

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Sähkövoimatekniikka

Tutkintotyö

Tuomas Tihinen

**TAMPEREEN SÄHKÖLAITOKSEN VESIVOIMALAITOSTEN SÄHKÖLAITTEISTO-
JEN MÄÄRÄYSTEN MUKAISUUS**

Työn ohjaaja

DI Eerik Mäkinen, Tampereen Ammattikorkeakoulu

Työn teettäjä

Tampereen Sähkölaitos, valvojana suunnittelupäällikkö Esko
Lehtonen

Tampere 2006

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikka

Sähkövoimatekniikka

Tihinen, Tuomas

Tampereen Sähkölaitoksen vesivoimalaitosten sähkölaitteistojen määräysten mukaisuus

Tutkintotyö

56 sivua + 11 liitesivua

Työn ohjaaja

DI Eerik Mäkinen

Työn teettäjä

Tampereen Sähkölaitos, valvojana Ins. Esko Lehtonen

Helmikuu 2006

Hakusanat

määräysten mukaisuus, vesivoimalaitos, tarkastuspöytäkirja

TIIVISTELMÄ

Tämän työn tarkoituksena on ollut tarkastaa Tampereen Sähkölaitoksen vesivoimalaitosten sähkölaitteistojen määräysten mukaisuus.

Työssä on pyritty selvittämään tutkittavien kohteiden sähkölaitteistojen korjaustarve. Korjaustarve on syntynyt, kun on tehty selvästi turvallisuutta heikentävä havainto tai on havaittu asia, joka estää kunnossapito- tai käyttötoimien suorittamisen sähkötyöturvallisuusstandardin SFS 6002 mukaisesti. Yhtenä tavoitteena on ollut tehdä käyttökelpoinen tarkastuspöytäkirja Tampereen Sähkölaitoksen tulevia tarkastuskohteita varten.

Tarkastelukohteina ovat olleet Tampereen Sähkölaitoksen vesivoimalaitokset: Keskiputouksen, Tampellan ja Finlaysonin vesivoimalaitokset.

TAMPERE POLYTECHNIC

Electrical Engineering

Electrical Power Engineering

Tihinen, Tuomas

Standard in Hydroelectric Power Plants of Tampereen Sähkölaitos

Engineering thesis

56 pages + 11 appendices

Thesis Supervisor

Eerik Mäkinen (MSc)

Commissioning Company

Tampereen Sähkölaitos. Supervisor: Esko Lehtonen (Engineer)

February 2006

Keywords

standard, hydroelectric power plant, inspection record

ABSTRACT

The intention of this thesis is to inspect standard in hydroelectric power plants of Tampereen Sähkölaitos.

There is also an aspiration to solve need for repair electrical equipment in inspected objects. Need for repair has been came up when clearly unsafe perception has been made, or there has been perception which prevents maintenance tasks or acts of use according to electrical work safety – standard SFS 6002. One of the main goals has been to make an useful inspection record for Tampereen Sähkölaitos to be used in future inspection objects.

ALKUSANAT

Tampereen Sähkölaitos on ollut tärkeässä roolissa matkallani insinööriksi. Olen suorittanut opintoihin liittyvän työharjoittelun Tampereen Sähkölaitoksen Naistenlahden voimalaitoksella. Arvokkaan työkokemuksen lisäksi sain mahdollisuuden tehdä tämän tutkintotyön Tampereen Sähkölaitokselle, mistä kuuluu kiitos Jussi Wallinille.

Työn alkuvaiheessa työpisteeni sijaitsi Keskiputouksen voimalaitoksen tiloissa. Tehdessäni töitä kyseisessä toimipisteessä, oli sähkömestari Martti Valkeisaho suurena apuna vesivoimalaitosten tietoja ja piirustuksia koskevissa asioissa. Toimipisteen siirtyessä Naistenlahden voimalaitoksen tiloihin helpottui tarkastuspöytäkirjan laadinta ja itse työn rungon kirjoittaminen saadessani tärkeää apua sähköstandardeihin liittyen suunnittelupäällikkö Esko Lehtoselta. Vasta kun kaikki tarkastettavat asiat oli saatu kirjattua tarkastuspöytäkirjaan, pystyin suorittamaan kohteiden lopulliset tarkastuskierrokset. En saanut liikkua tarkastettavissa kohteissa yksin, vaan tarvitsin aina mukaani pätevän sähkömiehen. Yleensä mukanani laitoksilla oli Martti Valkeisaho, mutta sain tärkeää apua ja hyviä vinkkejä myös Tampereen Sähkölaitoksen energiantuotannon kunnossapitokeskuksen sähkömestarilta Matti Valkeiselta ja sähköasentajilta Jarmo Järviseltä ja Janne Pajuselta.

Aikataulullisesti pystyin saavuttamaan tavoitteeni ja muutenkin työ sujui kaikin puolin hyvin. Haluan vielä kiittää työn ohjaajaa Eerik Mäkistä hyvästä yhteistyöstä.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO	5
1 JOHDANTO	8
2 TAMPEREEN SÄHKÖLAITOKSEN ESITTELY.....	8
2.1 Voimalaitokset	9
2.2 Lämpökeskukset	10
3 TAMMERKOSKEN VESIVOIMALAITOKSET	11
3.1 Keskiputouksen vesivoimalaitos.....	12
3.2 Tampellan vesivoimalaitos	13
3.3 Finlaysonin vesivoimalaitos	14
4 KÄYTETYT TIETOLÄHTEET.....	15
5 RAJAUKSET.....	16
5.1 Keskiputouksen vesivoimalaitos.....	17
5.2 Tampellan vesivoimalaitos	17
5.3 Finlaysonin vesivoimalaitos	17
6 VESIVOIMALAITOSTEN SÄHKÖTILOJEN JA -LAITTEISTOJEN KARTOITUS ..	18
7 TARKASTETTAVAT ASIAT	20
7.1 Sähkötilat	20
7.2 Sähkölaitteet.....	39
8 LOPPUTULOKSET	41
9 VÄLITTÖMÄT TOIMENPITEET	54
LÄHDELUETTELO	56
Painetut lähteet.....	56
Painamattomat lähteet.....	56

LIITTEET

1. TKS:n Tammerkosken vesivoimalaitosten yleiskaavio
2. Keskiputouksen vesivoimalaitoksen tarkastuspöytäkirja
3. Tampellan vesivoimalaitoksen tarkastuspöytäkirja
4. Finlaysonin vesivoimalaitoksen tarkastuspöytäkirja
5. Keskiputouksen vesivoimalaitoksen tilaluokituspiirros
6. Tampellan vesivoimalaitoksen tilaluokituspiirros
7. Finlaysonin vesivoimalaitoksen tilaluokituspiirros

LYHENTEIDEN JA MERKKIEN SELITYKSET

TKS	Tampereen Sähkölaitos
Nsl1	Naistenlahden voimalaitoksen laitos 1
Nsl2	Naistenlahden voimalaitoksen laitos 2
TKK	Keskiputouksen vesivoimalaitos
TKT	Tampellan vesivoimalaitos
TKF	Finlaysonin vesivoimalaitos
ET	Tampereen Sähkölaitoksen energiantuotanto
SV	Tampereen Sähköverkko Oy
LTT	Tammerkosken Energia Oy:n liiketoimintojen tu- kiyksikkö
TAMK	Tampereen Ammattikorkeakoulu
SFS 6000	Pienjännitesähköasennukset - standardi
SFS 6001	Suurjännitesähköasennukset - standardi
SFS 6002	Sähkötyöturvallisuus - standardi
SFS-EN 50272-2	Akkujen ja akkuasennusten turvallisuusvaatimuk- set - standardi

1 JOHDANTO

Työssä on tarkasteltu TKS:n (Tampereen Sähkölaitos) vesivoimalaitosten sähkölaitteistojen määräysten mukaisuutta verrattuna nykyisin voimassa oleviin sähköstandardeihin. Koska laitteistot on rakennettu hyvin eri aikoina, eikä rakentamisaika kaikkien voimalaitosten osien osalta ole tarkkaan edes tiedossa, ei ole pyritty selvittämään niiden määräysten mukaisuutta verrattuna rakennusaikoina voimassa olleisiin määräyksiin. On vain oletettu, että työt on tehty asianmukaisesti kulloinkin voimassa olleiden määräysten mukaan ja että käyttöönottotarkastukset on tehty asianmukaisesti. Sen vuoksi löydetyt puutteellisuudet eivät automaattisesti aiheuta välitöntä korjaustarvetta, ellei ole erikseen todettu, että kysymyksessä on selvästi turvallisuutta heikentävä havainto tai on havaittu asia, joka estää kunnossapito- tai käyttötoimien suorittamisen sähkötyöturvallisuusstandardin SFS 6002 mukaisesti.

2 TAMPEREEN SÄHKÖLAITOKSEN ESITTELY

TKS on vuonna 1888 Tampereen ydinkeskustaan, Tammerkosken rannalle, perustettu Tampereen kaupungin omistama energia-alalla toimiva liikelaitos /1/.

TKS toimittaa sähköä, kaukolämpöä ja maakaasua yksityis- ja yritysasiakkailleen pääasiassa Pirkanmaalla.

TKS tuottaa energiaa Naistenlahden, Lielahden ja Tammerkosken voimalaitoksissa sekä eri lämpökeskuksissa. TKS:n tuottaman kaukolämmön verkosto ulottuu nykyään jo Tampereen ulkopuolelle Pirkkalaan ja Ylöjärvelle. Verkkoa on vielä mahdollisuus laajentaa muihinkin Tampereen ympäryskuntiin.

Alla on lueteltu TKS:n tuotantolaitokset ja niiden tietoja: /8/

2.1 Voimalaitokset

Naistenlahden voimalaitokset

Nsl 1

- valmistusvuosi 1971, pääpolttoaine öljy
- polttoainemuutos 1982, pääpolttoaineena jyrshinturve
- modernisointi 2000 kombilaitos, pääpolttoaineena maakaasu
- sähköteho 129 MW
- lämpöteho 144 MW

Nsl 2

- valmistusvuosi 1977, pääpolttoaineena jyrshinturve
- modernisointi 1998, polttoaineina turve, puu, kaasu ja öljy
- sähköteho 60 MW
- lämpöteho 120 MW

Lielahden voimalaitos

- tuotantokäyttöön 1.11.1988
- kombilaitos, pääpolttoaineena maakaasu ja varapolttoaineena kevyt polttoöljy
- sähköteho 147 MW
- lämpöteho 160 MW

Tammerkosken voimalaitokset

Keskiputouksen vesivoimalaitos

- valmistusvuosi 1932
- koneistoremontti 1992
- sähköteho 7 MW

Tampellan vesivoimalaitos

- valmistusvuosi 1916
- koneistoremontti 1986
- sähköteho 3 MW

Finlaysonin vesivoimalaitos

- valmistusvuosi 1926
- koneistoremontti 1990
- sähköteho 4 MW

Kaikkien kolmen vesivoimalaitoksen sähköteho on yhteensä 14 MW.

2.2 Lämpökeskukset

Nekalan lämpökeskus

- lämpöteho 120 MW
- polttoaineina maakaasu ja raskas polttoöljy

Hervannan lämpökeskus

- lämpöteho 100 MW
- polttoaineena kevyt polttoöljy

Naistenlahden lämpökeskus

- lämpöteho 93 MW
- polttoaineena kevyt polttoöljy

Hakametsän lämpökeskus

- lämpöteho 80 MW
- polttoaineena raskas polttoöljy

Sarankulman lämpökeskus

- lämpöteho 40 MW
- polttoaineina maakaasu, raskas polttoöljy ja kevyt polttoöljy

Raholan lämpökeskus

- lämpöteho 40 MW
- polttoaineina maakaasu, raskas polttoöljy ja kevyt polttoöljy

Pyynikin lämpökeskus

- lämpöteho 30 MW
- polttoaineena kevyt polttoöljy

Ratinan lämpökeskus (saneerauksessa, käyttöönotto v. 2006)

3 TAMMERKOSKEN VESIVOIMALAITOKSET



Kuva 1 Tampereen keskustan läpi virtaava Tammerkoski /9/

Tammerkoski on vajaan kilometrin pituinen Näsijärven ja Pyhäjärven yhdistävä Tampereen keskustan läpi virtaava koski. Tampereen Sähkölaitoksella on Tammerkosken varrella kolme vesivoimalaitosta: Keskiputouksen, Finlaysonin ja Tampellan vesivoimalaitokset. Finlaysonin ja Tampellan voi-

malaitokset sijaitsevat Tammerkosken yläjuoksulla ja Keskiputouksen voimalaitos sijaitsee kosken keskijuoksulla. Vesivoimalaitokset tuottivat vuonna 2003 noin 35 GWh sähköä Tampereen Sähkölaitokselle. Tämä on noin 2 % Tampereen Sähkölaitoksen vuotuisesta sähköntuotannosta. Tämän lisäksi Tammerkosken alajuoksulla on M-Real-konserniin kuuluvan Takon kartonkitehtaan yhteydessä Alakoski Oy:n omistama vesivoimalaitos. /2/

TKS:n vesivoimalaitoksissa on yhteensä yhdeksän vesivoimakonetta, joiden tuottama pätöteho veden pinnankorkeuden ollessa normaalilla tasolla on yhteensä n. 14 MW.

3.1 Keskiputouksen vesivoimalaitos

Tammerkosken vesivoimalaitoksista teholtaan suurin on TKK (Keskiputouksen vesivoimalaitos), jonka kahden vesivoimakoneen näennäisteho on 11,1 MVA nimellisjännitteen ollessa 5 kV. TKK valmistui vuonna 1932 ja sen sähkölaitteistoja on uusittu 80-luvun alkupuolella ja vuonna 2001, joten pääosin laitteistot ovat erinomaisessa kunnossa ja nykystandardien mukaiset. Koneistoremontti, jossa uusittiin turbiinit, vaihteet, generaattorit, 5 kV kojeisto ja automatiikka, tehtiin vuonna 1992. /10/

Taulukossa 1 on esitetty tarkemmat tiedot TKK:n generaattoreista, vaihteista ja turbiineista.

