

Mikko Manninen

VAAJAKOSKEN  
VESIVOIMALAITOKSEN  
HUOLTOTÖIDEN RISKIKARTOITUS

Opinnäytetyö  
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Marraskuu 2014




**MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU**

Mikkeli University of Applied Sciences

## KUVAILULEHTI

 <b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> <small>Mikkeli University of Applied Sciences</small>	<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b> 24.11.2014				
<b>Tekijä(t)</b> Mikko Manninen	<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b> Sähkötekniikan koulutusohjelma				
<b>Nimeke</b> Vaajakosken vesivoimalaitoksen huoltotöiden riskikartoitus					
<b>Tiivistelmä</b> <p>Opinnäytetyöni tavoitteena oli kartoittaa huoltotöiden riskit ja parantaa työturvallisuutta Suur-Savon Sähkö Oy:n omistamalla vesivoimalaitoksella Vaajakoskella.</p> <p>Työssäni perehdytään riskien arviointiin ja niiden hallintaan. Lisäksi perehdytään vesivoimalaitostekniikkaan. Voimalaitokselle on olemassa riskikartoitus, joten työn päätarkoituksena oli päivittää olemassa olevat riskikartoituspohjat, sekä tehdä puuttuvista töistä uudet.</p> <p>Työhön valitsin isoimpia huoltotöitä, joissa riskin vaara on pieni mutta vakavuusaste on suuri. Työssäni käytin apuna riskienhallintakirjallisuutta sekä olemassa olevaa riskikartoitusmallia.</p> <p>Työhön on myös liitetty sähkölaitteiston huolto-ohjelma. Täsmällisellä tarkkailulla ja puutteiden ylöskirjaamisella ja niihin puuttumisella voidaan estää aineellisia vahinkoja. Niistä voi syntyä omaisuus-, henkilö- tai imagovahinkoja.</p> <p>Riskikartoitus olisi päivitettävä tietyin väliajoin, jolloin riskien tunnistaminen olisi ajan tasalla. Varsinkin muutostöiden jälkeen riskikartoitus olisi päivitettävä.</p>					
<b>Asiasanat (avainsanat)</b> Riskikartoitus, huoltotyöt, vesivoimalaitos					
<b>Sivumäärä</b> 25s+ liit. 6 sivua	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;"><b>Kieli</b></td> <td style="border: none;">URN</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">suomi</td> <td style="border: none;"></td> </tr> </table>	<b>Kieli</b>	URN	suomi	
<b>Kieli</b>	URN				
suomi					
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>					
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b> Jorma Pekkanen	<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b> Suur-Savon Sähkötyö Oy				

## DESCRIPTION

 <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences</p>		<b>Date of the bachelor's thesis</b> Nov 24, 2014	
<b>Author(s)</b> Mikko Manninen		<b>Degree programme and option</b> Electrical engineering	
<b>Name of the bachelor's thesis</b> Maintenance risk assessment in hydrostatic power plant of Vaajakoski			
<b>Abstract</b> <p>The aim of this thesis was to identify risks and to improve maintenance safety in hydropower plant owned by Suur-Savon Sähkö Oy at Vaajakoski.</p> <p>My work focuses on risk assessment and management. I also study hydroelectric power plant technology. The power plant already has risk mapping, so the main purpose of the work was to update the existing risk mapping, and to make new ones.</p> <p>Thesis deals with the most extensive maintenance work, where the risk is small, but the severity is high. In my work I used the risk management literature as well as existing risk mapping model.</p> <p>The work also includes the electrical system maintenance program. Accurate observation, recording the deficiencies and intervention can prevent damage to property, personnel and even the image of the company.</p> <p>A risk assessment should be updated at regular intervals, In particular, risk mapping should be updated after any changes in the systems or processes.</p>			
<b>Subject headings, (keywords)</b> Risk assessment, maintenance, hydrostatic power plant			
<b>Pages</b> 25p+ app. 6 pages	<b>Language</b> Finnish	<b>URN</b>	
<b>Remarks, notes on appendices</b>			
<b>Tutor</b> Jorma Pekkanen		<b>Bachelor's thesis assigned by</b> Suur-Savon Sähkötyö Oy	

# SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	1
2	VESIVOIMALAITOSTEKNIikka .....	2
2.1	Voimalaitostyytit .....	2
2.1.1	Säännöstelyn ja käyttötavan mukainen jaottelu .....	2
2.1.2	Rakenteellinen jaottelu .....	2
2.1.3	Putouskorkeuden mukainen jaottelu .....	4
2.2	Turbiinityypit .....	5
2.2.1	Francis-turbiini .....	6
2.2.2	Kaplan-turbiini .....	7
2.3	Sähkölaitostekniikka .....	9
2.3.1	Generaattorit .....	9
2.3.2	Muuntajat ja kojeistot .....	10
2.3.3	Automaatika .....	10
3	RISKIKARTOITUS .....	10
3.1	Riskienhallinta .....	11
3.2	Riskien hallintamenetelmät .....	12
3.2.1	Vahingontorjunta .....	12
3.2.2	Ehkäisevä vahingontorjunta .....	12
3.2.3	Rajoittava vahingontorjunta .....	13
3.2.4	Jälkivahinkojen torjunta .....	13
3.2.5	Riskien välttäminen .....	13
3.2.6	Riskien jakaminen .....	13
3.2.7	Riskien siirtäminen .....	13
3.3	Riskilajit .....	14
3.3.1	Henkilö- ja omaisuusriskit .....	14
3.3.2	Toiminnan riskit .....	14
3.3.3	Liiketoimintariskit .....	14
3.3.4	Tietoriskit .....	15
4	VAAJAKOSKEN VOIMALAITOS .....	15
5	VOIMALAITOKSEN HUOLTOTYÖT .....	17
5.1	Sähkölaitteiston huolto .....	17
5.2	Koneiston kuukausirasvaus .....	17
5.3	Generaattoreiden hiilien tarkastus ja vaihto .....	19
5.4	Turbiinin tarkastus .....	20

5.5	Siltanosturin käyttö.....	20
5.6	Välppien huolto .....	22
5.7	Ohjuksutusluukkujen huolto.....	23
6	LOPPUPÄÄTELMÄT.....	25
	LÄHTEET .....	26

#### LIIKTEET

- 1 Sähkölaitteiston huolto-ohjelma
- 2 Pääkaavio ja verkostokartta

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni tarkoitus on kartoittaa Vaajakosken vesivoimalaitoksen huoltotöiden riskit ja se, kuinka niihin voidaan vaikuttaa sekä päivittää olemassa olevaa riskikartoitusmateriaalia. Voimalaitos sijaitsee Vaajakoskella Naiskoskessa, ja sen omistaa Suur-Savon Sähkö Oy. Voimalaitos syöttää sähköä Järvi-Suomen Energia Oy:n verkkoon, johon Vaajakosken alueella kuuluu pääsääntöisesti teollisuutta sekä muutamia pienkultajia.

Aluksi perehdytään voimalaitostekniikkaan, millaisia vesivoimalaitosrakenteita ja minkälaista tekniikkaa laitoksissa käytetään. Lisäksi käyn läpi, mitä riskikartoitus on ja mikä sen tarkoitus on. Apuna työssäni käytän riskikartoitusopasta, työturvallisuusstandardeja sekä olemassa olevia riskikartoituspohjia.

Voimalaitokselta löytyy useita huoltokohteita ja -töitä, joissa on omanlaisensa vaaransa ja riskinsä olemassa. Voimalaitoksen ympäristö asettaa myös oman haasteellisuutensa töiden suorittamiselle. Huoltotöiden riskikartoitusosiossa käyn lävitse yleisimpiä huoltotöitä, joita laitoksella tehdään päivittäin, kuukausittain sekä vuositasolla. Tämän lisäksi tarkastelen töihin liittyviä riskejä sekä aineellisia vaikutuksia.

Lopuksi teen yhteenvedon työstäni sekä päivitän olemassa olevan riskikartoitusmateriaalin. Apuna käytän työturvallisuusstandardeja, riskikartoitusopasta sekä omiin havaintoihin pohjautuvia näkemyksiä.

## 2 VESIVOIMALAITOSTEKNIikka

### 2.1 Voimalaitostyytit

Vesivoimalaitokset voidaan jaotella kolmeen pääryhmään. Yksittäistä voimalaitosta tarkastellessa se voidaan liittää useampaan kuin yhteen pääryhmään riippuen sen käyttötavasta, rakenteellisesta ratkaisusta tai putouskorkeudesta. Voimalaitoksen rakenne sekä pääosin putouskorkeus määrittää myös turbiinityypin.

#### 2.1.1 Säännöstelyn ja käyttötavan mukainen jaottelu

Jokivoimalaitoksissa, laitoksen oman padon avulla aikaansaatu allas pystyy hoitamaan vain lyhytaikaissäädön, joskus senkin puutteellisesti/1,s.65/.

Säännöstelyvoimalaitos eli allasvoimalaitos, joka on yleensä rakennettu suurehkon vuosisäännöstelyaltaan yhteyteen/1,s.65/.

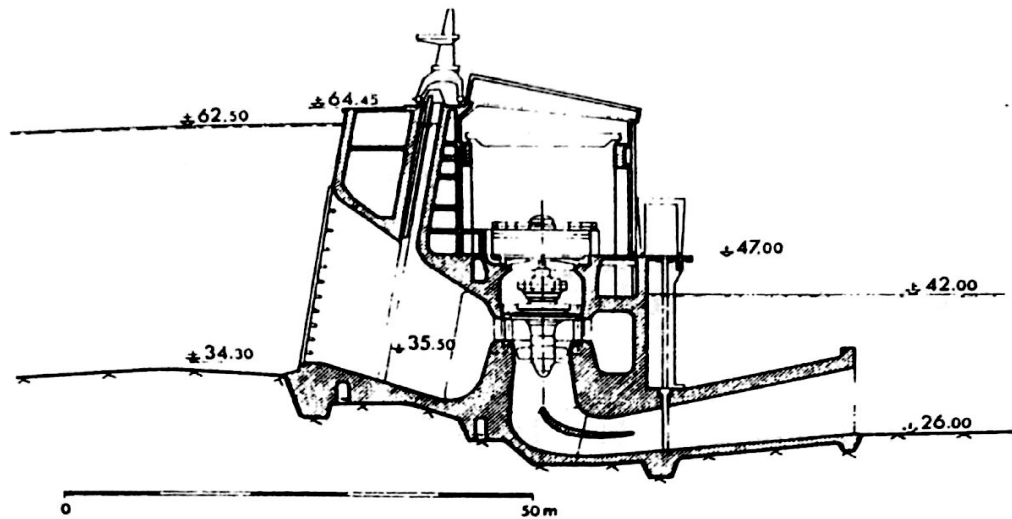
Pumppuvoimalaitos käyttää samaa vettä, joka pumpataan ala-altaasta takaisin yläaltaaseen halvalla yöenergialla tai reservihöyryvoimalaitosten tyhjäkäyntienergialla/1,s.65/.

