



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Ilari Antero Favorin

VOIMALOIDEN HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMA

Tekniikka ja liikenne
2010

ALKUSANAT

Tämä insinööri työ tehtiin Seinäjoen Energian verkonrakennusyksikölle, joka huolehtii yhtiön omistamista vesivoimaloista ja padoista. Työn valvojana on toiminut Vaasan ammattikorkeakoulun puolesta sähkötekniikan lehtori Tapani Esala. Haluan kiittää lämpimästi lehtori Esalaa annetusta ohjauksesta ja joustavasta yhteistyöstä, ei vain tämän työn osalta, vaan myös koko ammattikorkeakouluopintojen ajalta.

Seinäjoen Energialla työn ohjaajana on toiminut sähköverkon rakentaminen ja kunnossapidon yksikön johtaja Tapio Pesu, jolle esitän kiitokseni asiantuntevasta avusta sekä ystävällisistä neuvoista ja ohjeista koko työn ajalta.

Erityiskiitokseni haluan osoittaa myös henkilökohtaisille avustajille Kari Kasteelle ja Kari Östermanille, jotka ovat toimineet perehdyttäjinäni vesivoimatekniikan alalla. Heidän puoleensa olen voinut aina kääntyä työasioissa ja ongelmissa työn aikana.

Lämmin kiitos myös kaikille työssä mukana olleille kuluneesta ajasta, jonka olen saanut viettää yrityksessä. On ollut ilo työskennellä kanssanne.

Seinäjoella 11.toukokuuta 2010

Ilari Favorin

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Sähkötekniikan koulutusohjelma

ABSTRACT

Author	Ilari Favorin
Title	Maintenance Program for Hydroelectric Power Plants
Year	2010
Language	Finnish
Pages	43 + 2 Appendices
Name of Supervisor	Tapani Esala

The objective of this thesis was to create maintenance program for dams and hydroelectric power plants for Seinäjoen Energia.

The thesis was started by researching professional literature and getting familiar with the basics of maintenance. Operating instructions from the manufacturer and experimental knowledge over the years were used to create this program. The modernisation of Kyrkösjärvi hydroelectric power plant was also included.

The purpose was to create a simple and functional maintenance program which is easy to update and modify. The maintenance program itself was the biggest job.

The result of this thesis is the maintenance program which facilitates the maintenance work and maintenance follow-up. The controlling and planning of future services is also better and easier.

Keywords	Maintenance, Service, Hydropower
----------	----------------------------------

SISÄLLYS

ALKUSANAT	2
TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
1 JOHDANTO	7
2 YRITYSESITTELY	8
2.1 Seinäjoen Energia	8
2.1.1 Historia.....	8
2.1.2 Nykytilanne.....	9
3 VOIMALAITOKSET JA VESISTÖT	11
3.1 Kyrkösjärven voimalaitos.....	11
3.2 Kyrkösjärven voimalaitoksen turbiinityyppi	13
3.3 Kalajärven Voimalaitos	14
3.4 Kalajärven voimalaitoksen turbiinityyppi	15
3.5 Vesistöt ja padot	16
4 KUNNOSSAPIDON TEORIA	21
4.1 Huolto- ja kunnossapitosuunnitelma	21
4.2 Johdanto huolto- ja kunnossapitosuunnitelmaan.....	21
4.3 Kunnossapidon tavoitteet	22
4.4 Kunnossapidon määrittely	22
4.5 Kunnossapito, käynnissäpito	23
4.6 Vikaantuminen	23
4.6.1 Vikojen kehittyminen.....	23
4.6.2 Vikojen syyt.....	24
4.6.3 Menetelmät vikaantumista vastaan	25
4.7 Kunnossapitolajit	26