Taulukko 1 TKK:n tietoja

		TKK		
		Kone 1	Kone 2	Yht.
Generaattori				
Näennäisteho	MVA	5,55	5,55	11,10
Nimellisjännite	kV	5,25	5,25	
Nimellisvirta	A	611	611	
Pyörimisnopeus	rpm	500	500	
Valmistaja		ABB Energi AS		
Valmistusvuosi		1992		
Vaihte				
Nimellisteho	kW	4500	4500	9000
Muuntosuhde		1:4,237	1:4,237	
Valmistaja		VALMET		
Tyyppi		S1G-900TV	S1G-900TV	
Valmistusvuosi		1992		
Turbiini				
Nimellisteho	kW	4344	4344	8688
Pyörimisnopeus n1	rpm	118	118	
N. putouskorkeus	m	7	7	
Tilavuusvirta	m ³ /s	70	70	140
Juoksup. halkaisija	mm	3500	3500	
Tyyppi		PYSTY-KAPLAN		
Valmistaja		KVAERNER TAMTURBINE OY		
Valmistusvuosi		1992		
Voimalaitos				
Valmistusvuosi		1932		

3.2 Tampellan vesivoimalaitos

Tampellan vesivoimalaitos on neljän vesivoimakoneen voimalaitos ja näennäisteholtaan pienin, 3,3 MVA. Kolmen koneen nimellisjännite on 5 kV ja yksi koneista on nimellisjännitteeltään 0,4 kV. TKT valmistui vuonna 1916 ja siellä on edelleen käytössä alkuperäistä tekniikkaa. TKT:n sähkölaitteistoja on uusittu vuonna 1980. Koneistoremontti, jossa uusittiin generaattorit ja 5 kV kojeisto, tehtiin vuonna 1986. /10/

Taulukossa 2 on esitetty tarkemmat tiedot TKT:n generaattoreista, vaihteista ja turbiineista.

Taulukko 2 Tampellan voimalaitoksen tietoja

		TKT				
		Kone 1	Kone 2	Kone 3	Kone 4	Yht.
Generaattori						
Näennäisteho	MVA	1,00	1,00	1,00	0,34	3,34
Nimellisjännite	kV	5,40	5,40	5,40	0,38	
Nimellisvirta	A	107	107	107	770	
Pyörimisnopeus	rpm	231	231	231	380	
Valmistaja		NEBB			Strömberg	
Valmistusvuosi						
Turbiini						
Nimellisteho	kW					
Pyörimisnopeus n1	rpm	231	231	231	380	
N. putouskorkeus	m					7,8...6,3
Tilavuusvirta	m ³ /s					52
Juoksup. halkaisija	mm					
Tyyppi		VAAKA-FRANCIS (2x kaksipäinen)				
Valmistaja		TAMMERFORS LINNE- & JERN MANUFAKTOR A.B. 1915				
Valmistusvuosi		1916				
Voimalaitos						
Valmistusvuosi		1916				

3.3 Finlaysonin vesivoimalaitos

Finlaysonin vesivoimalaitoksen kolmen vesivoimakoneen näennäisteho on 5,1 MVA. Koneiden nimellisjännite on 5 kV. TKF on valmistunut vuonna 1926 ja siellä on edelleen käytössä alkuperäistä tekniikkaa. Koneistoremontti, jossa uusittiin turbiinit, generaattorit ja automatiikka, tehtiin vuonna 1990. Sähkölaitteistoja on uusittu myös vuonna 1998. /10/

Taulukossa 3 on esitetty tarkemmat tiedot TKF:n generaattoreista, vaihteista ja turbiineista.

Taulukko 3 Finlaysonin voimalaitoksen tietoja

		TKF			
		Kone 1	Kone 2	Kone 3	Yht.
Generaattori					
Näennäisteho	MVA	1,95	1,95	1,15	5,05
Nimellisjännite	kV	5,00	5,00	5,00	
Nimellisvirta	A	225	225	132,2	
Pyörimisnopeus	rpm	1000	1000	1000	
Valmistaja		ALSTHOM			
Valmistusvuosi		1990			
Vaihte					
Nimellisteho	kW	1700	1700	1100	4500
Muuntosuhde		1:5,5714	1:5,5714	1:4,045	
Valmistaja		VALMET			
Tyyppi		S1G-630TV	S1G-630TV	S1G-450TV	
Valmistusvuosi		1990			
Turbiini					
Nimellisteho	kW	1700	1700	986	4386
Pyörimisnopeus n1	rpm	179	179	247	
N. putouskorkeus	m	7,8	7,8	7,8	7,8...6,3
Tilavuusvirta	m ³ /s	26,5	26,5	15	68
Juoksup. halkaisija	mm	2300	2300	1765	
Tyyppi		PYSTY-POTKURI		PYSTY-KAPLAN	
Valmistaja		DUMONT S.A.			
Valmistusvuosi		1990			
Voimalaitos					
Valmistusvuosi		1926			

4 KÄYTETYT TIETOLÄHTEET

Käytännöllisen tarkastuspöytäkirjan laatiminen on ollut työn haastavimpia tavoitteita. Ongelmana on ollut se, että tarkastuspöytäkirjan laatimiseen on käytetty useita tietolähteitä, joista on pitänyt koota olennaiset asiat tiiviiseen muotoon. Tarkastuspöytäkirjan tekemisessä on käytetty seuraavia tietolähteitä:

- SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset – standardi
- SFS 6001 Suurjännitesähköasennukset - standardi
- SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus – standardi

- SFS-EN 50272-2 Akkujen ja akkuasennusten turvallisuusvaatimukset – standardi
- FINLEX ® - Valtion säädöstietopankki

Yllä lueteltuja tietolähteitä on käytetty soveltuvin osin kappaleen 7, lukujen 7.1-7.2 laatimiseen. Lukujen 7.1-7.2 alaotsikot ovat samat kuin tarkastuspöytäkirjan tarkistettavien asioiden lista.

5 RAJAUKSET

Työn rajauksessa on käytetty kahta pääkriteeriä:

- työssä on tehty rajausta ET:n (Tampereen Sähkölaitoksen Energiantuotannon yksikkö) ja SV:n (Tampereen Sähköverkko Oy) vastuualueiden mukaan
- työstä on rajattu pois laitteet ja laitteistot, jotka eivät aiheuta vaaraa henkilöturvallisuudelle

Vastuualueiden rajat on esitetty TKS:n Tammerkosken vesivoimalaitosten yleiskaaviossa (liite 1).

TKS:n on vuokrannut osan TKK:n ja TKT:n tiloista SV:lle, joissa sijaitsee sähkönjakeluun liittyviä laitteistoja, kuten esim. TKK:n 20 kV kytkinlaitteisto. TKS:n sisäisessä organisaatiossa vastuun vesivoimalaitoksista kantaa ET. Yllä mainittu rajausta vastuualueiden mukaan tarkoittaa, että työhön on otettu mukaan vain ne vesivoimalaitosten tilat ja laitteistot, jotka ovat ET:n vastuulla, koska työ tehdään kyseiselle organisaatiolle.

TKK:n kiinteistön haltija on LTT (Tammerkosken Energia Oy:n liiketoimintojen tukiyksikkö), jonka vastuulla on kiinteistösähköistys, kuten esim. yleisvalaistus ja rakennuksen pistorasiat. Työssä kuitenkin tarkistettiin myös kaikki kiinteistösähköistykseen kuuluvat laitteet, koska se ei lisännyt työmäärää oleellisesti.

Työstä päädyttiin rajaamaan pois laitteet ja laitteistot, jotka eivät aiheuta välitöntä vaaraa henkilöturvallisuudelle, koska työn tärkeimpänä tarkoituksena on nimenomaan ollut löytää puutteellisuuksia, jotka eivät täytä sähköturvallisuuksstandardin SFS 6002 normeja.

5.1 Keskiputouksen vesivoimalaitos

Luvussa 4 tehty rajaus ET:n ja SV:n välillä aiheuttaa sen, että osa TKK:n sähkölaitteistoista on rajattu työn ulkopuolelle. ET:n vastuulle kuuluvat 5 kV laitteistoista generaattorit ja niiden katkaisijat sekä omakäyttömuuntaja ja sen katkaisija. ET:n vastuulle kuuluvat myös 400 V kiskosto ja kaikki siihen liittyvät laitteistot ja kojeistot. 5 kV kojeistotila 1 ja 20 kV kojeistotila on rajattu työn ulkopuolelle, koska ne kuuluvat SV:n vastuulle.

5.2 Tampellan vesivoimalaitos

TKT ei kuulu kokonaan ET:n vastuulle, sillä voimalaitoksen kolmen 5 kV generaattorin tuottamasta tehosta osa siirretään Tampellassa sijaitsevaan SV:n vastuulla olevaan 5 kV kiskostoon ja loput tehoista siirretään keskiputouksella sijaitsevaan, myös SV:n vastuulla olevaan 5 kV kiskostoon. TKT:n 400 V generaattorin tuottama sähkö käytetään ensisijaisesti voimalaitoksen omaan tarpeeseen. TKT:lla sijaitseva 5 kV kojeisto kuuluu SV:n vastuulle.

5.3 Finlaysonin vesivoimalaitos

TKF kuuluu kokonaan ET:n vastuulle, joten mitään rajauksia vastualueiden suhteen ei ole tehty Finlaysonin osalta. Generaattoreilta menee syöttö omakäyttömuuntajalle ja loput tehoista siirretään TKK:n SV:n vastuulla olevaan kiskostoon.

6 VESIVOIMALAITOSTEN SÄHKÖTILOJEN JA -LAITTEISTOJEN KARTOITUS

Jokaisen voimalaitoksen pohjapiirustukseen rajattiin sähkötilat ja yleisissä tiloissa sijaitsevat sähkölaitteistot (liitteet 5-7). ET:n ja SV:n vastuualueiden selventämiseksi piirustuksissa on eritelty SV:n vastuulla olevat sähkötilat. Sähkötilojen tarkastukset suoritettiin vain niiden tilojen osalta, jotka ovat ET:n vastuulla, kuten on jo aiemminkin todettu.

TKK:n osalta työssä tarkastettiin seuraavat tilat (liite 2):

- 5 kV kojeistohuone 1 (vain katkaisijat)
- Pienjännitekeskus (vain toinen puoli keskuksesta)
- Sähkölaitehuone 1
- Sähkölaitehuone 2
- Akkuhuone 1
- Akkuhuone 2
- Varavoimakonetila
- Omakäyttömuuntaja

TKK:n 5 kV kojeistohuone 1 on poikkeuksellinen tila, koska tila itsessään on SV:n vastuulla, mutta tilan katkaisijat kuitenkin kuuluvat ET:n vastuulle.

TKT:n osalta työssä tarkastettiin seuraavat tilat (liite 3):

- 5 kV kojeistotila
- Akkuhuone
- Staattiset magnetointilaitteet
- Muuntajatila
- Ohjaustaulut, OT2-13 ja IK1

TKF:n osalta työssä tarkastettiin seuraavat tilat (liite 4):

- 5kV kojeistotila, yläkerros
- 5kV kojeistotila, keskikerros
- 5kV kojeistotila, keskikerros

- 5kV kojeistotila, alakerta + akkutila
- Omakäyttömuuntaja
- Pienjännitekeskus 1 (520V110)
- Pienjännitekeskus 2 (520V111)
- Automaatiokaappi1 (7240 HT 002 OT 10-13)
- Automaatiokaappi2 (7240 HT 002 OT 21-23)
- Automaatiokaappi3 (7240 HT 002 OT 31-33)

Sähkölaitteiden osalta tarkastukset tehtiin kaikissa voimalaitoksissa seuraaville laitteille (liitteet 2-4):

- Valaisimet
- Varavalaisimet
- Pistorasiat
- Kaapelit
- Moottorit
- Lämmittimet
- Generaattorit

Kun tarkastellaan voimalaitosten tarkastuspöytäkirjoja (liitteet 2-4), huomataan, että sähkötilojen osalta tarkastusta ei tehty vikavirtasuojauksen, mekaanisen suojauksen, kunnan ja olosuhdevaatimusten osalta. Syy tähän on se, että kyseiset tarkastettavat asiat liittyvät sähkölaitteiden tarkastamiseen.

Sähkölaitteiden osalta tarkastusta ei tehty poistumisteiden ja käytävien, ensiapu-aulun, etäisyyksien, kosketussuojauksen, turvalaitteiden, työvälineiden, dokumenttien ja ovien ja lukituksien osalta, koska kyseiset tarkastettavat asiat liittyvät sähkötilojen tarkastamiseen. Lisäksi suoritettiin vikavirtasuojauksen tarkastus ainoastaan pistorasioiden osalta ja mekaanisen suojauksen tarkastus ainoastaan kaapeleiden osalta.

7 TARKASTETTAVAT ASIAT

Tarkasteltavana ovat olleet sähköturvallisuuteen liittyvät asiat vallitsevien standardien pohjalta. Kappaleessa 4 on kerrottu tietolähteet, joita on käytetty tarkastettavien asioiden laatimiseen.

Tarkastettaviin asioihin on pyritty mahdollisimman tarkkaan keräämään ne tiedot, mitä tarvitaan, kun halutaan saada varmuus sähkötilan tai -laitteen turvallisuudesta.

7.1 Sähkötilat

7.1.1 Sähkötilojen poistumistiet ja käytävien leveys /3;4/

Yksi ovi ulos tai ympäröiviin tiloihin riittää, jos hoitokäytävän pituus ei ylitä kymmentä metriä. Jos käytävän pituus on yli 10 m, oven tai muun poistumismahdollisuuden pitää olla molemmissa päissä.

Käytävän leveyden pitää olla vähintään 0,8 m.

7.1.2 Ensiaputaulu

”Ensiapuohjeita antavia tauluja on sijoitettava sähkölaitekorjaamoihin ja sähkölaboratorioihin ja näitä tauluja suositellaan lisäksi sijoitettavaksi kytkinlaitoshuoneisiin ja sähköalan henkilökunnan oleskelutiloihin.” /5/

7.1.3 Etäisyydet /3/

Kyseisessä osiossa on käsitelty etäisyyksiä pelkästään suurjännitetilaisissa.

7.1.3.1 Jännitteisten osien vähimmäisetäisyydet

Taulukossa 4 esitetyt vähimmäisvälit pätevät 1000 m:n korkeuteen merenpinnasta asti.

HUOM. 1 Kirjaimella N on merkitty ne vähimmäisetäisyydet, joihin luvussa 7.1.3.2 esitetyt turvallisuusetäisyydet perustuvat.

Taulukko 4 Vähimmäisilmavälit standardin EN 60071-1 mukaisella jännitealueella I ($1 \text{ kV} < U_m \leq 10 \text{ kV}$). Suomessa suositeltavat jännitearvot on esitetty lihavoituna /3/

Järjestelmän nimellisjännite U_n (tehol- lisarvo)	Laitteen suurin käyttöjännite U_m (tehol- lisarvo)	Koejännite (kes- totaso) vaihtojän- nitteellä 1min. (tehollisarvo)	Koejännite (kes- totaso) sala- masyöksyjännit- teellä 1,2/50 μs (huippuarvo)	Pienin vaiheen ja maan ja vaihei- den välinen etäisyys (N)	
				sisäasennukset mm	ulkoasennukset mm
3	3,6	10	20	60	120
			40	60	120
6	7,2	20	40	60	120
			60	90	120
10	12	28	60	90	150
			70	120	150

7.1.3.2 Koteloimattomat sisäasennukset

Koteloimattoman sisäasennuksen sijoittelussa on otettava huomioon luvussa 7.1.3.1 (taulukko 4) määritellyt vaiheiden väliset sekä vaiheen ja maan väliset vähimmäisetäisyydet.