Vuorovesilaitos on jokilaitoksen kaltainen, mutta sijoitettu voimakkaan vuorovesivaihtelun alueella olevaan lahteen rakennetun padon yhteyteen ja toimii tavallisesti molempiin suuntiin vuorovesijaksojen mukaan. Voi toimia altaan täytön loppuvaiheessa myös pumppulaitoksena./1,s.65./

#### 2.1.2 Rakenteellinen jaottelu

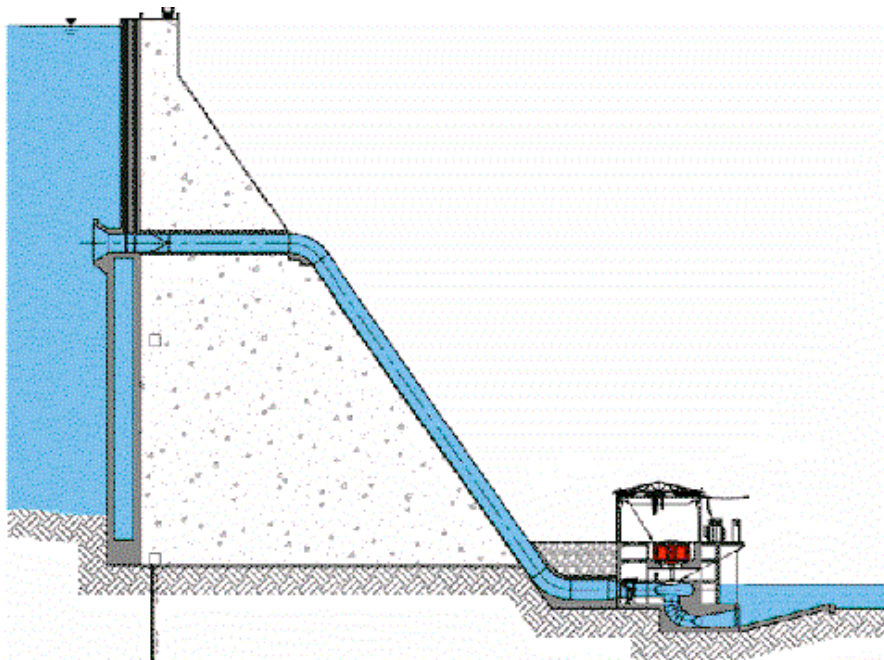
Voimalaitokset voidaan jaotella säännöstely ja käyttötavan lisäksi rakenteellisesti. Rakenteellisia jaottelumalleja ovat pato-, paineputki- sekä tunnelilaitos.

Patolaitos voidaan rakentaa jokiuomaan sekä kaivettuun kanavaan. Patolaitokselle ominaista on, että se toimii itsestään padon osana./1./



**KUVA 1. Patolaitos/1/**

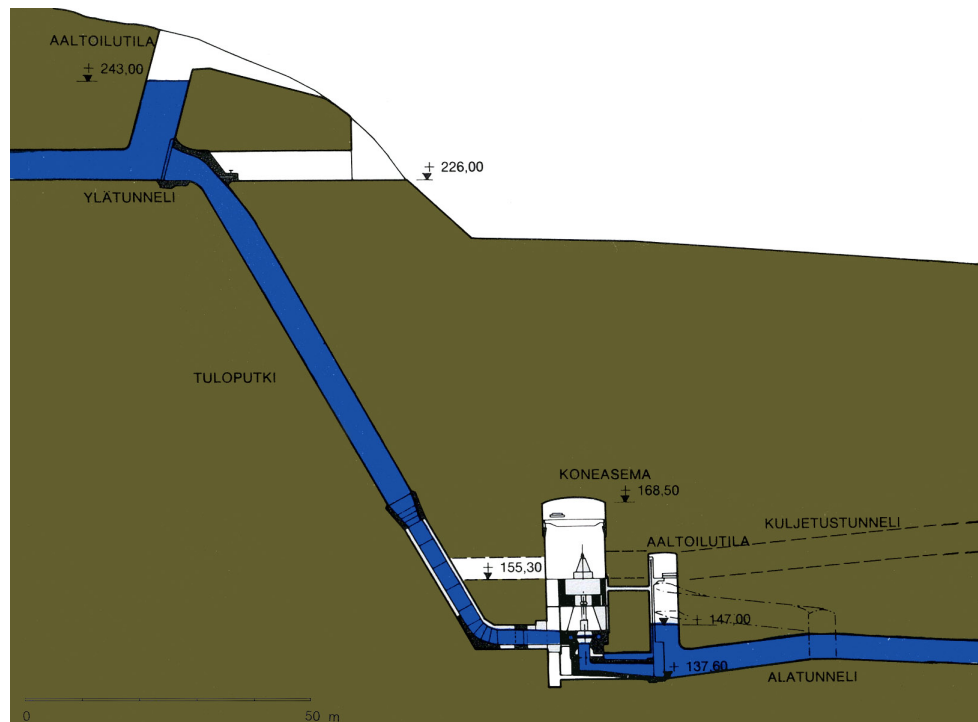
Paineputkilaitoksessa koneasema on rakennettu padon jälkeen paineputken päähän tai mahdollisesti osittain padon sisään. Paineputki on yleensä terästä, betonia tai jossain tapauksissa puuta./1./



**KUVA 2. Paineputkilaitos**

Tunnelilaitoksessa koneasema on kokonaisuudessaan kallion sisässä. Tunnelilaitoksessa tuloputki on avoin pystykuilu, josta vesi pääsee syöksymään turbiinille. Koneasema on mahdollista sijoittaa myös maan pinnalle, mutta tämä vaatii pitkää akselikonerautusta. Tällöin generaattori on myös sijoitettu maan pinnalle./1./





**KUVA 3. Tunnelilaitos**

### 2.1.3 Putouskorkeuden mukainen jaottelu

Lisäksi laitokset voidaan jakaa putouskorkeuden mukaisesti pienpaine-, keskipaine-, keskikorkeapaine sekä korkeapainelaitoksiin. Pienpainelaitos on toteutettu yleensä putkiturbiinilla, joskus myös pysty akselilla Kaplan-turbiinilla. Pienimmissä laitoksissa on käytetty Francis-turbiineja. Pienpainelaitoksiksi luetaan kaikki alle 10m putouskorkeudella olevat laitokset./1./

Keskipainelaitoksiksi voidaan katsoa kaikki laitokset, joiden putouskorkeus on 10-40m. Turbiini on yleensä pysty akselinen Kaplan-turbiini. Pienissä keskypainelaitoksissa käytetään myös vaak-akselista Francis-turbiinia. Keskikorkeapainelaitoksissa käytetään Francis-turbiinia. Putouskorkeus on 40-400m./1./

Korkeapainelaitoksiksi luetaan 400-1800m välillä olevat ja siitä korkeammalla putouskorkeudella olevat laitokset. Turbiinina poikkeuksetta käytetään Pelton-turbiinia./1./

## 2.2 Turbiinityypit

Turbiinit voidaan jakaa kahteen kategoriaan reaktiiturbiineihin sekä aktiiturbiineihin. Reaktiiturbiineilla vain osa veden energiasta saadaan muutettua liike-energiaksi. Aktiiturbiineissa veden energia saadaan kokonaisuudessaan muutettua liike-energiaksi. Reaktiiturbiineihin kuuluvat Kaplan sekä Francis turbiinit, jotka ovat Suomen olosuhteissa käytetyimpiä turbiinityyppejä. Aktiiturbiineihin kuuluvat mm. Pelton, jolle vaadittava veden putouskorkeus on vähintään 100m./1/

Turbiinin teho saadaan seuraavalla kaavalla:

$$P = QH\rho g\eta \quad (1)$$

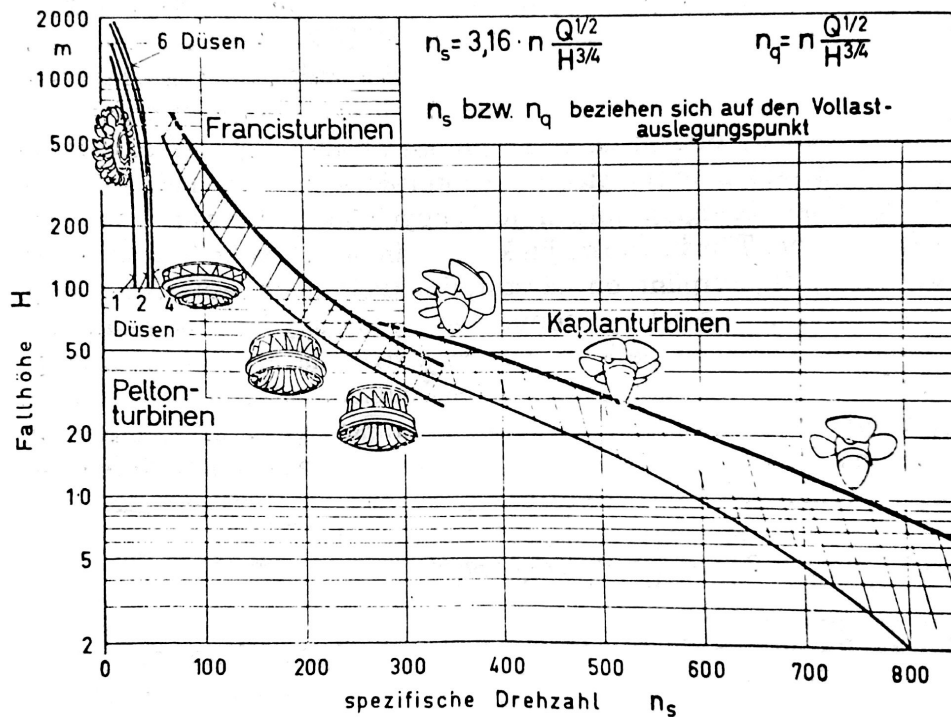
$Q$  = Turbiinin tilavuusvirta ( $m^3/s$ )

