixing and labeling		
6	Internal wiring, Cable ducts		
7	Halogen free wiring		
8	Transportation breal -connections		
9	Control voltages		
10	Plates and signs • Switchboard's cubicle and compartment plates • Warning plates • Consumer nameplates • Door mounted equipment plates •		
11	Exernal cable connection, power terminalst and accessories • Main power suply connections and routes • Fieldbus cable connections and routes • Consumers cable connections and routes • Phase/PE markings •		
12			
13			

OK = Pass FAIL = Fail N/A = Not Applicable PWR = Pass With Remarks



FAT report			Date(s):	XX.XX.2024-XX.XX.2024	Rev: -
Project:	KX.XXXXX	Pr. Name:	Xxxxxxx	Customer:	Xxxxxxx
Made by / date:		Last updated by / date:		Approved by / date:	

Functional tests			
Cabinet ID:		Cabinet 1	
#	Subject	Result	Punch list # / additional remarks
1	Breaker operation and interlocking according function description		
2	Breaker test reports		
3	Insulation monitor		
4	Power quality meter		
5	Arc protection		
6	Automatic switchover/bypass functionality (EPS and bypass)		
7	Earthing disconnector interlocking		
8	Interlockings		
9	Simocode testing through TIA portal		
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

OK = Pass FAIL = Fail N/A = Not Applicable PWR = Pass With Remarks



FAT report			Date(s): XX.XX.2024-XX.XX.2024	Rev: -
Project: KX.XXXXX	Pr. Name: Xxxxxxx		Customer: Xxxxxxx	
Made by / date:	Last updated by / date:		Approved by / date:	

Inspection results			
Cabinet ID:		Cabinet 1	
#	Subject	Result	Remarks
1	The product is accepted and ready for delivery.		
2	The product is accepted and ready for delivery with remarks.		
3	The product is accepted and ready for delivery after corrective actions are done.		

Vaasa __, __, 2024

Customer
Name:

VEO
Name:

Signature: _____

Signature: _____



FAT report			Date(s): XX.XX.2024-XX.XX.2024	Rev: -
Project: KX.XXXXX	Pr. Name: Xxxxxxx		Customer: Xxxxxxx	
Made by / date:	Last updated by / date:		Approved by / date:	

Cabinet ID:		Cabinet 1	
#	Subject	Result	Punch list # / additional remarks
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

OK = Pass	FAIL = Fail	N/A = Not Applicable	PWR = Pass With Remarks
-----------	-------------	----------------------	-------------------------

Liite 4. FAT-poikkeamalista

VEO		FAT punch list		Date: 2024-01-17	Rev.: -		
Project: KXXXXXXXXX Project Name		Customer:		Approved by / date:			
Made by / date:		Last updated by / date:					
#	ID	Description	Responsible	Corrected	Change order request	Closed	Date
1	BFA901	EXAMPLE ROW: Switchgear labels need to be changed according to new specifications from customer	VEO Customer 3 rd party	At factory At site	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2024-01-17
2					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Click or tap to enter a date.
3					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Click or tap to enter a date.
4					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Click or tap to enter a date.
5					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Click or tap to enter a date.
6					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Click or tap to enter a date.
7					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Click or tap to enter a date.

Name: FAT punch list
 Classification level: INTERNAL
 DocID: VE000C-90-1927
 Revision: 1.1

VEO		FAT punch list		Date: 2024-01-17	Rev.: -		
Project: KXXXXXXXXX Project Name		Customer:		Approved by / date:			
Made by / date:		Last updated by / date:					
#	ID	Description	Responsible	Corrected	Change order request	Closed	Date

By signing this document customer approves that the product can be shipped to site after all the deficiencies to be done at factory have been corrected

Place and date

Signature: VEO representative

Signature: Customer representative

Deficiencies in above list to be done at factory are corrected before delivery

Place and date

Signature: VEO representative

Name: FAT punch list
 Classification level: INTERNAL
 DocID: VE000C-90-1927
 Revision: 1.1



FAT punch list			Date: 2024-01-17	Rev.: -			
Project: KXXXXXX Project Name		Customer:					
Made by / date:		Last updated by / date:	Approved by / date:				
#	ID	Description	Responsible	Corrected	Change order request	Closed	Date

Any incomplete work or nonconformity shall be recorded on the FAT punch list and categorized as follows:

- a) # = the number of the observation
- b) ID = identification of the product e.g. switchgear ID: BFA901
- c) Description = detailed information about the observation
- d) Responsible = who is responsible for the corrective actions; VEO; engineering, production, FAT inspection or Customer or 3rd party
- e) Corrected = where will the observation be corrected **At factory** (before delivery) or **At site** (after delivery)
- f) Change order request = tick the box if the observation includes additional/ modification work that needs to be invoiced
- g) Closed = tick the box when the observation is corrected
- h) Date = insert date when the observation is handled and completed

Name: FAT punch list

Classification level: INTERNAL

DocID: VEODOC-90-1927

Revision: 1.1