Asennuksen rakenteen tulee olla sellainen, että se estää pääsyn vaara-alueille, mutta ottaa kuitenkin huomioon käyttöön ja kunnossapitoon liittyvät sisäänpääsytarpeet. Siksi asennuksessa on huolehdittava turvaetäisyyksistä tai asennus on varustettava suojaavilla laitteistoilla.

Asennuksessa on säilytettävä seuraavat vähimmäisetäisyydet jännitteisistä osista minkä tahansa suojuksen sisäpintaan (kuva 1):

- Kiinteille, aukottomille vähintään 2000 mm korkeille seinille vähimmäisetäisyys suojukseen on $B_1 = N$.

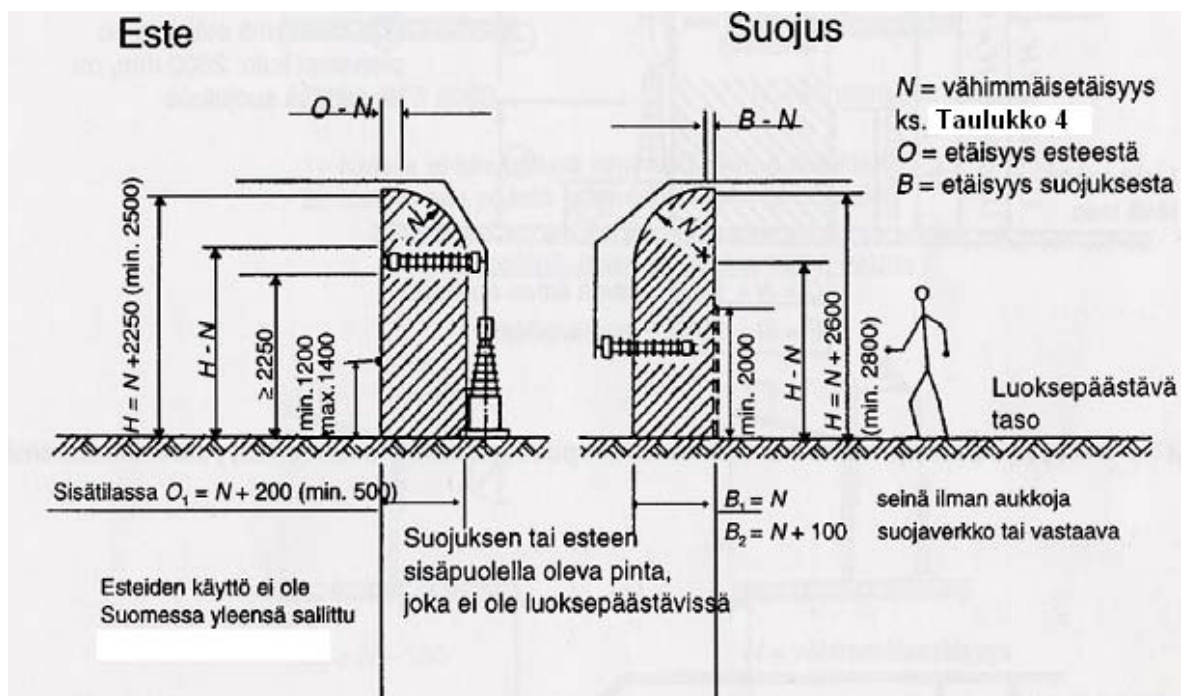
Kuvassa 2 esitetyt suojuksia koskevat mitat koskevat ulkoasennuksia. Sisäasennuksissa suojuksen korkeuden pitää olla vähintään 2300 mm.

Joustaville suojuksille ja metalliverkoille etäisyyksien arvoja on suurennettava, jotta mahdolliset suojuksen tai verkon siirtymiset tulevat otetuksi huomioon.

Jännitteisten osien korkeuden maasta pitää suojuksen sisäpuolella olla $300 \text{ mm} + N$, kuitenkin vähintään 800 mm.

Etäisyyksien esteistä pitää olla alle 2300 mm korkeille kiinteille seinille tai verkkoaidoille ja suojapuomeille vähintään:

$O_1 = N + 20 \text{ mm}$, vähintään 500 mm (kuva 2)



Kuva 2 Kosketussuojaus suojuksien ja esteiden avulla sähkötilojen sisällä (etäisyydet millimetreinä) /3/

7.1.3.3 Jännitteisten osien vähimmäiskorkeus oleskelualueella

Jännitteisten osien vähimmäiskorkeuden pinnoista tai tasanteista, joilla jalankulkijat voivat kulkea, pitää olla seuraava:

- Kosketussuojaamattomille jännitteisille osille on säilytettävä vähimmäiskorkeus $H = N + 2600$ mm (vähintään 2800 mm) (kuva 2 ja kuva 3).

7.1.4 Kosketussuojaus /3;4;6/

Tarkastuksessa noudatettiin seuraavaa yleisperiaatetta:

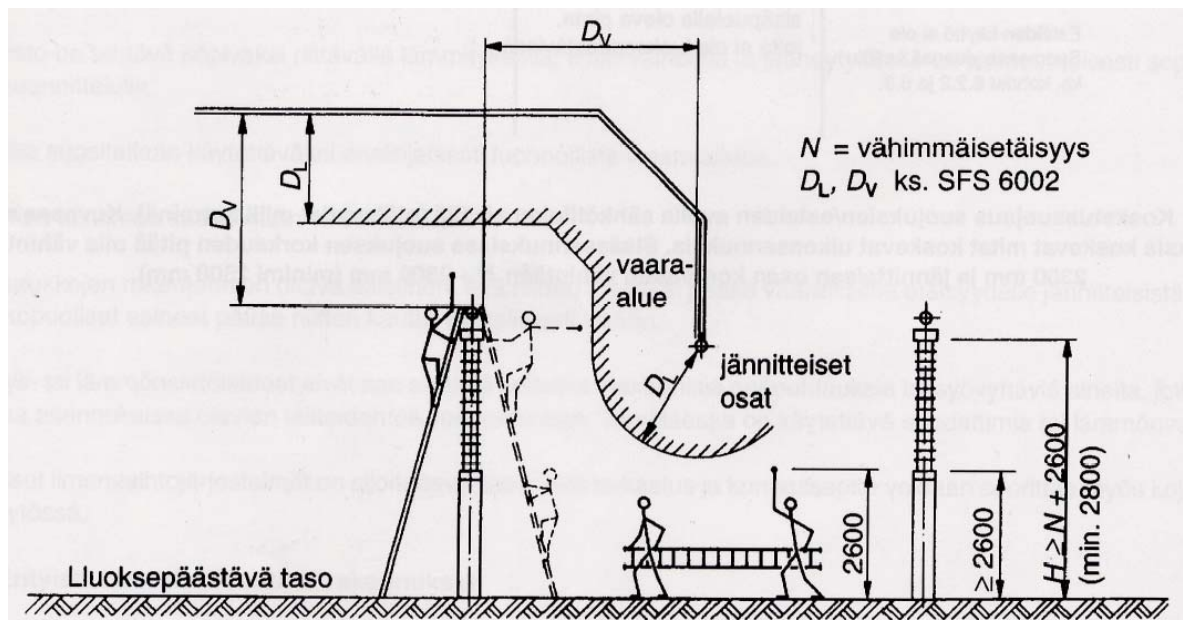
- Muualla kuin sähkötiloissa sähkölaitteiden, joihin päästään käsiksi ilman avainta tai erikoistyökalua, tulee täyttää vähintään kotelointiluokka IP2X vaatimukset
- Sähkötiloissa ja avaimella tai erikoistyökaluilla avattavissa kohteissa käytetään luvuissa 7.1.4.1 – 7.1.4.4 mainittuja periaatteita. Jos kohteessa on käyttötoimenpiteenä käsiteltäviä laitteita, niitä suoritettaessa tulee toteutua taulukon 5 mukaiset etäisyydet. Taulukon 5 arvot pätevät vain sähkötiloissa ja avaimilla tai erikoistyökaluilla avattavissa kohteissa, joten ne on tarkoitettu vain pätevien sähkömiesten ohjeiksi.

Taulukko 5 Jännitetyöalueen D_L ja lähialueen D_V mitat muissa kuin avojohdoissa /6/

Nimellisjännite U_N kV	Jännitetyöalueen etäisyys D_L m	Lähialueen etäisyys D_V m
≤ 1	0,2*	0,7
3	0,22	1,22
6	0,25	1,25
10	0,35	1,35
20	0,4	1,4

*Pienjännitteellä jännitetyöalueen etäisyys on käytännössä ergonomisen osatekijän suuruinen. Ergonomista osatekijää voidaan pienentää pienjännitteellä 0,05 m:iin, jos laitteiston rakenne on sellainen, että henkilön tai työkalun vahingossa tapahtuvat liikkeet eivät todennäköisesti aiheuta kosketusta jännitteeseen osaan.

Alla olevassa kuvassa 3 on havainnollistettu vähimmäistyöskentelyetäisyyksiä sähkötilojen sisällä.



Kuva 3 Vähimmäiskorkeudet ja vähimmäistyöskentelyetäisyydet sähkötilojen sisällä /3/

7.1.4.1 Suojaus eristämällä jännitteiset osat

HUOM. 1 Eristyksen avulla on tarkoitus estää jännitteisten osien kaikenlainen koskettaminen.

Jännitteiset osat on kokonaan peitettävä eristyksillä, jotka voidaan poistaa vain rikkomalla.

Tehdasvalmisteisten laitteiden eristyksen on täytettävä kyseistä sähkölaitetta koskevan standardin vaatimukset.

Muilla laitteilla eristyksen pitää kestää rikkoutumatta niitä mekaanisia, kemiallisia, sähköisiä tai lämmön vaikutuksia, jotka voivat kohdistua laitteeseen käytön aikana. Maali, lakka tai vernissa ei yleensä ole kosketussuojauksen kannalta luotettava eristys.

7.1.4.2 Suojaus käyttämällä suojuksia ja koteloointia

HUOM. 1 Suojuksien ja koteloinnin avulla on tarkoitus estää jännitteisen osan kaikenlainen koskettaminen.

7.1.4.2.1 Jännitteisten osien pitää olla sellaisen kotelon sisällä tai sellaisen suojuksen takana, joka antaa vähintään kotelointiluokan IP2X tai IPXXB mukaisen suojan. Alhaisempi kotelointiluokka sallitaan, kun osia vaihdettaessa esiintyy suurehkoja aukkoja, esim. tietyissä lampunpitimissä, pistorasioissa ja varokkeissa tai tarvitaan suurehkoja aukkoja sähkölaitteen toiminnan vuoksi. Tällöin on

- ryhdyttävä sopiviin varotoimiin, joilla estetään ihmisiä tahattomasti koskettamasta jännitteisiä osia
- varmistettava niin pitkälle kuin on käytännöllistä, että ihmiset tietävät, että jännitteiset osat ovat kosketeltavissa aukon kautta eikä niitä saisi koskettaa tahallisesti.

- 7.1.4.2.2 Helposti kosketeltavien suojuksien ja koteloiden vaakasuorien yläpintojen pitää muodostaa vähintään kotelointiluokan IP4X tai IPXXD mukainen suojaus.

HUOM. 1 Vaatimus yläpintojen IP4X tai IPXXD mukaisesta suojauksesta ei koske sähkölaitteita, joiden kosketussuojaus on laitetta koskevan standardin mukainen.

- 7.1.4.2.3 Kun on tarpeen poistaa tai avata suojuksia, kotelointilaitteita tai kotelon osia, se saa olla mahdollista ainoastaan
- käyttämällä avainta tai työkalua tai
 - sen jälkeen, kun syöttö suojuksella tai kotelolla suojattuihin jännitteisiin osiin on katkaistu, ja syötön jälleenyhteyttäminen on mahdollista vasta, kun suojaus tai kotelo on asetettu takaisin paikoilleen tai
 - kun on olemassa vain avaimella tai työkalulla poistettavissa oleva väli-suojaus, joka estää jännitteisten osien koskettamisen antamalla vähintään kotelointiluokan IP4X tai IPXXD mukaisen suojan.

7.1.4.3 Suojaus esteiden avulla

HUOM. 1 Esteiden avulla on tarkoitus estää jännitteisten osien tahaton koskettaminen, mutta ei tahallista koskettamista este harkitusti kiertämällä.

- 7.1.4.3.1 Esteen on estettävä
- tahaton ylettyminen jännitteisiin osiin tai
 - paljaiden jännitteisten osien tahaton koskettaminen laitteen ollessa normaalissa käytössä
- 7.1.4.3.2 Esteet voivat olla poistettavissa paikaltaan ilman avainta tai työkalua, mutta ne on kiinnitettävä paikoilleen siten, ettei niitä voi tahattomasti poistaa.

7.1.4.4 Suojaus sijoittamalla jännitteiset osat kosketusetäisyyden ulkopuolelle

HUOM. 1 Suojaus sijoittamalla jännitteiset osat kosketusetäisyyden ulkopuolelle on tarkoitettu ainoastaan estämään jännitteisten osien tahaton koskettaminen.

7.1.4.4.1 Samanaikaisesti kosketeltavat eri potentiaalissa olevat osat eivät saa olla samanaikaisesti kosketeltavissa.

HUOM. 1 Kahden osan katsotaan olevan samanaikaisesti kosketeltavissa, jos ne ovat enintään 2,50 m:n etäisyydellä toisistaan.

7.1.5 Turvalaitteet /3/

7.1.5.1 Asennusten tai kojeiden erotuslaitteet

Koko asennus tai sen osat on voitava erottaa käyttövaatimusten mukaisesti siihen varatuilla laitteilla.

Tämä voidaan tehdä käyttämällä erottimia tai kuormanerottimia tai erottamalla asennuksen osa esimerkiksi poistamalla liitoskappaleet tai yhdistysjohdot siten, että etäisyyksien asennusten niiden osien välillä, joihin voi syntyä 180° vaihe-ero, pitää olla 1,2-kertaiset taulukossa 4 esitettyihin arvoihin verrattuna.

Asennukset tai asennuksen osat, joita voidaan syöttää useasta syöttösuunnasta, on voitava erottaa jokaisesta suunnasta.

Jos useiden laitteiden tähtipisteet kytketään rinnan, ne on voitava erottaa yksittäin. Tämä koskee myös maasulkukeloja ja -vastuksia. Verkkoon liitettyjen laitteiden tähtipisteiden ylijännitesuojaus on säilytettävä.

Sellaisissa laitteissa, esimerkiksi kondensaattoreissa, joissa voi olla jännite syötöstä erottamisen jälkeen, pitää olla välineet varauksen purkamiseen.