$H$  = Putouskorkeus (m)

$\rho$  = veden tiheys ( $1000kg/m^3$ )

$g$  = painovoiman kiihtyvyys ( $9,82m/s^2$ )

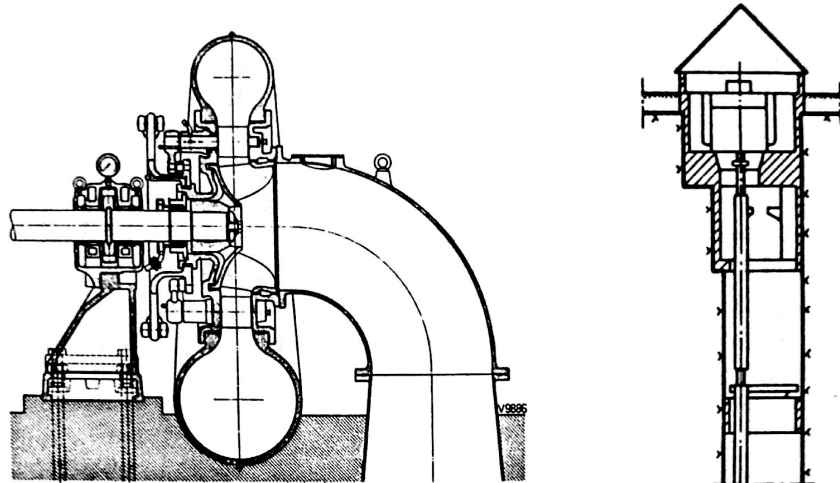
$\eta$  = turbiinin hyötysuhde



KUVA 4. Turbiinien käyttöalueet/1/

### 2.2.1 Francis-turbiini

Francis-turbiini on maailman yleisin turbiinityyppi. Käyttöalue ulottuu n. 700m putoukseen ja 1000MW tehoihin. Suomen olosuhteissa käyttö kohdistuu lähinnä pieniin laitoksiin, joissa yleensä  $P < 10\text{MW}$  ja  $H = 15 \dots 50\text{m}$ ./1,s.83./

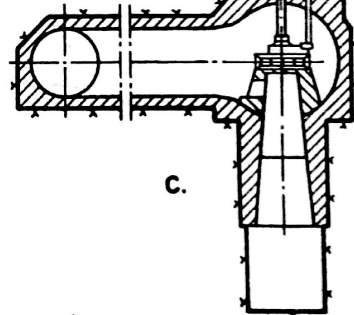


a.

Kuva 13.

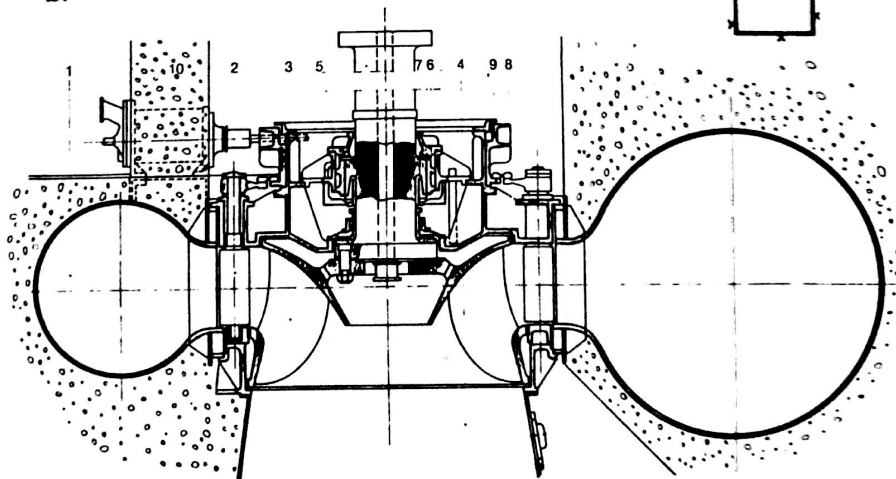
Francis-turbiinien rakenneratkaisuja:

- a. vaaka-akselinen (Voith)
- b. pystyakselinen (Tampella)
- c. pitkäakselikone (Maier)



c.

b.

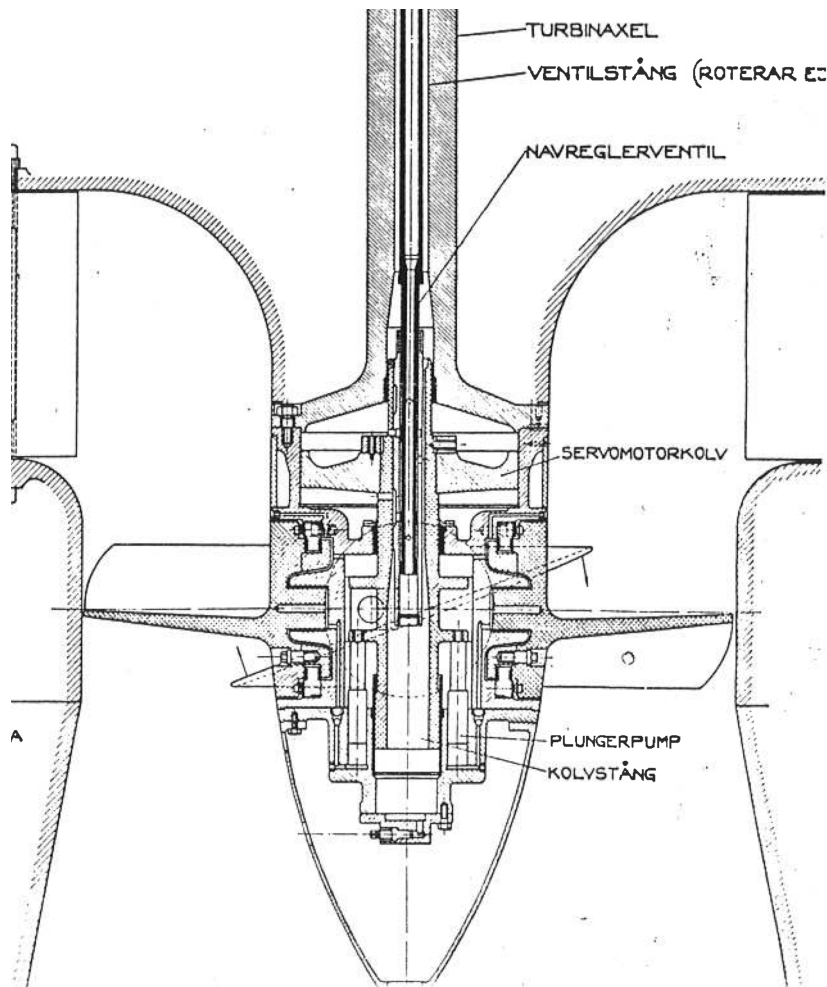


KUVA 5. Francis-turbiinien rakenneratkaisuja/1/

### 2.2.2 Kaplan-turbiini

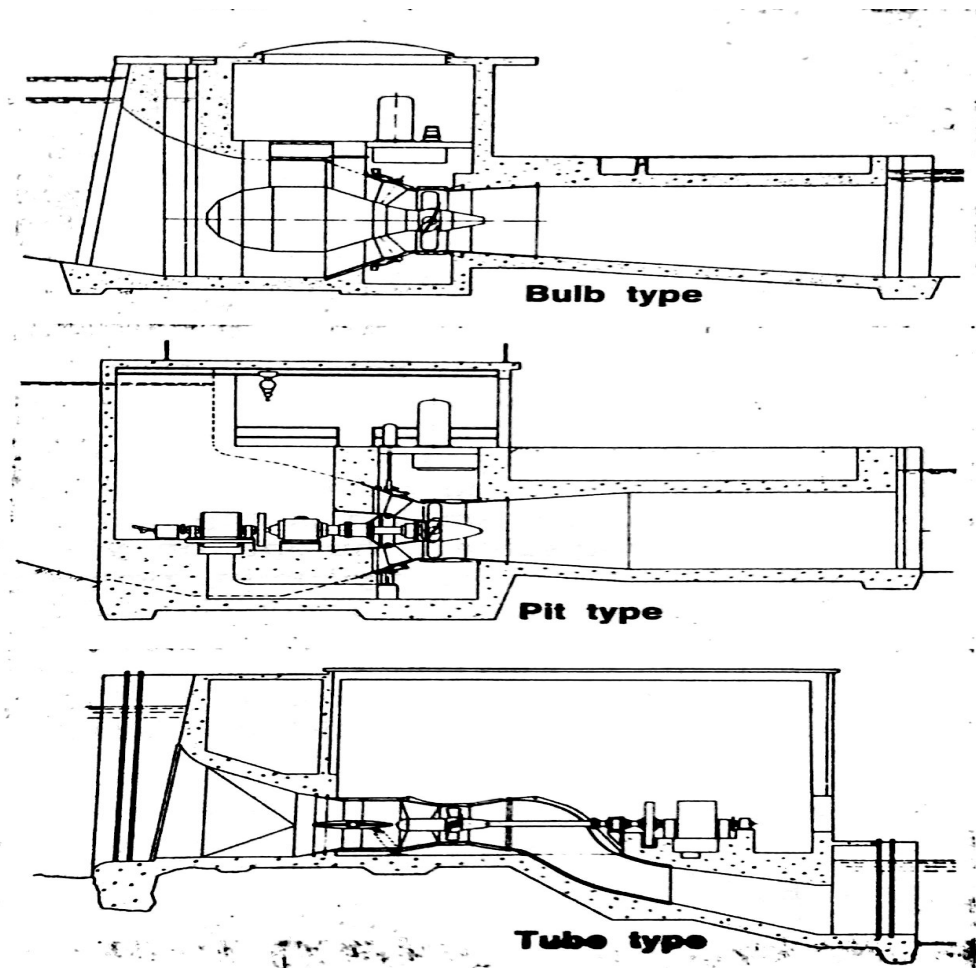
Nimitys Kaplan-turbiini tarkoittaa yleensä pystykonetta, jossa on säädettävä radiaalinen johtopyörä kuten Francis-turbiinissa ja käynnin aikana säädettävä juoksupyörä. Jos juoksupyörä on kiinteä tai koneen seistessä aseteltava, käytetään nimitystä potkuriturbiini./1,s.87./

Säädettävien juoksusiipien ansiosta Kaplan-turbiinin hyötysuhde säilyy parempana riippuen vesimäärästä, koska siipien kulmaa voidaan säätää turbiinin pyöriessä.



**KUVA 6. Kaplan-turbiini**

Kaplan-turbiini voidaan asentaa myös vaakatasoon jolloin se on sijoitettuna putkeen. Näitä kutsutaan putkiturbiineiksi. Näin korvataan betoniset vesitiet levyrakenteilla, minkä ansiosta rakennuskustannukset alenevat merkittävästi./1./

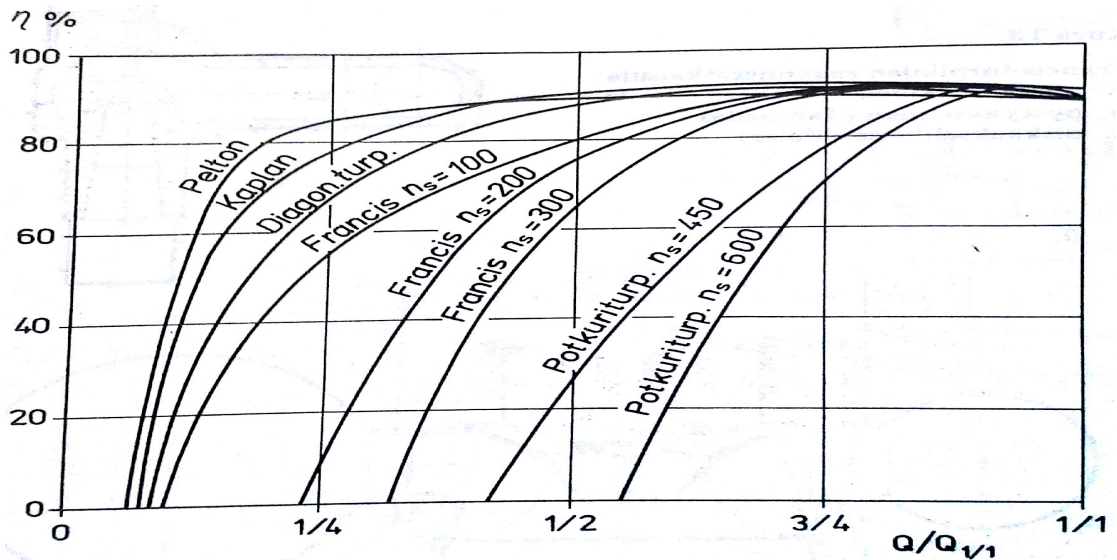


**KUVA 7. Putkiturbiinit/1/**

Hyötysuhteen huippuarvo on suurilla koneilla 93...95%, mutta Suomen olosuhteita vastaavilla pikku koneilla yleensä 89...92%. Käyrä on sitä laakeampi, mitä pienempi  $n_s$  on, huippu on 80...90% syöstöllä./1,s.86./

$n_s = \text{ominaispyörimisnopeus}$

$Q = \text{tilavuusvirta}$



KUVA 8. Hyötysuhdekäyrä/1/

## 2.3 Sähkölaitostekniikka

Vesivoimalaitoksen sähkölaitteiston valinnat pohjautuvat laitoksen tehoon, generaattorityyppiin sekä toimintatapaan. Relesuojaukset, tahdistus sekä koneiden säätö on automatiikan päätehtäviä.

### 2.3.1 Generaattorit

Voimalaitoksissa käytetyimpiä generaattoreita ovat tahtigeneraattorit, koska niiden käyttö on järkevintä suuremmissa kuin 2MW laitoksissa. Tahtigeneraattori mahdollistaa laitoksen käytön saarekekäytössä sekä niiden loistehon kompensointi on mahdollista. Tahtigeneraattorin tahdistus vaatii tarkkaa kierrosluvun asettelua sekä pientä jännite-eroa, jonka takia sen hankintahinta on kalliimpi./1./

Epätahtigeneraattoreiden käyttö vesivoimalaitoksissa on kannattavaa kun teho ei ylitä 2MW. Epätahtigeneraattori ei mahdollista saarekekäyttöä, jolloin oma käyttösähkö on otettava muualta vika- sekä pysäytystilanteissa. Epätahtigeneraattorin kustannukset ovat pienemmät, koska siihen tuleva säätöjärjestelmä on karkea./1./

Generaattorit ovat järkevintä sekä edullisinta kytkeä maasta erotettuun verkkoon, jolloin maasulun seuraukset ovat lievempiä/1/.

### **2.3.2 Muuntajat ja kojeistot**

Pienemmissä vesivoimalaitoksissa muuntajat voidaan sijoittaa laitoksen sisälle, yleensä jännitetason ollessa 20kV. Päämuuntaja(t) valitaan laitoksen tehon mukaan, jos käytetään kahta päämuuntajaa, muuntajien on oltava arvokilviltään samanlaiset. Muuntajien ensiöpuoli valitaan generaattoreiden nimellisjännitteen mukaan.

Päämuuntajien lisäksi laitoksista löytyy omakäyttömuuntajat, joilla mahdollistetaan toimilaitteiden käyttö, myös saarekekäytön aikana.

Generaattoreiden ja muuntajien välissä on kojeistot, joista löytyvät erottimet, katkaisijat sekä mittaukset. Pienimmissä laitoksissa kojeisto voi olla toteutettu käsikäyttöisesti, mutta yleisimmin laitteisto toimii automaatin perässä. Tarvittaessa kojeistot ovat käsin ohjattavissa.

### **2.3.3 Automatiikka**

Automatiikan tehtävä on valvoa toimilaitteita ja antaa säätökäskyt säätäjälle. Automatiikka valvoo koneiden mahdollisia vikatiloja ja tarvittaessa pysäyttää koneiston. Automatiikkaan on kytketty koneiden tahdistus, suojareleet kojeistoista sekä vesipintojen mittaus.

## **3 RISKIKARTOITUS**

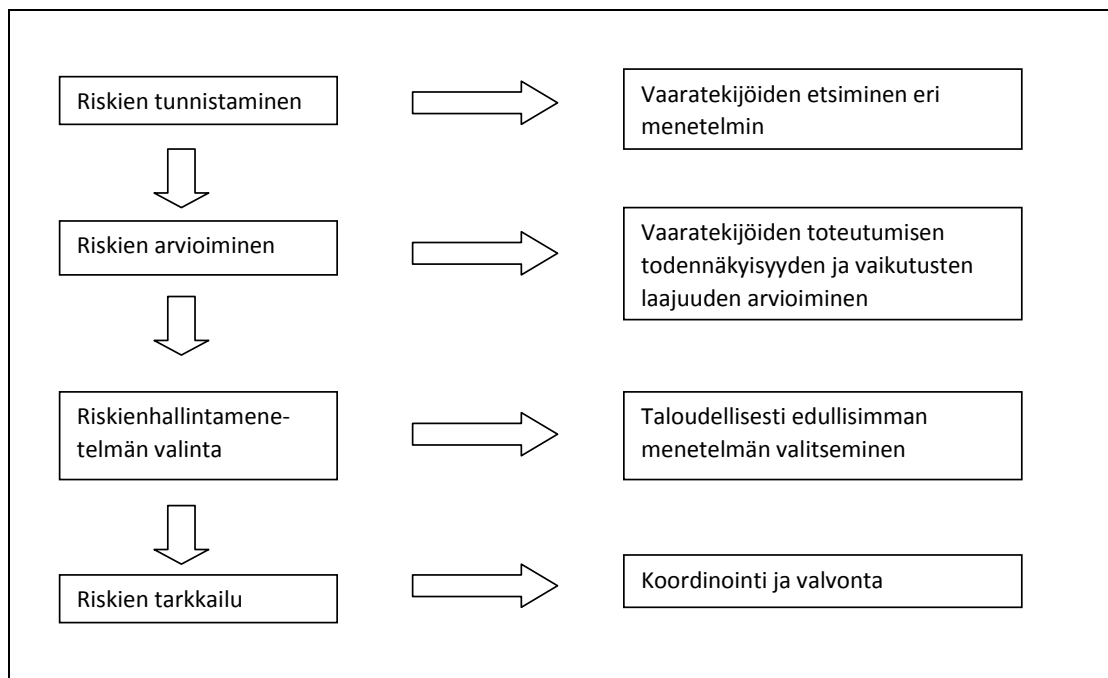
Riski sanalla tarkoitetaan yleensä asiaa, joka aiheuttaa vaaraa tai uhkaa henkilölle tai omaisuudelle. Yleensä samaa tarkoitetaan sanoilla vahingonuhka ja vahingonvaara. Epävarmuus, odotukset ja tapahtuman vakavuus vaikuttavat, miten riskit koetaan.

Mikäli tapahtumaan ei liity mitään epävarmuutta ja se on tiedostettu etukäteen, ei enää voida puhua riskistä. On myös olemassa mahdollisuus, että riskikartoituksesta huolimatta jokin asia jää huomaamatta. Tällöin riski on jälleen olemassa.

### 3.1 Riskienhallinta

Riskienhallinnan päätavoite on, että yritys tiedostaa ja arvio mahdolliset riskit. Tämän jälkeen yrityksen tehtävä on tehdä päätöksiä sekä toimeenpanna ne. Tarkoitus ei ole välttää riskejä vaan hallita niiden seuraukset.

Yrityksen mahdollisuus pienentää riskejä on esimerkiksi parantaa hallintatoimia tai tehdä strategisia muutoksia. Toinen vaihtoehto on hankkia riittävät vakuutukset riskien varalle. Kaikkia ei voida vakuuttaa, joten osa riskeistä on hyväksyttävä. Kuitenkin pyrkien mahdollisimman pieniin vahinkoihin.



**KUVA 9. Riskienhallinnan vaiheet/2/**

Riskikartoitus tulisi päivittää säännöllisesti, jotta voidaan varmistua siitä että riskienhallinta on ajan tasalla.