7.1.5.2 Erotuslaitteiden kiinnikytkenän estäminen

Pitää olla käytettävissä sopivat välineet, joilla estetään erottamiseen käytetyn laitteen käyttövoiman (jousivoima, ilmanpaine, sähköenergia) toiminta tai ohjauksen käyttö. Käyttäjät voivat vaatia, että nämä välineet ovat lukittavissa.

Jos poistettavia osia, kuten varokkeita tai ulosvedettäviä katkaisijoita, käytetään täydelliseen erottamiseen ja ne korvataan kierrekannella tai peitetulpalla, näiden kansien ja tulppien pitää olla sellaisia, että ne voidaan poistaa vain käyttämällä sopivaa työkalua, kuten avainta.

Käsi käyttöisissä kytkimissä on voitava käyttää mekaanisia lukituslaitteistoja kiinnikytkenöjen estämiseksi.

7.1.5.3 Liikuteltavien suojien ja paikalleen asennettävien eristävien suojalevyjen on täytettävä seuraavat vaatimukset:

- a) Eristävien suojien reunat eivät saa sijaita vaara-alueen sisäpuolella.
- b) Vaara-alueen ulkopuolella sallitaan seuraavan kokoisia aukkoja:
 - enintään 10 mm leveitä ilman rajoituksia
 - enintään 40 mm leveitä edellyttäen, että etäisyys suojuksen reunalta vaara-alueelle on vähintään 100 mm
 - enintään 100 mm leveitä erottimen jalustan läheisyydessä.

Paikalleen asennettävien jännitteisiltä osilta suojaavien eristävien suojalevyjen pitää olla laitteen osana tai ne on hankittava erikseen toimittajan ja käyttäjän keskenään sopimien käyttövaatimusten mukaisesti.

Suojalevyt on kiinnitettävä siten, että niiden paikkaa ei tahattomasti voi muuttaa, mikäli se aiheuttaa vaaraa.

Suojalevyt on voitava asentaa ja poistaa ilman, että henkilöiden tarvitsee mennä vaara-alueelle.

7.1.5.4 Lukot ja kieltokilvet /6/

Jännitteen kytkeminen työkohteeseen estetään esimerkiksi lukitsemalla erotuslaite tai sen paikallis- tai kauko-ohjaus auki-asentoon. Lukitseminen voi myös koskea laitteen tai ohjaimen sijaintitilaa. Tilan avaimen saa antaa vain riittävän sähköalan asiantuntemuksen omaavalle henkilölle, joka tuntee vaaran siinä määrin, ettei hän luovuta avainta sivullisille.

TKS:n yleinen käytäntö on, että jokaisella työryhmällä on omat lukot ja avaimet, joilla kohde tarpeen vaatiessa lukitaan. /11/

Erotuskohta tai ohjauselin on lisäksi varustettava tarkoituksenmukaisella kieltokilvellä, jossa kielletään kytkemästä jännitettä työskentelyn aikana, ja siinä pitää olla kilven asettajan nimi ja asettamispäivämäärä.

TKS:n yleinen käytäntö on, että aina kun sähköasentaja erottaa työn alla olevan kohteen sähkötilassa olevalla erotuslaitteella tai sulakkeet poistamalla, merkitsee hän nimensä ja päivämäärän siihen erikseen varattuun vihkoon, joka sijaitsee kyseisessä sähkötilassa. /11/

Käytettäessä johdonsuojakatkaisijaa työkohteena olevan ryhmäjohdon erottamiseen pitää johdonsuojakatkaisijan tahaton päällekytkentä estää lukitsemalla käyttövivun käyttö tai lukitsemalla johdonsuojakatkaisijan sijaintipaikka avaimella tai työkalulla. Johdonsuojakatkaisijan käyttövipu ei saa olla avattavissa ilman avainta tai työkalua.

7.1.6 Työvälineet /3/

7.1.6.1 Työmaadoitusvälineet

Suurjännitteellä jokainen erikseen erotettava asennuksen osa on voitava työmaadoittaa.

Pienjännitteellä erikseen erotettava asennuksen osa on voitava työmaadoittaa, jos oikosulkuvirta $I_k'' > 1600 \text{ A}$. /6/

Laitteet (kuten muuntajat tai kondensaattorit) on voitava työmaadoittaa työskentelykohdassa, ellei työskentelykohta sijaitse kojeistojen välittömässä läheisyydessä. Vaatimus ei koske osia, joissa työmaadoittaminen ei ole käytännöllistä tai tarkoituksenmukaista (esimerkiksi muuntajat tai sähkökoneet, joissa on laippaan asennetut kaapelit tai kaapelin liitântäkotelot). Näissä tapauksissa työmaadoittaminen on suoritettava kojeiston kennoissa tai kentissä ensiö- ja toisiopuolella. Tavallisesti on voitava työmaadoittaa muuntajan molemmat puolet.

Seuraavat työmaadoitusvälineet on hankittava toimittajan ja käyttäjän keskenään sopimassa laajuudessa.

- maadoituserottimet (mieluiten kytkentäkykyiset maadoituskytkimet)
- maadoituserotinvälyt
- siirrettävät työmaadoitusvälineet tai työmaadoitus- ja oikosulkuvälineet
- ohjattavat maadoitussauvat ja työmaadoitusvälineet.

Asennuksen jännitteisiin osiin ja maadoitusjärjestelmään on hankittava oikein mitoitetut ja helposti käsiksi päästävät työmaadoitusvälineiden liitântäkohdat. Kojestojen kennot ja kentät on suunniteltava siten, että työmaadoitusvälineiden kytkentä käsin maadoituksen liitântäkohtaan voidaan tehdä sähkötyöturvallisuutta koskevien vaatimusten mukaisesti.

Kun työmaadoittaminen suoritetaan kauko-ohjatuilla maadoituserottimilla, tieto erottimien asennosta on siirrettävä luotettavasti kaukokäyttöpaikkaan.

7.1.6.2 Välineet jännitteettömyyden toteamiseksi

Tarvittaessa on hankittava välineet, joilla todetaan laitteiden jännitteettömyys ottaen huomioon käyttövaatimukset. Hankinnan laajuus on sovittava toimitajan ja käyttäjän kesken.

Välineillä on voitava tarkastaa jännitteettömyys työskentelykohdissa aikaisemmin jännitteisinä olleista osista ilman tehtävää tekeväälle henkilölle aiheutuvaa vaaraa.

Vaatimusten täyttämiseksi voidaan käyttää kiinteitä laitteita tai siirrettäviä välineitä.

7.1.6.3 Sulakkeen vaihdon työvälineet

Tilassa täytyy olla sellainen työkalu, jolla voidaan suorittaa sulakkeen vaihto määräysten mukaisesti, eli taulukon 5 etäisyydet eivät saa alittua.

7.1.7 Dokumentit /3/

Jokaisesta asennuksesta pitää olla yleiskaaviot

Asennuksen dokumentoinnin on katettava soveltuvin osin seuraavat osat:

- asennuspiirustukset
- maadoitusjärjestelmä
- rakennustyöt
- rakenteet
- kytkentäkaaviot
- johdotuskaaviot ja taulukot
- kaapelointijärjestelmä
- rakentamisen, käyttöönoton, käytön ja kunnossapidon ohjekäsikirjat
- varaosalistat
- toimintakaaviot

- suojauskaaviot
- sertifikaatit (esim. päälaitteiden tehdastestausten pöytäkirjat)
- työkalut
- apujärjestelmät, esimerkiksi palontorjuntalaitteet jne.
- testauspöytäkirjat
- kierrätys- ja romutusohjeet
- käyttöönottotarkastuspöytäkirjat
- huolto- ja kunnossapito-ohjelmat.

Toimittajan ja käyttäjän on sovittava keskenään dokumentoinnin laajuus.

Käytännössä TKS:n minimivaatimus laitteistojen dokumentoinnille on seuraavan listan mukainen: /11/

- Yleiskaavio tai lähtöluettelo
- Piirikaaviot
- Maadoituspiirustus tai vastaava
- Tilaluokitusdokumentaatio (vesivoimassa ei luokiteltavia tiloja)
- Käyttö- ja huolto-ohjeisto
- Ennakkohuolto-ohjelma
- Suojauskaavio (suurjännitekojeistot ja generaattorit)

7.1.8 Ovet/Lukitukset

7.1.8.1 Yleiset tilat

Yleisissä tiloissa sähkölaitteiden, joihin päästään käsiksi ilman avainta tai erikoistyökalua, tulee täyttää vähintään kotelointiluokka IP2X vaatimukset.

7.1.8.1 Sähkötilat /3;4/

Sisäänkäyntiovet on varustettava avaimella toimivilla lukoilla, jotka estävät muiden kuin sähkölaitteista aiheutuvan vaaran tuntevan käyttöhenkilökunnan sisäänkäyntiin.

Sisäänkäyntioven pitää avautua ulospäin, ja niissä pitää olla kohdan 7.1.9 mukaiset varoituskilvet.

Sähkötilojen sisällä eri tilojen välisten ovien ei tarvitse olla lukittavia.

Ovet on voitava avata sisäpuolelta ilman avainta. Tätä vaatimusta ei tarvitse noudattaa pienissä asennuksissa, joissa ovi pidetään auki käytön tai kunnossapidon aikana.

Oven vapaan korkeuden pitää olla vähintään 2,0 m ja vapaan leveyden vähintään 0,75 m.

7.1.9 Tunnistaminen ja merkinnät /3;7/

7.1.9.1 Yleistä

Laitteistojen pitää olla selkeästi tunnistettavissa ja niissä pitää olla yksiselitteiset merkinnät, jotta vältetään virheellinen käyttö, inhimilliset erehdykset, onnettomuudet yms. käyttö- ja kunnossapitotoiminnan aikana.

Kyltit, taulut ja ilmoitukset on tehtävä kulutusta ja korroosiota kestävästä materiaalista ja painettava kestäville merkeille.

Kytkinlaitteen käyttöasento on näytettävä selkeästi asennonosoittimilla, elleivät pääkoskettimet ole selvästi käyttäjän nähtävissä.

Kaapelipäätteet ja osat pitää olla tunnistettavissa. Tarpeelliset yksityiskohdat on merkittävä, jotta tunnistaminen johtoluettelon tai -kaavion mukaan on mahdollista.

7.1.9.2 Ilmoitus- ja varoituskyltit

Sähkötiloihin ja teollisuusrakennuksien sähkölaitetiloihin on asetettava tilan ulkopuolelle ja kuhunkin sisäänkäyntioveen tilan tunnistetiedot ja merkinnät vaaroista.

7.1.9.3 Varoitukset sähkön vaarallisuudesta

Kaikki sisäänkäyntiovet sähkötiloihin ja sähkötilaa rajaavan aidan kaikki sivut on varustettava ulkopuolelta näkyvällä sähkön vaarallisuudesta varoittavalla kilvellä.

Varoituskilpenä käytetään kolmiomaista sähkön vaarallisuudesta varoittavaa kilpeä (kuva 4).



Kuva 4 Vaarallinen jännite /5/

7.1.9.4 Akkutilojen varoitus- ja tunnistusmerkinnät

7.1.9.4.1 Varoitusmerkit ja huomautukset

Akkutilat on merkittävä ulkopuolelta seuraavilla varoitusmerkeillä tai huomautuksilla:

- ”Vaarallinen jännite”, jos akun jännite on yli 60 V (DC).

- Kieltomerkki ”Avotulen teko ja tupakointi kielletty”.
- Varoitusmerkki ”Akku, Akustotila” osoittamaan korrosoivaa elektrolyyttiä, räjähtäviä kaasuja, vaarallista jännitettä ja virtaa.

7.1.9.4.2 Tunnistusmerkit tai -merkinnät

Suosittelaaan, että jokainen kenno, ryhmäakku tai akkukokoonpano voidaan tunnistaa huoltotoimenpiteitä varten esimerkiksi numeroimalla kennot ja akut.

7.1.9.5 Asennukset, joihin on yhdistetty kondensaattoreita

Kondensaattorit on varustettava varoituskyltillä, jossa ilmoitetaan purkaus-aika.

7.1.10 Olosuhdevaatimukset

7.1.10.1 Ilmanvaihtovaatimukset /7/

Tarkastettaessa akkutiloja täytyy ottaa huomioon seuraavat ilmanvaihtovaatimukset:

Ilmanvaihdon tarkoituksena on pitää akustotilan tai kotelon vetykonsentraatio vedyn alemman räjähdysrajan alapuolella (4 % vol). Akustotilaa tai koteloa pidetään turvallisena räjähdysvaaran osalta silloin, kun vetykonsentraatio saadaan pysymään turvallisissa rajoissa luonnollisella tai koneellisella ilmanvaihdolla.

Akustotilan ilmanvaihdon pienin mahdollinen virtaus lasketaan seuraavan kaavan avulla:

$$Q = v \cdot q \cdot s \cdot n \cdot I_{\text{gas}} \cdot C_{\text{rt}} \cdot 10^{-3} [\text{m}^3 / \text{h}]$$

jossa:

Q = tuuletusilmavirtaus (m^3/h)

v = vedyn tarvittava laimennus: $\frac{(100\% - 4\%)}{4\%} = 24$

$q = 0,42 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{Ah}$ syntynyt vety

$s = 5$, yleinen turvakerroin

n = kennojen lukumäärä

I_{gas} = kaasua tuottava virta (mA) nimelliskapasiteettia kohti kestovarausvirralla I_{float} tai pikavarausvirralla I_{boost}

C_{rt} = kapasiteetti C_{10} lyijyakuille (Ah), $U_f = 1,80 \text{ V/kenno}$ lämpötilassa $20 \text{ }^\circ\text{C}$
tai kapasiteetti C_5 nikkeli-kadiumakuille (Ah), $U_f = 1,00 \text{ V/kenno}$ lämpötilassa $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Kun

$v \cdot q \cdot s = 0,05 \text{ m}^3/\text{Ah}$ tuuletusilmavirran kaava on:

$$Q = 0,05 \cdot I_{\text{gas}} \cdot C_{\text{rt}} \cdot 10^{-3} [\text{m}^3 / \text{h}]$$

Kaasua tuottava virta I_{gas} määritetään seuraavan kaavan avulla:

$$I_{\text{gas}} = I_{\text{float/boost}} \cdot f_g \cdot f_s [\text{mA} / \text{Ah}]$$

jossa

I_{float} = kestovarausvirta täysin varautuneessa tilassa määrätyllä kestovarausjännitteellä lämpötilassa $20 \text{ }^\circ\text{C}$

I_{boost} = pikavarausvirta täysin varautuneessa tilassa määrätyllä pikavarausjännitteellä lämpötilassa $20 \text{ }^\circ\text{C}$

f_g = kaasuntuottokerroin, täysin varautuneessa tilassa kaasua tuottavan virran osuus

f_s = turvakerroin, jolla otetaan huomioon vialliset kennot ja akkujen ikääntyminen

Ellei valmistaja ilmoita toisin, suositeltavat arvot virroille I_{float} ja I_{boost} annetaan seuraavassa taulukossa yhdessä täydentävän informaation kanssa.

Taulukko 6 Virran I arvot, kun käytetään IU- tai U-varaajia /7/

	Avoimet lyijyakut $Sb < 3 \%^{1)}$	Suljetut lyijyakut	Avoimet nikkeli- kadmiumakut ²⁾
kaasuntuottokerroin f_g	1	0,2	1
kaasuntuottoturvakerroin f_s (10 % kennoista viallisia tai ikään- tyneitä)	5	5	5
kestovarausjännite $U_{float}^{3)}$ V/kenno	2,23	2,27	1,4
tyypillinen kestoavausvirta I_{float} mA/Ah	1	1	1
virta (kestoavaus) I_{gas} mA/Ah (kestoavaustilanteessa ilmanvaih- don laskukaavaa varten)	5	1	5
pikavausjännite $U_{boost}^{3)}$ V/kenno	2,4	2,4	1,55
tyypillinen pikavausvirta I_{boost} mA/Ah	4	8	10
virta (pikavaus) I_{gas} mA/Ah (pikavaustilanteessa ilmanvaih- don laskukaavaa varten)	20	8	50

1) Suurempien antimoni (Sb) pitoisuuksien ollessa kysymyksessä, ota yhteyttä valmistajaan.
2) Suljettujen nikkeli-kadmiumkennojen kyseessä ollessa ota yhteyttä valmistajaan.
3) Kestoavaus- ja pikavausjännitteiden arvot voivat vaihdella erilaisen elektrolyytin tiheyden vuoksi.

Kestoavaus- ja pikavausvirran arvot kasvavat lämpötilan vaikutuksesta.

Taulukon 6 arvoissa on otettu huomioon lämpötilan mahdollinen nousu aina 40 °:een asti.

Kun avoimessa akussa käytetään ns. katalyyttitulppia, voidaan kaasua tuottaa virtaa laskea 50 %:lla avokennoihin verrattuna.

7.1.10.2 Luonnollinen ilmanvaihto /7/

Riittävän tuuletusilman määrä on mieluiten varmistettava luonnollisella ilmanvaihdolla, mutta jos tämä ei riitä niin sitten tarvitaan koneellista tuuletusta.

Akustotiloissa ja koteloissa tarvitaan tuuletusilmaa varten tuuletusaukot sekä tulo- että poistoilmalle. Aukkojen pinta-alan pitää olla vähintään seuraavasta kaavasta saatavan arvon mukainen:

$$A = 28 \cdot Q$$

jossa

Q = vaadittava ilmanvaihto [m^3/h]

A = tuuletusaukkojen vapaa pinta-ala [cm^2]

HUOM. Edellisessä kaavassa ilmavirtauksen nopeudeksi oletetaan 0,1 m/s.

Tuuletusaukot on sijoitettava siten, että saadaan aikaan paras mahdollinen ilmanvaihto. Näin ollen

- Tuuletusaukot on pyrittävä sijoittamaan vastakkaisille seinille,
- jos tuuletusaukot joudutaan sijoittamaan samalle seinälle, on aukkojen oltava vähintään 2 m etäisyydellä toisistaan.

7.1.10.3 Koneellinen ilmanvaihto /7/

Kun riittävää ilmavirtausta Q ei saavuteta luonnollisella ilmanvaihdolla, käytetään koneellista ilmanvaihtoa. Varaajan toiminnan tulee olla kytketty ilmanvaihtojärjestelmän toimintaan tai ilmanvaihtojärjestelmän vikaantumisesta pitää tulla hälytys, jotta varmistetaan ilmanvaihdon riittävyys akkuja varattaessa.

Akustotilasta poistettava ilma on johdettava rakennuksen ulkopuolelle.

7.2 Sähkölaitteet

7.2.1 Tunnistaminen ja merkinnät

Sähkölaitteiden tunnistamiseen ja merkintöihin on käytetty samoja perusteluja kuin kohdassa 7.1.9.1. Kyseiset perustelut ovat kuitenkin vielä toistamiseen mainitut epäselvyyksien välttämiseksi.

Laitteistojen pitää olla selkeästi tunnistettavissa ja niissä pitää olla yksiselitteiset merkinnät, jotta vältetään virheellinen käyttö, inhimilliset erehdykset, onnettomuudet yms. käyttö- ja kunnossapitotoiminnan aikana.

Kyltit, taulut ja ilmoitukset on tehtävä kulutusta ja korroosiota kestävästä materiaalista ja painettava kestävillä merkeillä.

Kytkinlaitteen käyttöasento on näytettävä selkeästi asennonosoittimilla, elleivät pääkoskettimet ole selvästi käyttäjän nähtävissä.

Kaapelipäätteet ja osat pitää olla tunnistettavissa. Tarpeelliset yksityiskohdat on merkittävä, jotta tunnistaminen johtoluettelon tai -kaavion mukaan on mahdollista.

7.2.2 Vikavirtasuojaus/4/

Nimellistoimintavirraltaan enintään 30 mA vikavirtasuojakytkimen käyttöä pidetään kosketussuojauksen lisäsuojauksena, joka toimii kun muut suojausmenetelmät pettävät tai kun käyttäjä on varomaton.

Rakennustyömaa-olosuhteisiin on asetettu seuraavanlainen standardi:

Nimellisvirraltaan enintään 32 A pistorasiat, jotka on tarkoitettu kädessä pidettävien tai käytön aikana siirrettävien sähkölaitteiden liittämiseen, on joko suojattava vikavirtasuojakytkimillä, tai kutakin pistorasiaa on syötettävä eril-

lisestä suojaerotusmuuntajasta. Vaatimus koskee myös kiinteästi liitetyjä kä-
dessä pidettäviä tai käytön aikana siirrettäviä sähkölaitteita.

TKS:n vesivoimalaitoksilla kaikki prosessitilat rinnastetaan työmaakeskusten
osalta rakennustyömaa-olosuhteisiin. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että
kaikki uudet asennettavat pistorasiat on vikavirtasuojattava. /11/

7.2.3 Mekaaninen suojaus /3/

Kiinteästi asennettu johtojärjestelmä, jota saattavat rasittaa keskinkertaiset tai
voimakkaat iskut tai sysäykset, on suojattava asennuksen, käytön ja huollon
aikana:

- käyttämällä itsestään riittävän vahvaa johtojärjestelmää tai
- sijoittamalla johtojärjestelmä sopivasti esimerkiksi niin, että rakenteet
suojaavat sen tai
- käyttämällä ylimääräistä mekaanista suojaa tai
- käyttämällä edellä olevien järjestelyjen yhdistelmää.

7.2.4 Kunto

Silmämääräisesti tarkistetaan, että laitteet ovat alkuperäisen tarkoituksen mu-
kaisessa kunnossa. Esim. katsotaan ovatko laitteet kolhiintuneita tai virheelli-
sesti asennettuja. /11/

Standardeissa ei ole suoraan sanottu, että käytöstä poistettujen kaapeleiden
päätt täytyisi päättää jakorasialle, mutta TKS:n yleisenä käytäntönä on ollut
tehdä niin. /11/

7.2.5 Olosuhdevaatimukset

Silmämääräisesti tarkistetaan, että laitteet kestävät ympäristön siihen kohdis-
taman kuormituksen. Esim. veden roiskeet, pöly, ym. /11/

8 LOPPUTULOKSET

Alla on esitetty voimalaitosten sähkölaitteistojen tarkastuspöytäkirjojen pohjalta saadut tulokset. Tulosten tarkastelun yhteyteen on lisätty kuvia, joilla havainnollistetaan löydettyjä puutteita.

8.1 Keskiputouksen vesivoimalaitoksen tarkastuksen tulokset

TKK:n tarkastuspöytäkirjan (liite 2) pohjalta on saatu sähkötilojen ja -laitteiden osalta seuraavat tulokset:

8.1.1 Sähkötilat

8.1.1.1 5 kV kojeistotila 1

- Tilassa sijaitsevien ilmanvaihtokanavien maadoitukset on tarkistettava.

8.1.1.2 Pienjännitekeskus

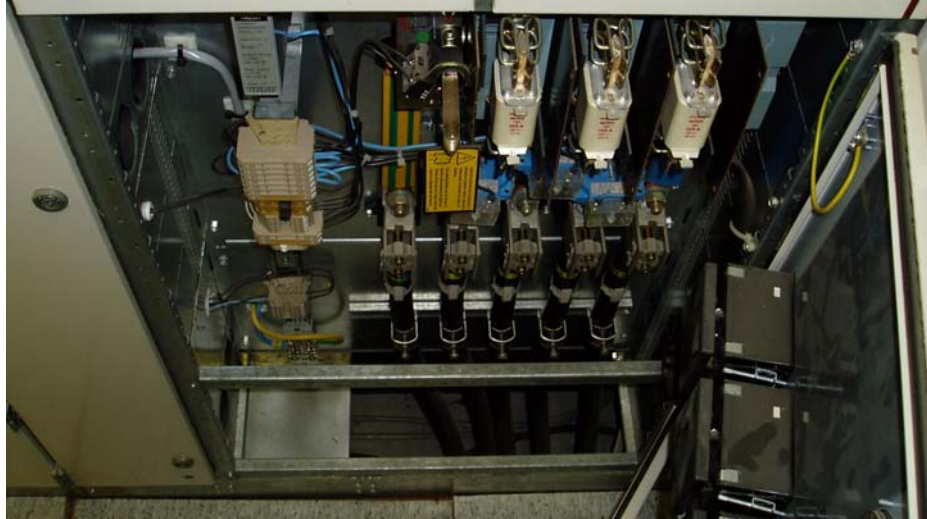
- Keskuksella sijaitsevia ”uuniluukkulähtöjä” ei saa avata virrallisina, koska kyseisillä laitteilla ei ole siihen riittävää katkaisukykyä. Tätä ei ole ohjeistettu millään kilvellä.

8.1.1.3 Sähkölaituhuone 1

- Keskuksella 3EG90 sijaitseva tunnistekilpi ”dieselgener. keskus” on virheellinen, koska tämän nimistä keskusta ei pitäisi olla olemassa.

8.1.1.4 Sähkölaituhuone 2

- Omakäyttömuuntajan 2ET20 pääkatkaisijan kennossa ei ole olemassa 400 V puolella näkyvää erotusväliä (kuva 5).



Kuva 5 TKK:n omakäyttömuuntajan 2ET20 pääkatkaisijan kenno

8.1.1.5 Akkuhuone 1 ja Akkuhuone 2

- Molempien akkuhuoneiden ulko-ovesta puuttuvat tarvittavat kilvet (ks. kohta 7.1.9.4.1).
- Akkuhuoneen koneellisen ilmanvaihdon vikaantuessa, eivät standardit täyty (ks. kohta 7.1.10.3)

8.1.1.5 Varavoimakonetila

- Tilan akuston napoja ei ole suojattu (kuva 6).



Kuva 6 Keskiputouksen voimalaitoksen varavoimakonetilan akusto

8.1.1.5 Omakäyttömuuntaja

- Omakäyttömuuntajan tilan ovesta ja aluskiskoista puuttuvat maadoitukset (kuva 7).



Kuva 7 TTK:n omakäyttömuuntajan tilan ovi

8.1.2 sähkölaitteet

8.1.2.1 Kaapelit

- Sähkölaittehuone 1 pystykaapelihyllyn yksi kaapeli on huonosti kiinnitetty (kuva 8).



Kuva 8 TKK:n sähkölaitehuone 1:n pystykaapelihihly

8.2 Tampellan vesivoimalaitoksen tarkastuksen tulokset

TKT:n tarkastuspöytäkirjan (liite 4) pohjalta on saatu sähkötilojen ja -laitteiden osalta seuraavat tulokset:

8.2.1 Sähkötilat

8.2.1.1 5 kV kojeistotila

Tilan laitteistot on uusittu vuonna 1986, joten niistä ei löytynyt juurikaan vikoja. Seuraavat puutteet kuitenkin löytyivät:

- Kameran ohjauskaapin ja 5 kV kojeiston tunnuukset puuttuvat.
- Sähköläpivientien palokatkot puuttuvat osittain (Kuva 9).



Kuva 9 TKT:n 5 kV kojeistotilan sähköläpivienti

8.2.1.2 Akkuhuone

- Akkuhuoneen koneellisen ilmanvaihdon vikaantuessa standardin vaatimukset eivät täyty (ks. kohta 7.1.10.3)
- Akkuhuoneen ulko-ovesta puuttuvat tarvittavat kilvet (ks. kohta 7.1.9.4.1).

8.2.1.3 Staattiset magnetointilaitteet

- Laitteiston kaappien erikoisavaimet ovat kaikkien tilassa olevien saatavilla, vaikka kaapit sijaitsevat yleisessä tilassa (ks. kohdan 7.1.4 yleiset periaatteet).

8.2.1.4 Muuntajatila

- Tasavirtakeskuksen sulakkeiden vaihtoon tarkoitettu työkalu ei täytä työskentelyetäisyyksien vaatimuksia, koska kyseiset sulakkeet vaihdetaan jännitteellisinä (taulukko 5).
- Tilan sisäänkäyntioven korkeus < 2,0 m (ks. kohta 7.1.8.1).
- Sisäänkäyntiovessa ei ole kolmiokilpeä (ks. kohta 7.1.9.3).
- Kondensaattoreihin ei ole merkitty purkausaikaa (ks. kohta 7.1.9.5).

8.2.1.5 Ohjaustaulut, OT2-13 ja IK1

- Laitteiston kaappien erikoisavaimet ovat kaikkien tilassa olevien saatavilla, vaikka kaapit sijaitsevat yleisessä tilassa (ks. kohdan 7.1.4 yleiset periaatteet).

8.2.2 sähkölaitteet

8.2.2.1 Kaapelit

- Kaikki kaapelipäätteet eivät ole tunnistettavissa (ks. kohta 7.1.9.1).
- Muuntajatilán 5 kV kaapeleiden lattialäpiviennin mekaaninen suojaus on puutteellinen (ks. kohta 7.2.3, kuva 10).
- Laitoksella on käytöstä poistettuja kaapeleita, joita ei ole asianmukaisesti päätetty jakorasioille (ks. kohta 7.2.4).



Kuva 10 TKT:n muuntajatilán 5 kV kaapeleiden lattialäpivienti

8.2.2.2 Generaattorit

- Generaattoreiden magnetointikoneen hiilien kosketussuojaus on puutteellinen.
- Osittain myös generaattorin käämitys on suojaamatta.