## **3.2 Riskien hallintamenetelmät**

### **3.2.1 Vahingontorjunta**

Vahingontorjunta on yksi merkittävä riskienhallintakeino. Vahingontorjunnalla tarkoitetaan toimenpiteitä, joilla pyritään joko kokonaan estämään vahingon syntyminen tai pienentämään riskin toteutumisen aiheuttamaa vahinkoa./2./

### **3.2.2 Ehkäisevä vahingontorjunta**

Ehkäisevällä vahingontorjunnalla pyritään estämään riskin toteutuminen, eli pienentämään vahinkotaajuutta. Ehkäisevä vahingontorjunta soveltuu yleensä kaikille riskeille. Tyypillisiä ehkäisevän vahingontorjunnan toimenpiteitä ovat kunnossapito, turvallisuusvalvonta ja rakenteellinen suojaus./2,s.32./

Rakenteellisella suojauksella tarkoitetaan nimensä mukaisesti rakennuksen suunnittelu- tai korjausvaiheessa tehtyjä turvallisia rakenneratkaisuja./2,s.32./

Turvallisuusvalvonnalla pyritään havaitsemaan vahinkotapahtumaan johtavat muutokset ja tekemään niistä ilmoitus. Se voidaan jakaa vartiointiin, tekniseen valvontaan ja kulunvalvontaan. Vartiointi tapahtuu aina ihmisen toimesta. Tekniseen valvontaan kuuluvat erilaiset valvontalaitteistot ja hälytysjärjestelmät. Kulunvalvonta on pihalueen rajalla tai rakennuksessa tapahtuvaa henkilöliikenteen ohjausta, tarkkailua tai valvontaa lukituksen, teknisen valvonnan tai vartioinnin avulla./2,s.33./

Kunnossapidolla pyritään ehkäisemään vahinkojen syntymistä ja rajoittamaan seurannaisvaikutuksia. Kunnossapito liittyy kiinteistöiden, koneiden ja laitteiden huoltoon ja toimintakykyisenä pitämiseen. Kunnossapidon keskeisenä keinona on systemaattinen huoltotoiminta ja tämän toiminnan dokumentointi sekä kulutusosien uusiminen koneen valmistajan ohjeiden mukaisesti./2,s33./

### **3.2.3 Rajoittava vahingontorjunta**

Rajoittava vahingontorjunta tarkoittaa kaikkia niitä toimenpiteitä, joilla vahinkotapah-  
tuman aikana pienennetään vahingon laajuutta. Tyypillisiä rajoittavan vahingontor-  
junnan toimintaa on palon sammuttaminen ja veden sekä kosteuden poisto./2,s.33/

### **3.2.4 Jälkivahinkojen torjunta**

Jälkivahinkojen torjunnalla tarkoitetaan varsinaisen vahingon seurauksena syntyvien  
vahinkojen torjuntaa. Esimerkiksi tulipalossa syntyvien syövyttävien kaasujen aiheut-  
taman korroosion estäminen tai kosteuden aiheuttaman homehtumisen estäminen ovat  
tyypillisiä jälkivahinkojen torjuntatoimenpiteitä./2,s.34./

### **3.2.5 Riskien välttäminen**

Riskiä välttävä yritys pidättyy toimista, jotka kohdistuvat riskialttiiseen toimintaan,  
henkilöön tai omaisuuteen. Riskin välttäminen onkin ensisijainen keino riskien hallit-  
semiseksi niissä tapauksissa, joissa riskin vakavuus on merkittävä. Riskin välttäminen  
aiheuttaa yritykselle yleensä joko tulojen pientymistä tai menojen kasvua, jolloin  
yrityksen johto joutuu pohtimaan kustannusten ja saavutettavan hyödyn suhdetta. Ris-  
kejä voidaan välttää esimerkiksi rakenteellisella ennaltaehkäisyllä, henkilökunnan  
koulutuksella ja työsuojelutoimenpiteillä./2,s.34./

### **3.2.6 Riskien jakaminen**

Riskien jakamisella lisätään itsenäisten riskikohteiden määrää. Vahinkoriskien jaka-  
misella tarkoitetaan esimerkiksi rakennusten palo-osastointia, jolla pyritään pienentä-  
mään vahinkoja mahdollisen palovahingon sattuessa. Riskejä voidaan jakaa muullakin  
tavalla, kuten valmistamalla tuotteita kahdessa eri paikassa sijaitsevassa tehtaas-  
sa./2,s.34./

### **3.2.7 Riskien siirtäminen**

Riskien siirtäminen on paikallaan silloin, kun vahingon toteutuminen aiheuttaisi yri-  
tykselle kestämättömän tilanteen. Riskien siirtäminen voi tapahtua kahdella tavalla.

Ensimmäinen vaihtoehto on, että yritys siirtää riskejä sisältävää omaisuutta tai toimintojaan sopimusteitse toisen yrityksen kannettavaksi, vaikka jollekin alihankkijalle. Riskin siirtäminen voi tapahtua myös ilman, että omaisuutta tai toimintoja siirretään alihankkijalle. Yritys voi esimerkiksi vuokrata toimintaansa varten toimitilansa ja koneensa, ja tällöin useat vahinkoriskit siirtyvät vuokranantajalle.

Näiden kahden tavan lisäksi riskin voi siirtää vakuuttamalla, joka on varsinkin pienyrityksissä yleisin riskien hallintamuoto./2,s.35./

### **3.3 Riskilajit**

#### **3.3.1 Henkilö- ja omaisuusriskit**

Yrityksen merkittävimmät riskit liittyvät usein henkilöstöön. Erilaisia henkilöriskejä ovat mm. väärä rekrytointi, puutteellinen ammattitaito, työilmapiiri, koulutustaso, työvoimapula, työkyvyttömyys, ikääntyminen kuolema ja irtisanoutuminen./2,s.44./

Henkilöriskit vaikuttavat myös yrityksen omaisuusriskeihin. Tyypillisiä omaisuusriskejä ovat tulipalot, vuotovahingot, laiterikot, rikosriskit ja kuljetusvahingot. Ammattitaidottomuus tai välinpitämättömyys aikaansaavat koneiden ja laitteiden rikkoutumisen väärän käytön tai huoltojen laiminlyönnin vuoksi. Toisaalta omaisuusriskin toteutuminen voi aiheuttaa myös henkilöriskin./2,s.44/

#### **3.3.2 Toiminnan riskit**

Toimintaan liittyvistä riskeistä voi esimerkkinä mainita erilaiset vastuuriskit, sopimusriskit ja keskeytysriskit. Toiminnan riskit voivat aiheuttaa henkilöriskin seurauksena. Samaan aikaan ne voivat aiheuttaa henkilöriskin. Tällöin on kuitenkin yleensä kyse yrityksen ulkopuoliselle eli ns. kolmannelle osapuolelle aiheutuvasta henkilöriskistä./2,s.44./

#### **3.3.3 Liiketoimintariskit**

Liiketoimintariskeilla käsitetään strategiaan, rahavirtoihin, operatiiviseen toimintaan, asiakkuuksiin, innovaatiotoimintaan ja liiketoimintaympäristöön liittyviä uhkia ja mahdollisuuksia. Liiketoimintariskit poikkeavat edellä kuvatuista pääriskilajeista

muun muassa sillä tavoin, että ne useinkaan eivät toteutuessaan aiheuta minkään muun pääriskilajin toteutumista. Sen sijaan liiketoimintariski voi aktualisoitua henkilö-, omaisuus- tai toiminnan riskin johdannaisena. Esimerkiksi väärä strategiset valinnat jakelukanavien suhteen voivat johtua päätöksentekovaltaa käyttävän henkilön kyvyttömyydestä hoitaa tehtäviään. Tällöin riskin alkulähde voi olla väärä rekrytointi. Toisinaan omaisuusriskin toteutuminen saattaa aiheuttaa imagoriskin, mikäli esimerkiksi rikkoutunut kone aiheuttaa ympäristövahingon. Toiminnon riskien osalta tilanne on sama. Yrityksen tuotannon häiriöt voivat aiheuttaa paikallista ympäristövahinkoa, ja tällöin yrityksen imagoriski konkretisoituu./2,s.46./

### 3.3.4 Tietoriskit

Tietoriskien merkitys on vahvasti kasvanut viimeisten vuosikymmenien aikana, ja ne muodostavat nykyisin yhden merkittävimmistä yksittäisistä riskilajeista./2,s.46/

Jokaisessa yrityksessä on sen toiminnalle kriittisiä tietoja, esimerkiksi asiakastiedot, tuotannonohjauksen tiedot, tuoteideat ja markkinointisuunnitelmat. Tietoa löytyy paljon ja sitä on monessa eri muodossa. Asiakirjat, sopimukset, ohjeet, suunnitelmat ja muut paperidokumentit ovat esimerkkejä riskialttiista materiaalista yrityksissä. Monessa yrityksessä tieto on suurin pääoma, silti sen tärkeyteen ja suojaamiseen ei kiinnitetä tarpeeksi huomiota. Yritysten tietoriskien tunnistamisen helpottamiseksi on laadittu riskikartta. Sen avulla yrityksen on helpompi selvittää tietoriskien keskeiset alueet./3./