8.3 Finlaysonin vesivoimalaitoksen tarkastuksen tulokset

TKF:n tarkastuspöytäkirjan (liite 3) pohjalta on saatu sähkötilojen ja -laitteiden osalta seuraavat tulokset:

8.3.1 Sähkötilat

8.3.1.1 5 kV kojeistotila

5 kV kojeistotilasta löytyi paljon puutteita. Tilassa on kolme kerrosta. Ylimmässä kerroksessa sijaitsevat erotuslaitteistot, keskimmaisessä kerroksessa katkaisijat sekä jännitteenmittauslaitteistoja ja alimmassa kerroksessa 5 kV laitteistojen lisäksi akusto.

Ylin kerros:

- Tilasta puuttuu kokonaan varauloskäynti. Varauloskäynti tarvitaan, koska hoitokäytävän pituus on yli 10 m (ks. kohta 7.1.1).

Keskimmäinen kerros:

- Tilasta löytyy varauloskäynti, mutta se on puutteellinen. ”Parvekkeelta”, johon varauloskäynti johtaa, ei pääse alas turvallisesti (kuva 11). Sen lisäksi ovesta ei ole kunnon lukkoa ja ovi aukeaa sisäänpäin (ks. kohta 7.1.8.1).
- Tilassa sijaitsevan jännitteenmittauslaitteiston jännitteiset osat ovat suojaamatta n. 2,3 m korkeudella (ks. kohta 7.1.3.3, kuva 12).
- Katkaisijavaunujen ollessa erotusasennossa, kennojen ovet eivät mahdu menemään kiinni. Tällä hetkellä on tapana, että erotettu vaunu vedetään kokonaan pois kennosta käytävälle. Tällöin käytävän leveys on pienempi kuin 80 cm (ks. kohta 7.1.1).
- Tilassa sijaitsee laitteistoja, jotka eivät ole selkeästi tunnistettavissa (ks. kohta 7.1.9.1).



Kuva 11 TKF:n 5 kV kojeistotilan keskikerroksen puutteellinen varauloskäynti



Kuva 12 TKF:n 5 kV kojeistotilan keskikerroksen jännitteenmittauslaitteiston suojaamattomat osat

Alin kerros:

- Tilan sisäänkäynnin oven korkeus on pienempi kuin 2,0 m (ks. kohta 7.1.8.1)
- Kennojen suojusten korkeus on pienempi kuin 2,3 m (ks. kohta 7.1.3.2).
- Tasavirtakeskuksen sulakkeiden vaihtoon tarkoitettu työkalu ei täytä työskentelyetäisyyksien vaatimuksia, koska kyseiset sulakkeet vaihdetaan jännitteellisinä (taulukko 5, kuva 13).
- Kaikki laitteistot eivät ole selkeästi tunnistettavissa (ks. kohta 7.1.9.1).
- Alakerrassa sijaitsevan akkutilan merkinnät ovat puutteellisia (ks. kohta 7.1.9.4, kuva 14).



Kuva 13 TKF:n 5 kV kojeistotilan alakerran sulakkeenvaihtotyökalu



Kuva 14 TKF:n 5 kV kojeistotilan alakerrassa sijaitseva akusto

8.3.1.2 Omakäyttömuuntajatila

- Tilasta puuttuu kokonaan varavalaistus ja uloskäyntikilvet (ks. kohta 7.1.9.6).
- Maadoitusjohtojen päitten merkinnät ovat puutteelliset (ks. kohta 7.1.9.1).
- Maadoituspiirustus on puutteellinen.
- Muuntajan ennakkohuolto-ohjelman olemassaolosta ei ole selvyyttä.
- Kosketussuojauksessa on seuraavanlainen puute: lattialuukun alta on vapaa pääsy muuntajan alle (kuva 15). Tällainen vaaratilanne voi tulla kysymykseen silloin kun esim. tehdään korjaustöitä luukkujen alla.



Kuva 15 TKF:n omakäyttömuuntajan kosketussuojauksen puute

8.3.1.3 Pienjännitekeskus 1 (520V110) ja pienjännitekeskus 2 (520V111)

- Keskusten dokumentit ovat puutteelliset, koska keskuksista löytyvät pelkät yleiskaaviot, joissa on virheitä. Esim. keskuksen 520V110 vikavirtasuojaa ei löydy ollenkaan.

8.3.1.4 Automaatiokaappi 1 (OT 10–13), automaatiokaappi 2 (OT 21–23) ja automaatiokaappi 3 (OT 31–33)

- Kaappien erikoisavaimet ovat kaikkien tilassa olevien saatavilla, vaikka kaapit sijaitsevat yleisessä tilassa (ks. kohdan 7.1.4 yleiset periaatteet).

8.3.2 Sähkölaitteet

8.3.2.1 Valaisimet ja varavalaisimet

- Laitoksen valaistus on juuri uusittu, joten se on kunnossa, mutta varavalaistuksessa on puutteita. Laitoksessa on paikkoja, joissa ei sähkökatkon aikana ole valaistusta ollenkaan, kuten esim. omakäyttömuuntajatila.
- Varavalaistuksen lähdön kosketussuojaus on puutteellinen.

8.3.2.2 Pistorasiat

- Pistorasioiden kohdalla on epäselvää, mitä pistorasioita pienjännitekeskuksella 520V110 sijaitseva vikavirtasuojaus suojaa.

8.3.2.3 Kaapelit

Kaapeleiden asennuksissa on paljon huomautettavaa:

- Yleisesti koko laitoksella kaapelipäätteet on puutteellisesti merkitty ja kaapeleiden mekaaninen suojaus on puutteellinen (ks. kohdat 7.1.9.1 ja 7.2.3)
- Kaapeleiden kiinnitys kaapelihyllyillä on paikka paikoin puutteellinen
- Laitoksella on käytöstä poistettuja kaapeleita, joita ei ole asianmukaisesti päätetty jakorasioille ((ks. kohta 7.2.4, kuva 16).



Kuva 16 TKF:n käytöstä poistettu kaapeli ja avonainen jakorasia

9 VÄLITTÖMÄT TOIMENPITEET

Luvussa 8 on listattu kaikki puutteet, mitä tarkistettavista kohteista löytyi. Puutteita oli yhteensä 42 kpl. Alla on kuitenkin vielä lista niistä puutteista, jotka ovat selvästi turvallisuutta heikentäviä. Näitä välittömän korjauksen tarvitsevia puutteita oli yhteensä 10 kpl. Seuraavat luvun 8 kohteista täytyy korjata mahdollisimman nopeasti vastaamaan nykystandardien vaatimuksia:

- 8.1.1.2 (keskuksella sijaitsevat ”uuniluukkulähdöt”)
- 8.1.1.4 (omakäyttömuuntajan 2ET20 pääkatkaisijan kennon erotusväli)
- 8.2.1.3 (staattisten magnetointilaitteiden kaappien lukitus)
- 8.2.1.4 (sulakkeiden vaihtoon tarkoitettu työkalu)
- 8.2.1.5 (ohjaustaulujen, OT2-13 ja IK1 kaappien lukitus)
- 8.2.2.2 (generaattorin kosketussuojaus)

- 8.3.1.1 (jännitteenmittauslaitteen jännitteiset osat ja sulakkeiden vaihtoon tarkoitettu työkalu)
- 8.3.1.2 (lattialuukun alapuolella sijaitseva vapaa pääsy muuntajan alle)
- 8.3.1.4 (Automaatiokaappien 1-3 kaappien lukitus)
- 8.3.2.1 (varavalaistuksen lähdön kosketussuojaus)

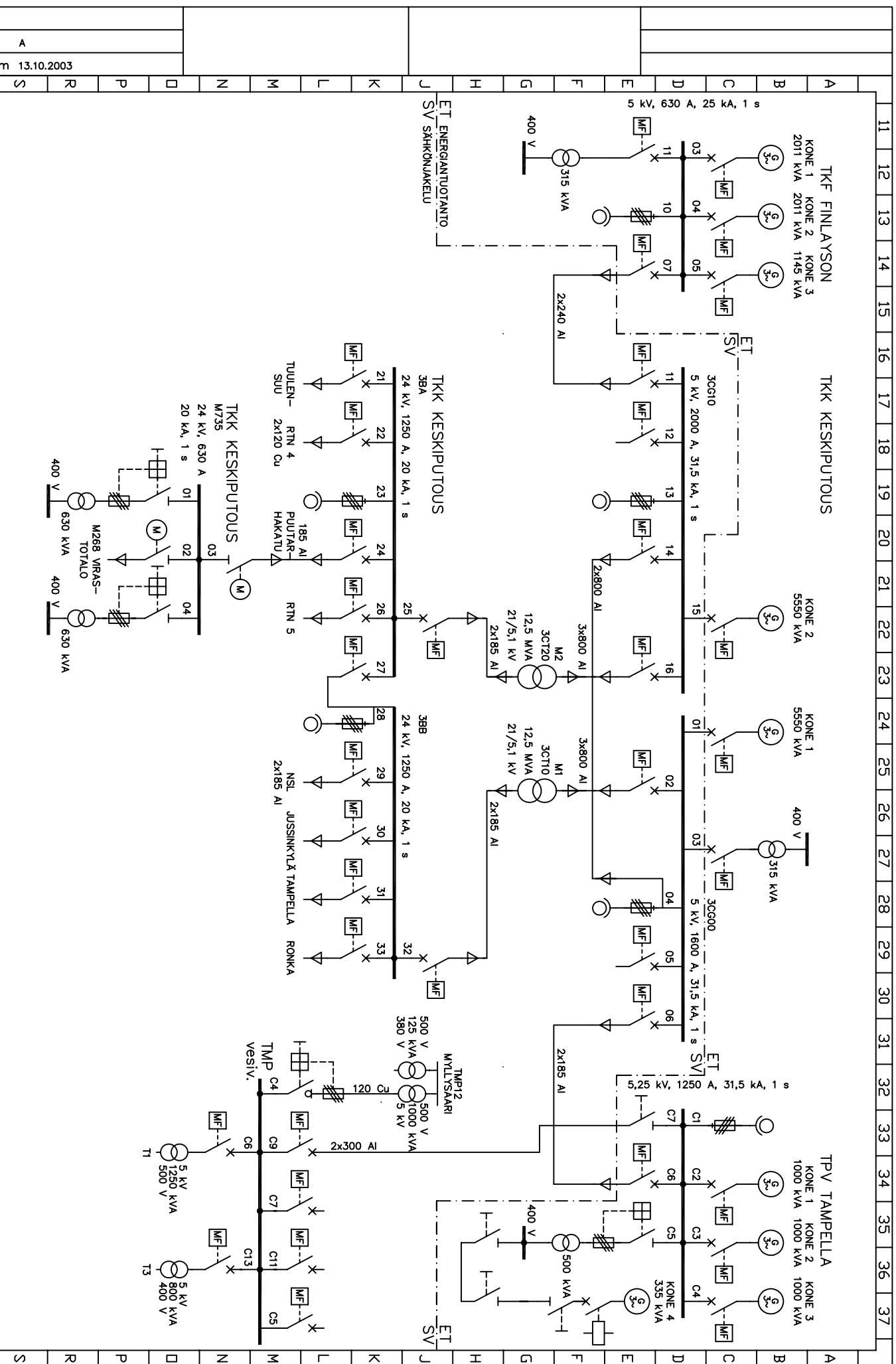
LÄHDELUETTELO

Painetut lähteet

- 1 Tampereen Sähkölaitos. [www-sivu].[viitattu 14.9.2005] Saatavissa: <http://www.tampere.fi/sahkolaitos/index.html>
- 2 Tampereen Sähkölaitos. Vuosikertomus 2003. Kirjapaino Örling Ky. 2003.
- 3 SFS 6001 Suurjännitesähköasennukset. Suomen Sähköteknillinen Standardoimisyhdistys SESKO.
- 4 SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset. Suomen Sähköteknillinen Standardoimisyhdistys SESKO.
- 5 FINLEX ® - Valtion säädöstietopankki. [www-sivu].[viitattu 4.10.2005] Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1994/19940976>
- 6 SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus. Suomen Sähköteknillinen Standardoimisyhdistys SESKO.
- 7 SFS-EN 50272-2 Akkujen ja akkuasennusten turvallisuusvaatimukset. Osa 2: Paikallisakut. Suomen Sähköteknillinen Standardoimisyhdistys SESKO.
- 8 Tampereen Sähkölaitoksen Intranet. [www-sivu].[viitattu 14.12.2005] Saatavissa: <http://tksvilkas/Intranet/Yritysinfo/Toimipaikat+ja+tuotantolaitokset/>
- 9 Tampereen Sähkölaitoksen Microsoft PowerPoint-esitys: Tammerkosken Vesivoimalaitokset.

Painamattomat lähteet

- 10 Valkeisaho Martti, Tampereen Sähkölaitos, sähkömestari, haastattelu 21.9.2005
- 11 Lehtonen Esko, Tampereen Sähkölaitos, suunnittelupäällikkö, haastattelu 11.10.2005



11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37			
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S											
Muutos A		Muutos pvm 13.10.2003		TKF FINLAYSSON		TKK KESKIPUTOUS		TPV TAMPELLA		TKK KESKIPUTOUS		TKK KESKIPUTOUS		TKK KESKIPUTOUS		TKK KESKIPUTOUS		TKK KESKIPUTOUS		TKK KESKIPUTOUS		TKK KESKIPUTOUS		TKK KESKIPUTOUS		TKK KESKIPUTOUS			
Kohde:		TAMMERKOSKEN KESKIPUTOUKSEN VOIMALAITOS		Nimi:		TKS:N TAMMERKOSKEN VESIVOIMALAITOSTEN VERKKOLITÄNTÄ JA 5 KV JAKELU YLEISKAAVIO		Suunn. P.V./17.11.1998		Lehti V/1		Pinnustus n:o		TKK TKK-EP2000		Pilt.:		Tunnus = TK		Korv.		Liftty		Med. EP2000.drw					
Muutos		A		Muutos pvm		13.10.2003		Suunn.		P.V./17.11.1998		Lehti		V/1		Pinnustus n:o		TKK TKK-EP2000		Pilt.:		Tunnus = TK		Korv.		Liftty		Med. EP2000.drw	

TAMPEREEN SÄHKÖLAITOS

Keskiputous		7.1.1 Poistumistiet ja käytävät	7.1.2 Ensiaputaulu	7.1.3 Etäisyydet	7.1.4 Kosketussuojaus	7.1.5 Turvalaitteet	7.1.6 Työvälineet	7.1.6 Dokumentit	7.1.7 Ovet/Lukitus	7.1.9 Tunnistaminen ja merkinnät	7.2.2 Vikavirtasuojaus	7.2.3 Mekaaninen suojaus	7.2.4 Kunto	7.1.10 & 7.2.5 Olosuhdevaatimukset	Muuta huomautettavaa
Merkinnät: X = Kaikki kunnossa - = Ei tarkastettu 1...n = ks. Huomautukset															
Sähkötilat	5 kV:n kojeistotila 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	1
	Pienjännitekeskus	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	2
	Sähkölaitehuone 1	X	X	X	X	X	X	X	X	3	-	-	-	-	X
	Sähkölaitehuone 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	4
	Akkuhuone 1	X	X	X	X	X	X	X	X	5	-	-	-	X	X
	Akkuhuone 2	X	X	X	X	X	X	X	X	5	-	-	-	X	X
	Varavoimakonetila	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	6
	Omakäyttömuuntaja	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	7
Sähkölaitteet	Valaisimet	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X	X
	Varavalaisimet	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X	X
	Pistorasiat	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	X	X	X
	Kaapelit	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	8	X	X
	Moottorit	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X	X
	Generaattorit	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X	X
	Lämmittimet	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X	X

Huomautukset: Keskiputous

-	Ei tarkastettu
X	Kunnossa
1	Ilmanvaihtokanavien maadoitukset on tarkistettava.
2	Keskuksella sijaitsevia "uuniluukkulähtöjä" ei saa avata virrallisina.
3	Keskuksen 3EG90 tunnistekilpi "dieselgener. keskus" on virheellinen.
4	Omakäyttömuuntajan 2ET20 pääkatkaisijan kennossa ei ole näkyvää erotusväliä.
5	Ulko-ovesta puuttuvat tarvittavat kilvet.
6	Akuston navat eivät ole suojattu.
7	Ovesta ja aluskiskosta puuttuvat maadoitukset.
8	Sähkölaitehuone 1:n pystykaapelihiyllyn yksi kaapeli on huonosti kiinnitetty.
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	

Finlayson		7.1.1 Poistumistiet ja käytävät	7.1.2 Ensiaputaulu	7.1.3 Etäisyydet	7.1.4 Kosketussuojaus	7.1.5 Turvalaitteet	7.1.6 Työvälineet	7.1.6 Dokumentit	7.1.7 Ovet/Lukitus	7.1.9 Tunnistaminen ja merkinnät	7.2.2 Vikavirtasuojaus	7.2.3 Mekaaninen suojaus	7.2.4 Kunto	7.1.10 & 7.2.5 Olosuhdevaatimukset	Muuta huomautettavaa
Merkinnät: X = Kaikki kunnossa - = Ei tarkastettu 1...n = Ks. Huomautukset															
Sähkötilat	5kV kojeistotila yläkerta	1	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-
	5kV kojeistotila keskikerros	2	X	X	3	X	X	X	4	5	-	-	-	-	-
	5kV kojeistotila alakerta + akkutila	X	X	X	6	X	7	X	8	9	-	-	-	X	10
	Omakäyttömuuntaja	X	X	X	11	X	X	19	X	12	-	-	-	-	13
	Pienjännitekeskus 1 (520V110)	X	X	-	X	X	X	23	X	X	-	-	-	-	-
	Pienjännitekeskus 2 (520V111)	X	X	-	X	X	X	23	X	X	-	-	-	-	-
	Automaatiokaappi1 (7240 HT 002 OT 10-13)	X	X	-	X	-	X	X	14	X	-	-	-	-	-
	Automaatiokaappi2 (7240 HT 002 OT 21-23)	X	X	-	X	-	X	X	14	X	-	-	-	-	-
	Automaatiokaappi3 (7240 HT 002 OT 31-33)	X	X	-	X	-	X	X	14	X	-	-	-	-	-
Sähkölaitteet	Valaisimet	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X	X
	Varavalaisimet	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	20	X	21
	Pistorasiat	-	-	-	-	-	-	-	-	X	18	-	X	X	-
	Kaapelit	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	16	X	X	17
	Moottorit	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X	-
	Generaattorit	-	-	-	-	-	-	22	-	X	-	-	X	X	-
	Lämmittimet	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X	-

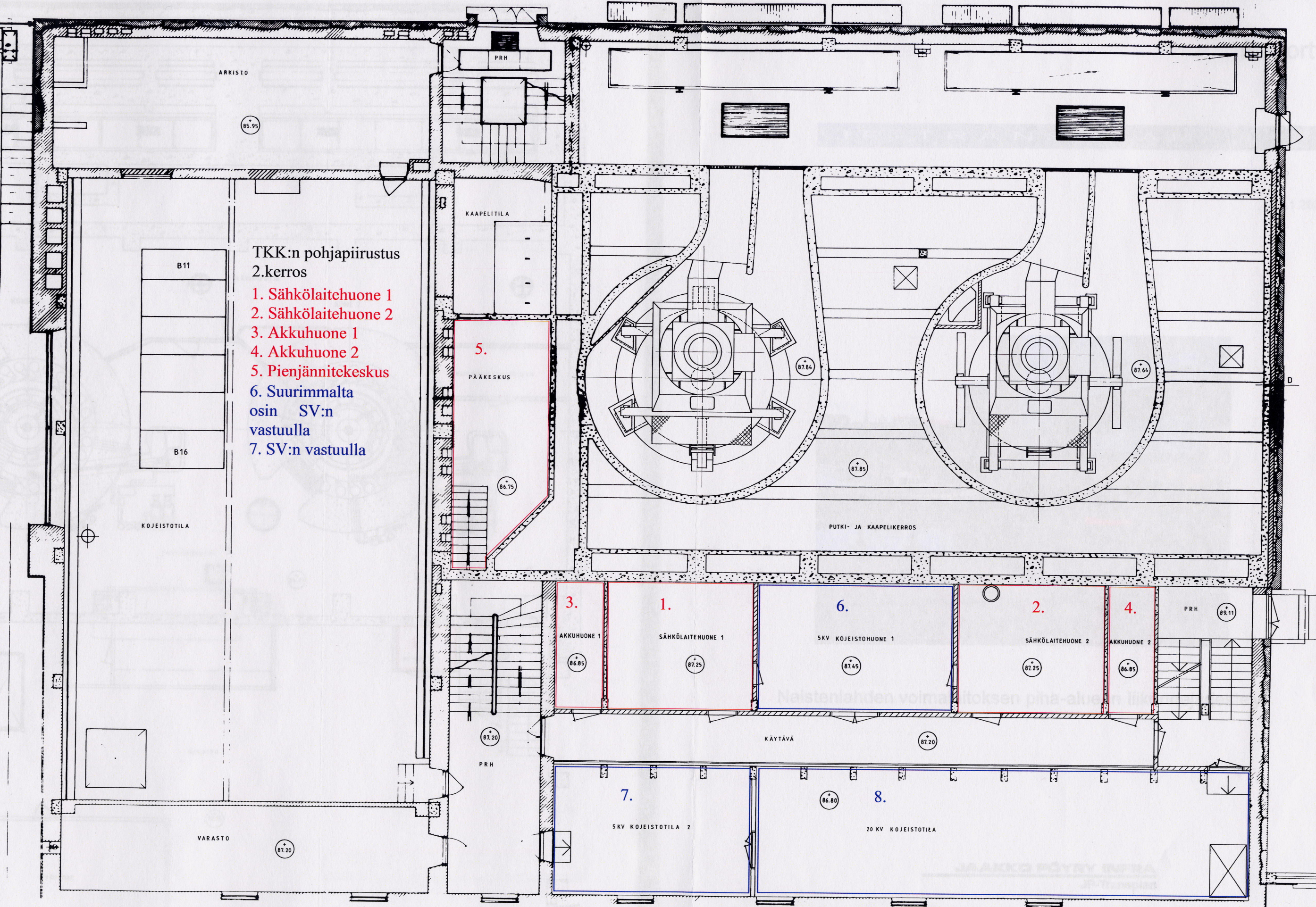
Huomautukset: Finlayson

-	Ei tarkastettu
X	Kunnossa
1	Sähkötilassa ei ole varaueloskäyntiä.
2	Poistumistie on puutteellinen ja käytävän leveys < 0,8 m, kun vaunu on käytävällä.
3	Jännitteenmittauslaitteen jännitteiset osat on suojaamatta.
4	Puutteellisen varaueloskäynnin ovi aukeaa sisäänpäin ja lukko on puutteellinen.
5	Kaikki laitteistot eivät ole selkeästi tunnistettavissa .
6	Suojusten korkeus < 2,3 m.
7	Sulakkeenvaihtotyökalu ei täytä vaatimuksia.
8	Oven vapaa korkeus < 2,0 m.
9	Kaikki laitteistot eivät ole selkeästi tunnistettavissa. Akkutilan merkinnät ovat puutteelliset.
10	Akkutila ei täytä vaatimuksia.
11	Lattialuukun alta on vapaa pääsy muuntajan alle.
12	Maadoitusjohtojen merkinnät puutteelliset. Uloskäyntikilvet puuttuu.
13	Varavalaistus puuttuu.
14	Kaappien kolmioavaimien tulee olla lukitussa kaapissa, johon on avaimet vain sähkömiehillä.
15	Merkinnät ovat puutteelliset yleisesti koko laitoksella.
16	Kaapeleiden mekaaninen suojaus on puutteellinen monessa paikassa laitoksella.
17	Kaapeleiden kiinnitys kaapelihyllyillä on paikka paikoin puutteellinen.
18	On epäselvää, mitä vikavirtasuojia suojaa.
19	Maadoituspiirustus on puutteellinen. Ennakkohuolto-ohjelma puuttuu?
20	Varavalaistukseen on syytä tehdä parannuksia.
21	Varavalojen lähdön suojaus on puutteellinen.
22	Generaattoreiden suojauskaaviot puuttuvat.
23	Pienjännitekeskuksiin on sijoitettu pelkät yleiskaaviot, joissa on kuitenkin virheitä esim. keskuksen 520V110 vikavirtasuojakytä ei löydy ollenkaan.
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	

Tampella		7.1.1 Poistumistiet ja käytävät	7.1.2 Ensiaputaulu	7.1.3 Etäisyydet	7.1.4 Kosketussuojaus	7.1.5 Turvalaitteet	7.1.6 Työvälineet	7.1.6 Dokumentit	7.1.7 Ovet/Lukitus	7.1.9 Tunnistaminen ja merkinnät	7.2.2 Vikavirtasuojaus	7.2.3 Mekaaninen suojaus	7.2.4 Kunto	7.1.10 & 7.2.5 Olosuhdevaatimukset	Muuta huomautettavaa
Merkinnät: X = Kaikki kunnossa - = Ei tarkastettu 1...n = ks. Huomautukset															
Sähkötilat	5kV kojeistotila	X	X	X	X	X	X	X	X	1	-	-	-	-	2
	Akkuhuone	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	X	X
	Staattiset magnetointilaitteet	X	X	X	X	X	X	X	3	X	-	-	-	-	X
	Muuntajatila	X	X	X	X	X	4	X	5	6	-	-	-	-	X
	Ohjaustaulut OT2-13, IK1	X	X	X	X	X	X	X	7	X	-	-	-	-	X
Sähkölaitteet	Valaisimet	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X	X
	Varavalaisimet	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X	X
	Pistorasiat	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	X	X	X
	Kaapelit	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	9	X	X	10
	Moottorit	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X	X
	Generaattorit	-	-	-	11	-	-	-	-	X	-	-	X	X	X
	Lämmittimet	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X	X

Huomautukset: Tampella

-	Ei tarkastettu
X	Kunnossa
1	Kameran ohjauskaapin ja 5 kV kojeiston tunnuukset puuttuvat.
2	5 kV:n kojeistotilan sähköläpivientien palokatkot puuttuvat osin.
3	Kaappien kolmioavaimet pitäisi olla lukitussa kaapissa, johon on avaimet vain sähkömiehillä.
4	Tasavirtakeskuksen sulakkeenvaihtotyökalu ei täytä vaatimuksia
5	Sisäänkäyntioven korkeus < 2,0 m.
6	Sisäänkäyntioveissa ei ole kolmiokilpeä. Kondensaattoreissa ei ole merkitty purkausaikaa.
7	Kaappien kolmioavaimet pitäisi olla lukitussa kaapissa, johon on avaimet vain sähkömiehillä.
8	Kaikki kaapelipäätteet eivät ole tunnistettavissa.
9	Muuntajatilán 5 kV:n kaapeleiden lattialäpiviennin mekaaninen suojaus on puutteellinen.
10	Käytöstä poistettuja kaapeleita ei ole päätetty vaatimusten mukaisesti.
11	Generaattoreiden kosketussuojaus on puutteellinen.
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	



TKK:n pohjapiirustus
2.kerros

- 1. Sähkölaitehuone 1
- 2. Sähkölaitehuone 2
- 3. Akkuhuone 1
- 4. Akkuhuone 2
- 5. Pienjännitekeskus
- 6. Suurimmalta osin SV:n vastuulla
- 7. SV:n vastuulla