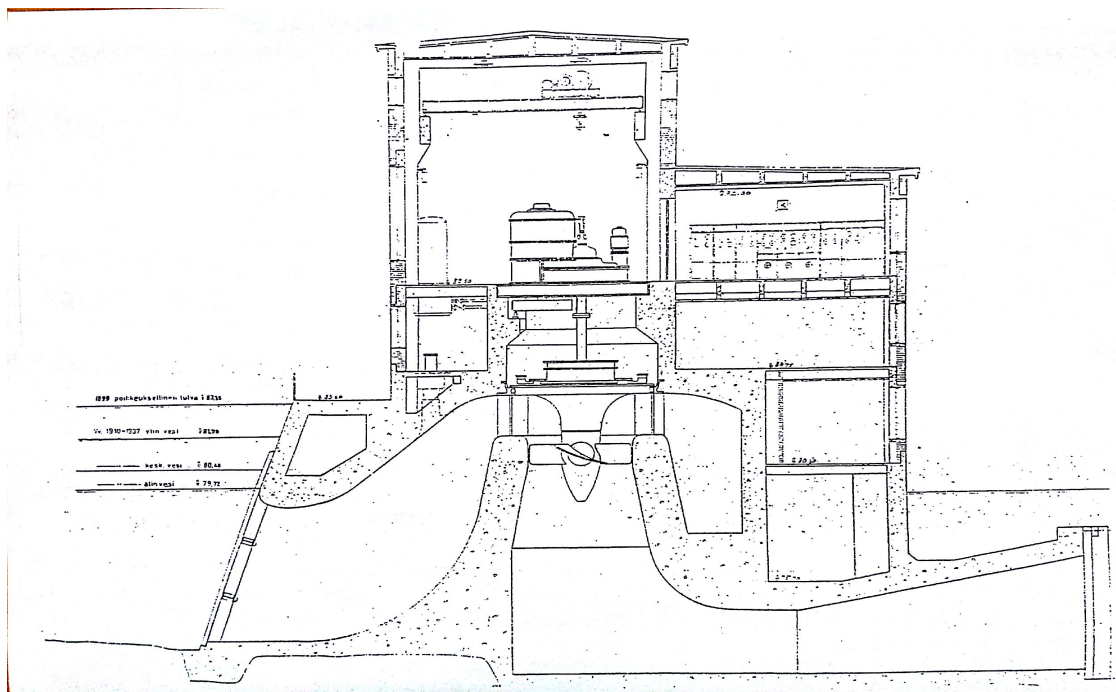
## 4 VAAJAKOSKEN VOIMALAITOS

Vaajakosken vesivoimalaitos sijaitsee Keski-suomessa Leppäveden ja Päijänteen välisessä Naiskoskessa. Voimalaitos on valmistunut vuonna 1942 ja sen rakensi SOK sen aikaista teollisuutta varten. SOK:lla oli myös ennen nykyistä voimalaitosta voimalaitos Kissakoskessa. Huomattiinkin että sen sähköntuotto ei kattanut sen aikaisen kasvavan teollisuuden energian tarvetta. Nykyisen voimalaitoksen rakentaminen aloitettiin vuonna 1939 ja se saatiin tuotantoon vuonna 1942.

Voimalaitoksesta löytyy kolme generaattoria, joiden teho on 1,1-1,25MW. Eli voimalaitoksesta saatava hetkellisteho on n. 3,6MW. Vuositasolla voimalaitoksen tuotto

voidaan suhteuttaa siten, että sillä pystytään tuottamaan sähköä noin 1000 nykypäiväiseen omakotitaloon. Pääsääntöisesti sähköenergia jakaantuu Vaajakosken alueen teollisuuden käyttöön.

Generaattoreita pyöritetään Kaplan -mallisilla turbiineilla, jotka ovat entisen Tampellan valmistamat. Voimalaitoksen putouskorkeus on 1,5-2,5m. Putouskorkeus ei ole nykypäivän voimalaitoksiin verrattuna kovinkaan suuri, mutta turbiinien läpi virtaava vesimäärä on voimalaitoksen kokoon nähden suuri. Suuri vesimäärä johtuu siitä että voimalaitos on lappovoimalaitos. Yhdestä turbiinista saadaan ajettua vettä  $60-70\text{m}^3/\text{s}$  eli joka 5s välein voimalaitoksen läpi on virrannut noin 1milj. litraa vettä. Päijänteen laskevista vesistä tämä on n. 60%.



**KUVA 10. Voimalaitoksen läpileikkaus**

Voimalaitoksella on kiinteä patokynnys, jolloin voimalaitosta pysäytettäessä vettä ei tarvitse padota patoluukuilla. Veden pinta saadaan nousemaan patokynnyksen yli alipaine pumppujen avulla. Tällöin voimalaitos on nopea pysäyttää sekä huoltotyöt on nopea suorittaa; esimerkiksi turbiinin tarkastusta varten yläpuolista vettä ei tarvitse padota.

## **5 VOIMALAITOKSEN HUOLTOTYÖT**

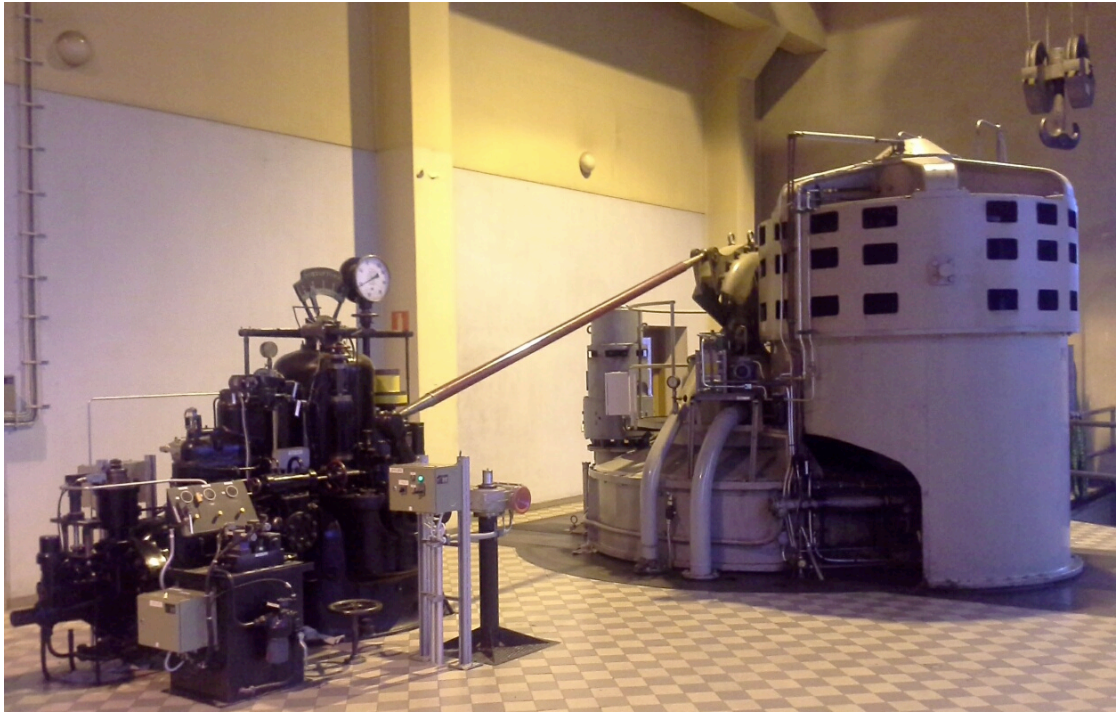
### **5.1 Sähkölaitteiston huolto**

Voimalaitoksen sähkölaitteiston huolto koostuu pääosin tarkastuksista, koestuksista ja silmämääräisestä tarkkailusta. Sähkölaitteistolle tehdään 2kk välein tarkastus ja mahdolliset korjaustarpeet suoritetaan sen mukaan. Riskikartoituksen päivityksen yhteydessä sähkölaitteiston huolto-ohjelma myös päivitettiin. (Liite 1.)

Mahdollisissa vikatilanteissa on huomioita laitoksen rengassyöttö mahdollisuus sähköasemalta. Voimalaitoksella on kolme johtolähtöä, jotka on mahdollista kytkeä tarvittaessa renkaaseen. Sähkölaitteiston vikatilanteessa on käytettävä lähimpiä erotuspisteitä 20kV verkossa. Lähimmät erotuspisteet on merkitty pääkaavioon sekä verkostokarttaan. (Liite 2.) Vastaavasti työskennellessä 20kV verkostossa on huomioitava voimalaitoksen toiminta, onko voimalaitos saarekeajossa tai syötetäänkö sillä verkkoon sähkö.

### **5.2 Koneiston kuukausirasvaus**

Voimalaitoksen säätäjissä sekä turbiinin säätökehät toimivat mekaanisesti, jolloin ne tarvitsee kuukauden välein voidella. Säätäjät ovat toiminnaltaan mekaaniset ja ne toimivat pääsääntöisesti ilman- ja öljynpaineella. Säätäjä saa generaattorin tahdin apugeneraattorin kautta. Säätäjän tehtävä on pitää generaattori oikeassa tahdissa sekä hoi-taa tehon säätö annetuista asetuksista. Huomioiden hyötysuhde pyydettyyn tehoon ja vesimäärään nähden. Säätö toimii samanaikaisella juoksupyörän lapojen kulman sekä vesisolukkeiden avauksen säätämällä. Voitelulla varmistetaan että mekaanisesti toimivat osat toimivat pienemmällä kitkalla, jolloin laitteiden toiminta on parempi. Voitelulla estetään osiin syntyvä kosteus, jolloin saadaan korroosion synty estettyä.



**KUVA 11. Generaattori ja säätäjä**

Voideltavia kohtia löytyy kaikkiaan noin 360kpl, eli 120kpl/kone. Suurin osa nipoista löytyy turbiinimontusta, jossa säätökehä säätää vesisolukkeita. Työssä käytetään ilmanpaineella toimivaa rasvaprässiä sekä osassa käsikäyttöistä rasvaprässiä. Työtä suorittaessa on käytettävä kuulosuojaimia sekä suojavaatetusta.

Kuukausirasvaus suoritetaan koneiden ollessa käytössä ja tästä johtuen on huomioitava koneissa olevat liikkuvat osat. Pikasulkutilanteessa tapaturman riski on suurin. Pikasulun sattuessa säätäjä ohjaa vesisolukkeet kiinni sekä juoksupyörän lavat vaakatasoon. Tällöin säätökehän sekä säätövarren liike on suurin.

Vesisolukkeiden akselien voitelu on suoritettava huoltotasojen päältä.

Seuraava tapaturman riski on pyöriä laitteiden lähellä toimiminen, koska osa nipoista sijaitsee moottoreiden läheisyydessä.

Säätäjän huoltotasolla seistessä pyörimistahdin välittävä moottori on lähellä tasoa. Pyöriä akselien ympärille asennettava suojuus pienentäisi tapaturman sattumisen riskiä.



**KUVA 12. Säättäjän huoltotaso**

Työtä suorittaessa on otettava huomioon myös liukastumisen sekä horjahtamisen vaara. Huoltotasot sekä rappuset ovat pidettävä puhtaina sekä esteettöminä.

### **5.3 Generaattoreiden hiilien tarkastus ja vaihto**

Generaattoreista ja apugeneraattoreista löytyvät hiiliharjat joiden kulumista seurataan päivittäin. Tarpeen tullen generaattori pysäytetään hiilien vaihtoa varten, koska vaihtotyötä ei voida suorittaa turvallisesti generaattorin ollessa käytössä. Hiilien tarkastus on mahdollista suorittaa generaattoreiden ollessa käytössä. Tarkastus- ja vaihtotyön voi suorittaa ainoastaan opastettu henkilö. Tarkastustyötä tehdessä joudutaan toimimaan lähellä pyöriviä osia. Työn voi kuitenkin suorittaa riittävältä etäisyydeltä ettei se aiheuta vaaraa työtä suorittavalle henkilölle.