B11

B16

KOJEISTOTILA

VARASTO

KAAPELITILA

5.
PÄÄKESKUS

3.
AKKUHUONE 1

1.
SÄHKÖLAITEHUONE 1

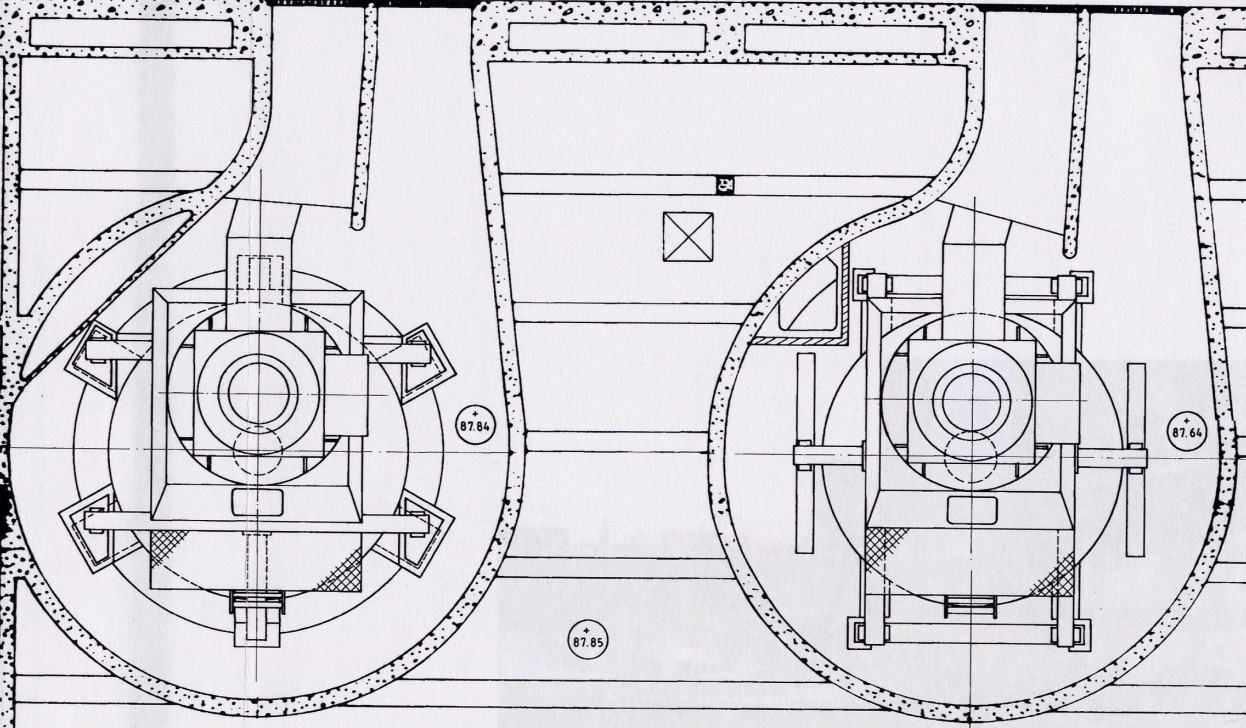
6.
SKV KOJEISTOHUONE 1

2.
SÄHKÖLAITEHUONE 2

4.
AKKUHUONE 2

7.
SKV KOJEISTOTILA 2

8.
20 KV KOJEISTOTILA



PUTKI- JA KAAPELIKERROS

KÄYTÄVÄ

PRH

PRH

85.95

86.75

87.84

87.64

87.85

86.85

87.25

87.45

87.25

86.85

87.20

87.20

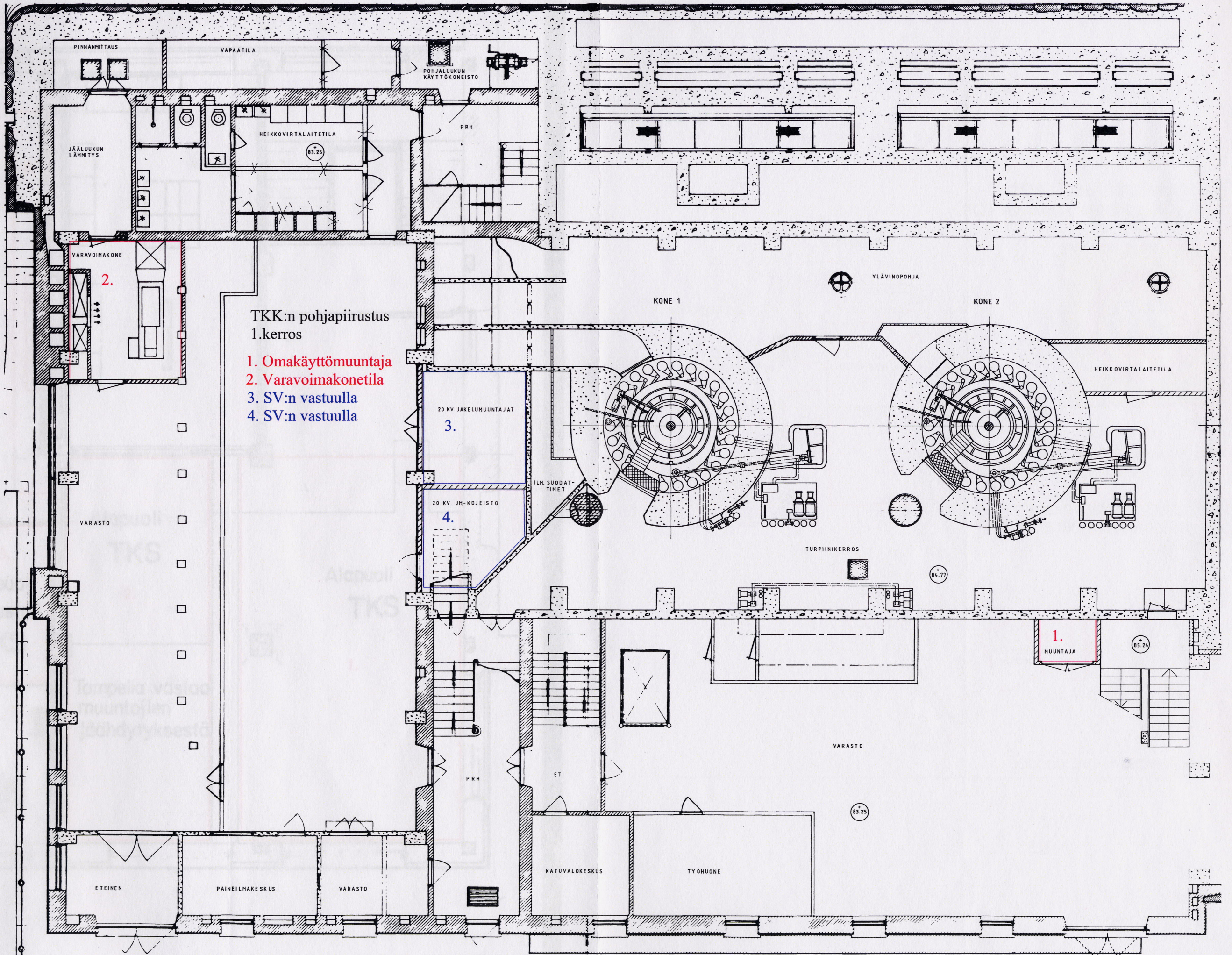
89.11

87.20

86.80

87.20

JAAKKO PÖYRY INRA



TKK:n pohjapiirustus
1.kerros

- 1. Omakäyttömuuntaja
- 2. Varavoimakonetila
- 3. SV:n vastuulla
- 4. SV:n vastuulla

1.
MUUNTAJA

PINNANMITTAUS

VAPAATILA

POHJALUUKUN
KÄYTTÖKONEISTO

HEIKKOVIRTALAITETILA

PRH

JÄÄLUUKUN
LÄMMITYS

VARAVOIMAKONE

2.

KONE 1

KONE 2

YLÄVINOPHJA

HEIKKOVIRTALAITETILA

20 KV JAKELUMUUNTAJAT

3.

ILM. SUODAT-
TIHET

20 KV JM-KOJEISTO

4.

TURPIINIKERROS

84.77

VARASTO

85.24

PRH

ET

VARASTO

83.25

ETEINEN

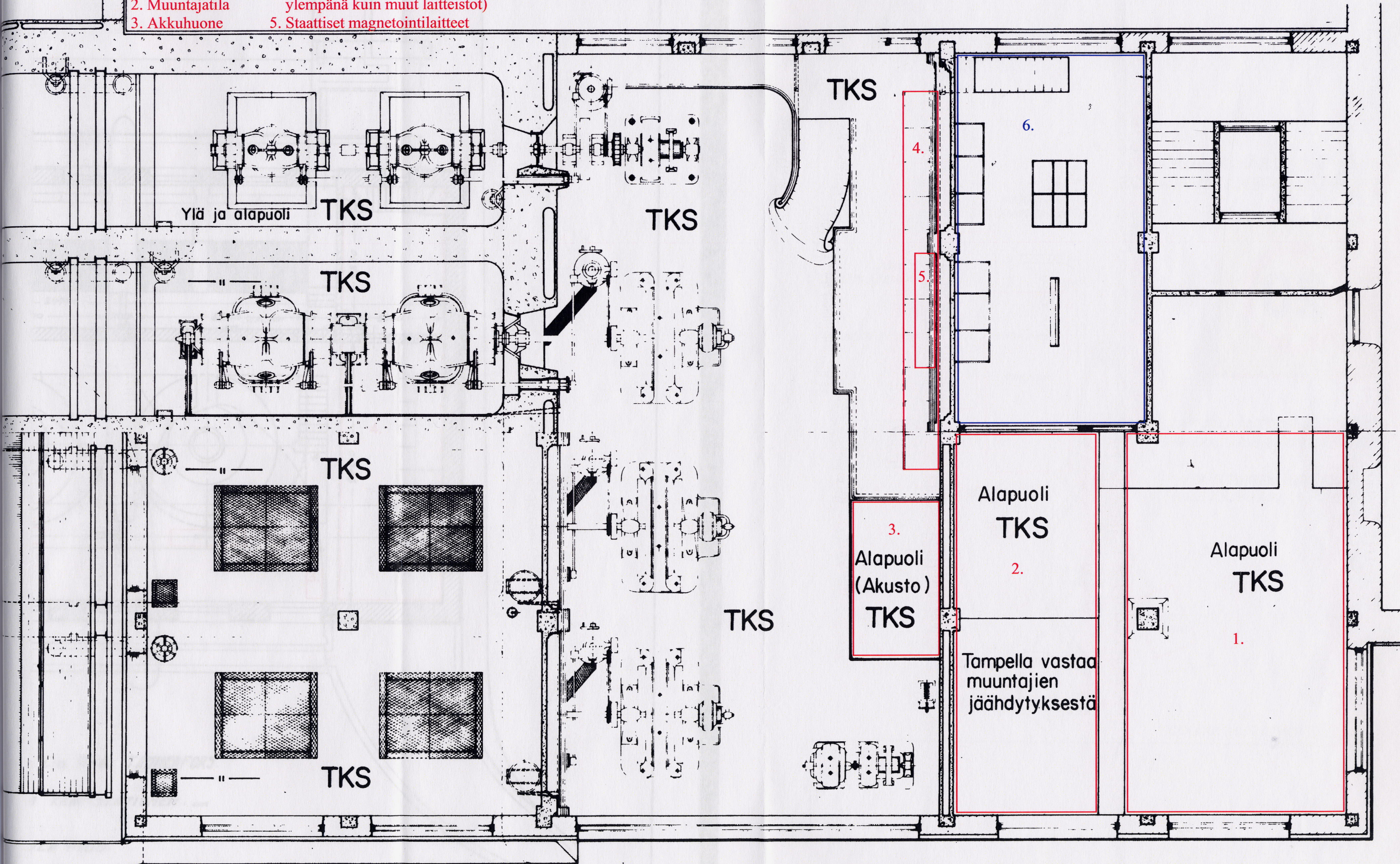
PAINELAKEKUS

VARASTO

KATUVALOKESKUS

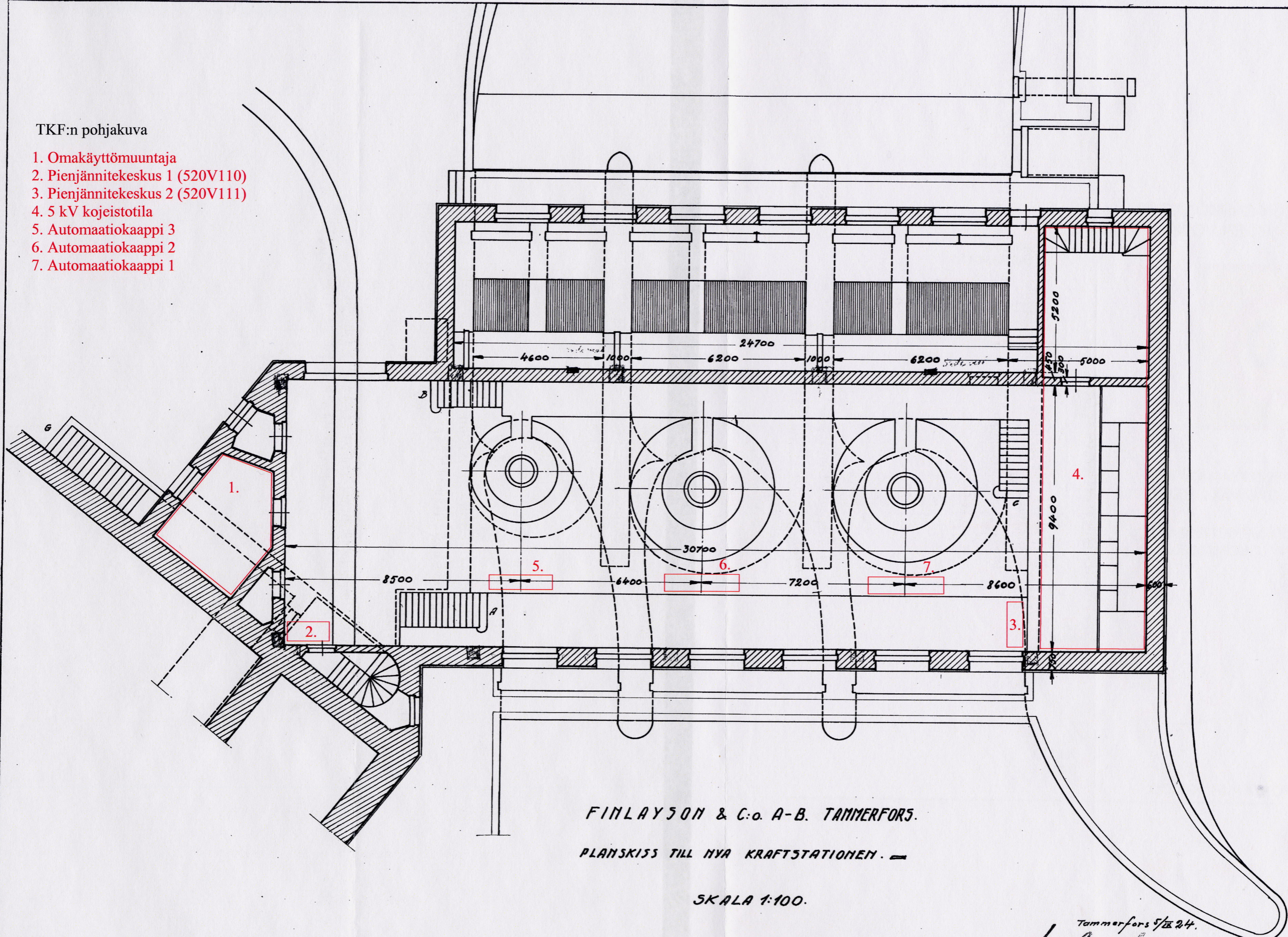
TYÖHUONE

- 1. 5 kV kojeistotila
- 2. Muuntajatila
- 3. Akkuhuone
- 4. Ohjaustaulut OT2-13, IK1 (sijaitsee kerrosta ylempänä kuin muut laitteistot)
- 5. Staattiset magnetointilaitteet
- 6. SV:n vastuulla



TKF:n pohjakuva

- 1. Omakäyttömuuntaja
- 2. Pienjännitekeskus 1 (520V110)
- 3. Pienjännitekeskus 2 (520V111)
- 4. 5 kV kojeistotila
- 5. Automaatiokaappi 3
- 6. Automaatiokaappi 2
- 7. Automaatiokaappi 1



FINLAYSON & Co. A-B. TAMMERFORS.

PLANSKISS TILL NYA KRAFTSTATIONEN. —

SKALA 1:100.

Tammerfors 5/24.

J. Aug.

52 02