Tarkastustyötä suorittaessa konesalin melun takia kuulosuojaimien käyttö on pakollista. Huoltotasot sekä portaat ovat pidettävä puhtaina sekä esteettöminä, jotta niistä ei aiheudu vaaraa työtä suorittaessa. Hiilien vaihto suoritetaan kun generaattori on pysäytetty, jotta vältetään tapaturmalta sekä aineellisilta vahingoilta. Vaihtotyötä suorittaessa on käytettävä oikeanlaisia työkaluja. Generaattoreiden ohjaus on käännettävä paikalliskäyttö –asentoon sekä valvontajännitteet on kytkettävä pois työn ajaksi. Näin estetään koneen mahdollinen käyntiin lähteminen ennen aikaisesti, sekä se ettei työn aikana jouduta työskentelemään jännitteisissä osissa.



#### 5.4 Turbiinin tarkastus

Koneille kolmen vuoden välein tehtävän öljyn vaihdon aikana on hyvä tarkastaa samalla turbiinin kunto. Imuputkessa syntyvä kavitaatio aiheuttaa vesikuplien kokooniskeytymisen, joka aiheuttaa eroosiota turbiinin lavoissa. Myös lapojen kiinnityskohtien suojauksia on hyvä tarkkailla.

Turbiinin imuputkeen on olemassa kaksi tarkistusluokkaa, josta päästään laskeutumaan turbiinin lapojen päälle. Koneen ollessa pysäytettynä generaattorin katkaisijavaunu on otettava 3kV kojeistosta irti. Sekä automatiikan ohjaukset on käännettävä paikallis –asentoon sekä säätäjän lukon asento on varmistettava. Näillä toimilla estetään koneen enneaikainen käynnistyminen sekä turbiinin liikkuminen. Lisäksi huoltotyöstä on ilmoitettava käyttökeskukseen.

Tarkistusluokkuun asennetaan tikkaat, jotka varmistetaan pulttikiinnityksellä. Lisäksi alas laskeutuvalla henkilöllä on oltava putoamissuojavaljaat. Työtä suorittaessa henkilöitä on oltava kaksi sekä molempien pitää olla perehdetettyjä työhön.

Imuputkessa työskennellessä on otettava huomioon ilmatiivis tila. Huonon ilmanvaihdon takia kemikaalien käyttöä on vältettävä.

#### 5.5 Siltanosturin käyttö

Voimalaitoksen konesalista löytyy vuonna 1942 valmistunut 25t siltanosturi, jota käytetään tavaran siirtämiseen sekä tarvittaessa koneiston huoltotöissä. Nosturille on suoritettava joka toinen vuosi määräaikainen tarkastus sekä kymmenen vuoden välein laajempi määräaikainen tarkastus valtuutetun tarkastajan toimesta. Siltanosturille tehdään silmämääräinen tarkastus sekä mahdolliset öljyvuodot tarkastetaan kahden vuoden välein. Neljän vuoden välein tehtävässä määräaikaistarkastuksessa nosturille tehdään nimellispainon mukainen koenosto. Kymmenen vuoden välein tehtävässä tarkastuksessa nosturin koukku sekä jarrulaitteet puretaan ja tarkastetaan, myös hammaspyörät tarkastetaan. Nosturin huoltotasolta löytyy turvakisko, johon on mahdollista kiinnittää turvavaljaat huoltotasolla liikkumisen ajaksi.



**KUVA 13. Voimalaitoksen siltanosturi**

Siltanosturia käytettäessä paikalla on oltava kaksi opastettua henkilöä. Nosturin käyttö hoidetaan nosturissa olevasta ohjaamosta eli nosturissa ei ole kaukokäyttö mahdollisuutta. Nosturin ohjaamoon päästään tikkaita pitkin, jotka sijaitsevat voimalaitoksen länsipäässä 1. kerroksessa. Kun nosturi on ajettu irti länsipään seinästä, ohjaamosta pääsee poistumaan alaslaskettavia tikkaita pitkin ainoastaan 2. kerrokseen. Nosturia käytettäessä on käytettävä kypärää sekä kuulosuojaimia. Tilan, jossa nosturi sijaitsee, melutaso ylittää 85dB.

Siltanosturille tuleva sähkö kulkee avolinjaa pitkin, tästä johtuen nosturia huollettaessa päävirtakytkin on käännettävä 0 –asentoon. Samalla estetään koneen mahdollinen ennenaikainen toiminta. Nostotyötä suorittaessa on otettava huomioon muut alueella liikkuvat henkilöt. Näkyvyys ohjaamosta ensimmäiseen kerrokseen on heikko, varsinkin nostotilanteessa. Myöskään ensimmäisestä kerroksesta ei näe käynnissä olevaa nostotyötä, jos nostettava kappale on riittävän korkealla. Tällöin henkilö joka ei ole tietoinen nostotyöstä saattaa liikkua nostettavan kappaleen alla. Myös kommunikointi on hankalaa melun sekä etäisyyksien takia. Riskin todennäköisyys on pieni, mutta vakavuusaste on suuri. Turvallisuutta voitaisiin parantaa asentamalla ensimmäiseen kerrokseen varoitusvalo, joka ilmoittaa käynnissä olevasta nostotyöstä.

Vuonna 2013 siltanosturiin on tehty laajempi huolto kymmenen vuoden välein tehtävän määräaikaistarkastuksen yhteydessä. Tuolloin siltanosturin vaihteiston rattaat sekä muut pyörivät paljaat osat suojattiin suojalevyillä. Nosturin jarrut purettiin ja huollettiin sekä vaijerit vaihdettiin uusiin, koska vanhoista ei löytynyt tarvittavia dokumentteja. Nosturille tehtiin samalla kertaa 25 tonnin koenosto. Tämän myötä olemassa oleva riskikartoitus on päivitetty ajan tasalle. Nosturille tehtävä määräaikaistarkastus muutettiin tarkastajan toimesta kahden vuoden välein tehtäväksi yhden vuoden sijasta, koska nosturin käyttöaste on pieni sekä kunto on hyvä.

## 5.6 Välppien huolto

Voimalaitoksen tuloputken edessä on välpät, joilla estetään isompien roskien pääseminen turbiiniin. Lisäksi murtolenkeillä estetään vesisolukkeiden rikkoutuminen, jos välppien ohi on päässyt sellaisia roskia, jotka aiheuttaisi rikkoutumisen koneistolle. Murtolenkit on mahdollista tarkastaa ja vaihtaa tarvittaessa voimalaitoksen sisältä käsin.

Välppien puhdistus- ja huoltotöissä on huomioitava virtaavan veden voima, koska välppien tarkastus- ja korjaustyöt on tehtävä sukellustyönä. Puhdistustyön pystyy suorittamaan kun turbiinin tehot on ajettu mahdollisimman pienelle sekä viereisen turbiinin tehoa on myös pienennetty. Tehojen laskemisen jälkeen valintakytkin on käännettävä paikalliskäyttö -asentoon. Tehtävästä sukellustyöstä on ilmoitettava käyttökeskukseen.

Koneen käydessä puhdistustyö käy helpommin, koska välpissä olevat vesikasvit voi työntää suoraan välppien lävitse. Isompien roskien poistaminen tapahtuu autonosturin avulla. Narujen ja nostoliinujen joutumista välppien ohi on varottava. Sukellustöitä suorittavien henkilöiden lisäksi paikalla on oltava yksi henkilö, joka valvoo voimalaitoksen koneiden käyttöä.



**KUVA 14. Välppien tarkastus**

### **5.7 Ohjuksutusluukkujen huolto**

Voimalaitoksen yhteyteen kuuluu myös viisi kappaletta ohjuksutusluukkuja. Jos voimalaitos seisahtuu vian takia on mahdollista laskea vastaava vesimäärä ohjuksutusluukkujen kautta. Myös jos voimalaitoksen lävitse ei saada tarvittavaa vesimäärä juoksettua, on mahdollista käyttää lisänä ohjuksutusluukkuja. Luukkuja on mahdollista käyttää kaukokäytöllä, paikalliskäytöllä sekä käsin.

Ohjuksutusluukkujen huolto tehdään vuoden välein. Patoluukkujen moottorit ja vaihteisto tarkastetaan silmämääräisesti ja jokainen luukku koekäytetään. Luukkujen nostoketjut rasvataan tarpeen mukaan. Nostoketjujen huoltotyötä tehdessä luukkujen ohjaukset on kytkettävä pois, jotta luukku ei nouse ennenaikaisesti. Huoltotyötä tehdessä on käytettävä turvavaljaita. Tarvittaessa voidaan käyttää nostokoria. Työtä suorittaessa paikalla on oltava kaksi perehdetettyä henkilöä.

Luukkujen 500V käyttö sähkö tulee voimalaitokselta omakäyttömuuntajasta. Jos voimalaitos vikaantuu tai 500V puoli vioittuu, luukkuja ei voida käyttää sähkömoottoreilla. Jokaisen luukun konetilasta löytyy käsikampi mahdollista vikatilannetta varten.



**KUVA 15. Patoluukut**

## 6 LOPPUPÄÄTELMÄT

Työssäni oli tarkoitus perehtyä vesivoimalaitoksientekniikkaan, riskienhallintaa sekä päivittää kohteen riskikartoitusmateriaali. Tutkimuskohteena työssä oli Vaajakosken vesivoimalaitos. Lisäksi työssä on perehdytty vesivoimalaitostekniikkaan, jonka avulla pystytään hahmottamaan työympäristön asettamat haasteet.

Opinnäytetyön lopputulos vastaa pääpiirteittäin alkutavoitteita, jonka tarkoituksena oli parantaa työturvallisuutta vesivoimalaitoksella. Vaikka työturvallisuus on hyvin huomioitu, löytyi muutamia parannettavia kohteita. Parannettavia kohteita ovat lähinnä pienet rakenteelliset muutokset. Näitä ovat muun muassa suojaimein asentaminen sääntäjän huoltotasolle sekä huomiovalo nostotyöstä. Jo pienillä rakenteellisilla muutoksilla sekä huolellisuudella voidaan parantaa työturvallisuutta ja vältetään vakavimmat tapaturmat.

Määräaikaistarkastuksilla on myös tärkeä osansa työturvallisuudessa sekä niillä voidaan välttää aineellisia vahinkoja, jotta vältetään myös henkilövahingoilta. Olisi tärkeää että tarkastukset tehdään ajallaan sekä niissä ilmenevät puutteet ja korjaustarpeet tehtäisiin mahdollisimman pian.

Lähtökohtaisesti riskit on huomioitu hyvin jo tehdyssä riskikartoituksessa. Turbiinin tarkastustyöstä ja patoluukkujen huoltotoista riskikartoitus puuttui, joista tein uudet riskikartoitukset. Jokaisesta päivittäisestä tarkastus- tai huoltotyöstä ei kannata riskikartoitusta tehdä, koska riskien vaara ei ole suuri. Tärkeintä on että käytetään oikeanlaisia suojaimein sekä työmenetelmien huomioiminen ja huolellisuus työssä. Riskikartoitusmateriaali on nyt Vaajakosken vesivoimalaitoksen osalta yhdenmukainen ja tallennettuna yhteen paikkaan sähköisessä muodossa. Tästä syystä sitä on helppo jatkossa päivittää säännöllisesti sekä tarvittaessa.

**LÄHTEET**

- /1/ Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus. Vesivoimalaitokset. 2. painos. Helsinki: Insinööritieto Oy. 1981
- /2/ Suomen vakuutusalan koulutus ja kustannus Oy. Yrityksen riskienhallinta. Helsinki: Yliopistopaino. 2005
- /3/ Suomen Riskienhallintayhdistys. Www-dokumentti. <http://www.pk-rh.fi/index.php?page=tietoriskit>. Päivitetty 16.10.2013. Luettu 17.11.2014.
- /4/ Ilmonen, Kallio, Koskinen, Rajamäki. Johda riskejä – käytännön opas yrityksen riskienhallintaan. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi. 2010

**LIITE 1(1).**  
**Sähkölaitteiston huolto-ohjelma**

Suur-Savon Sähkö Oy

SST/MOM

Sähkölaitteiston kunnossapito-ohjelma

Osoite:

Vaajakosken vesivoimalaitos

Pitkänpytingintie 6

408400 Vaajakoski

Laitteistoluokka: 2c

Määräaikaistarkastus: 10 vuoden välein

### **Generaattorit**

Generaattorien suojareleet kojeistetaan 6 vuoden välein.

### **20kV Laitteisto**

20kV kojeistojen sekä muuntajien silmämääräinen tarkastus suoritetaan 2kk välein. Silmämääräisellä tarkastuksella seurataan mekaanisia rakenteita, likaisuutta sekä öljy pintoja/vuotoja ja ilmankuivaimien kuntoa.

PM1, PM2 muuntajat tarkastetaan 2 vuoden välein muuntamo tarkastuksien yhteydessä.

20kV johtolähtöjen releet kojeistetaan 6 vuoden välein. Rakennuksen seinään tulevien johtolähtöjen eristin rakenteet sekä ylijännitesuojat tarkastetaan 2kk välein.

### **3kV Laitteisto**

3kV kojeiston sekä muuntajien silmämääräinen tarkastus suoritetaan 2kk välein. Silmämääräisellä tarkastuksella seurataan mekaanisia rakenteita, likaisuutta sekä öljy pintoja/vuotoja ja ilmankuivaimien kuntoa.

OKM1,OKM2 ja OKM3 muuntajat tarkastetaan 2 vuoden välein muuntamo tarkastuksen yhteydessä.



**LIITE 1(2).**  
**Sähkölaitteiston huolto-ohjelma**

**Pylväsrakenteet**

Voimalaitoksen johtolähtöjen 1, 2 ja 3 pylväsrakenteet tarkastetaan 3 vuoden välein.

**0,4kV sekä 0,5kV keskuksset**

Keskuksien silmämääräinen tarkastus tehdään 2kk välein. Vikavirtasuojat testataan 6kk välein.

**110Vdc Laitteisto**

Tasasuuntaajien sekä akustojen tarkastus tehdään 1 vuoden välein. Tällöin mitataan akkujen kennojännitteet sekä tarkastetaan tasasuuntaajien latausjännite ja virta. Silmämääräinen tarkastus tehdään 2kk välein.

Suur-Savon Sähkö Oy

MOM/SST

Kuukausitarkastus Vaajakosken vesivoimalaitos

Tekijä \_\_\_\_\_ pvm \_\_\_\_/\_\_\_\_20\_\_\_\_ klo \_\_\_\_:\_\_\_\_

Akkujännite 110Vdc AKUSTO1 \_\_\_\_\_V, \_\_\_\_\_A ; AKUSTO2 \_\_\_\_\_V, \_\_\_\_\_A

**Päämuuntajat:**

PM1 Öljynkorkeus \_\_\_\_\_ Ilmankuivain Hyvä(\_\_\_\_) Kohtalainen (\_\_\_\_) Vaihdeettava (\_\_\_\_)

PM2 Öljynkorkeus \_\_\_\_\_ Ilmankuivain Hyvä(\_\_\_\_) Kohtalainen(\_\_\_\_) Vaihdeettava (\_\_\_\_)

**Omakäyttö muuntajat:**

OMK1 Öljynkorkeus \_\_\_\_\_

OMK2 Öljynkorkeus \_\_\_\_\_

OMK3 Öljynkorkeus \_\_\_\_\_

Muuntamohuoneen lämpötila \_\_\_\_\_`C

**20kV kojeistot:**

**3kV kojeistot:**

**0,4 ja 0,5kV keskkukset:**

**Kuitatut hälytykset:**



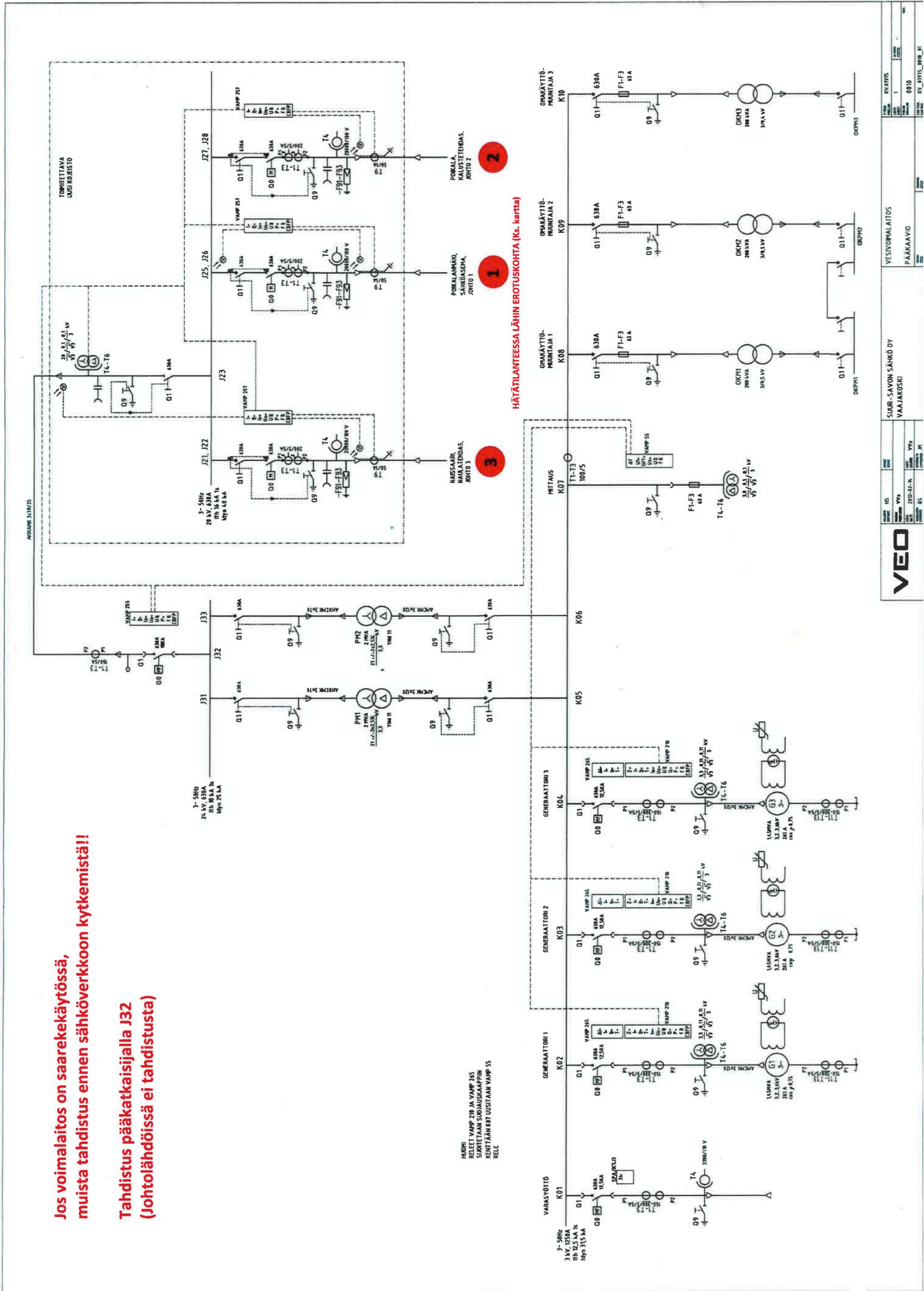
Pääkaavio ja verkostokartta

**Jos voimalaitos on saarekekäytössä, muista tahdistus ennen sähköverkkoon kytkemistä!!**

**Tahdistus pääkatkaisijalla J32 (Johtolähdöissä ei tahdistusta)**

HIDOTTI VAMP 20 JA VAMP 25 SUURETÄN SÄÄTELYKAPPALETTI KENTTÄÄN KPT LUUSTAN VAMP 55 RELE

HÄTÄTILANTEESSA LÄHIIN EROTUSKOHTA (Ks. kartta)



		SUUR-SAVON SÄHKÖ OY VAALAKOSKI	
KUVAPYSYKÄ 0010	VESIVOIMALAITOS PÄÄKAAVIO	VYÖ 2022-12-16	PÄIVÄ 05