5 KUNNONVALVONTA	27
5.1 Yleistä kunnonvalvonnasta.....	27
5.2 Kunnonvalvonta Seinäjoen Energialla	27
5.3 Värähtelymittaukset.....	28
5.4 Kunnossapito-ohjelmistot.....	30
5.5 Kunnossapito-ohjelmiston valinta	31
6 HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMA	32
6.1 Ohjelman sisältö	32
6.2 Kunnossapitotöiden tyypit.....	32
6.2.1 Yllättävät huoltotyöt	32
6.2.2 Huolto-ohjelman mukaiset työt.....	33
6.2.3 Suunniteltavat työt	33
6.3 Laitteiden kriittisyysluokka ja varaosatilanne	34
7 SEINÄJOEN ENERGIAN HUOLTOKÄYTÄNTÖ	35
8 VOIMALAITOSTEN REVISIOT	36
8.1 Kyrkösjärven voimalaitoksen revisio	36
8.1.1 Turbiinin ja generaattorin peruskorjaus	37
8.1.2 Kojeistot.....	38
8.1.3 Omakäyttöjärjestelmä	38
8.1.4 Apusähköjärjestelmä.....	38
8.1.5 Ohjaus- ja valvontajärjestelmä.....	39
8.1.6 Revision myötä saavutetut edut	39
8.2 Kalajärven voimalaitoksen revisio	40
9 YHTEENVETO	41
LÄHDELUETTELO.....	42
LIITELUETTELO	43

1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena on tehdä vesivoimalaitoksille ja padoille huolto- ja kunnossapito-ohjelma tutkimalla valmistajien antamia ohjeita ja soveltamalla käyttökokemuksia vuosien ajalta.

Huoltojen tarkoituksena on varmistaa vesivoimaloiden käyttövarmuus ja pitää laitokset toimintakuntoisina. Huolto- ja kunnossapito-ohjelman tarkoituksena on helpottaa ja selkeyttää laitoksilla tehtäviä huoltoja. Ohjelman avulla yritysjohto pystyy seuraamaan, mitä huoltoja minäkin vuonna on tehtävä ja mitkä ovat vielä tekemättä.

Tarve huolto- ja kunnossapito-ohjelmalle nousi, kun osa kauan voimalaitoksilla työskennelleistä työntekijöistä on jäämässä pois työelämästä. Heidän tietotaitoaan ei haluttu menettää, ja nykyinen tietotaito oli saatava mukaan ohjelmaan.

2 YRITYSESITTELY

2.1 Seinäjoen Energia

2.1.1 Historia

Seinäjoen Energia perustettiin vuonna 1927 palvelemaan asukkaiden ja teollisuuden energiatarpeita. Tuolloin asukkaita Seinäjoella oli 5500. Vuonna 1928 rakennettiin sähkölaitos, jonne tuli kaksi lokomobiilikoneistoa ja höyryvoima-asema. Tehtaan ja sähköverkon kokonaiskustannusarvio oli 3,4 miljoonaa markkaa. Sähkölaitoksen ensimmäisen toimintavuoden lopussa kuluttajia oli kaikkiaan 1122 ja sähköä kehitettiin 333 940 kWh.

Sähkölaitoksen toimintaa laajennettiin heti vuonna 1929, jolloin käyttöön saatiin toimintansa lopettaneen verkatehtaan Myllykosken vesivoima-asema. Laitos maksoi verkostoineen 4,5 miljoonaa markkaa. Velka saatiin kuitenkin pian maksetuksi suurilla sähkön tuotoilla.

Etelä-Pohjanmaan sähkölaitosten yhtymistä yritettiin saada aikaan jo 1930 -luvun puolivälissä. Tällöin sovittiin, että Seinäjoki saa Vaasan kautta sähköä Harjavallan uudesta voimalasta. Laitosten välinen voimalinja valmistui vuonna 1940, joten tämän jälkeen Vaasa, Seinäjoki ja Lapua olivat yhteydessä keskenään ja 1950-luvun alusta lähtien kytköksissä valtakunnan verkkoon.

Suomessa ja myös Seinäjoella sähkön kysyntä kasvoi, jolloin jouduttiin jatkuvasti miettimään keinoja sähköntuotannon lisäämiseksi. Tästä johtuen vuonna 1933 otettiin käyttöön kunnostettu Myllymäen kosken vesivoimalaitos, josta saatiin merkittävästi lisätehoa. /7/

2.1.2 Nykytilanne

Seinäjoen Energian omistaa kokonaisuudessaan Seinäjoen kaupunki. Seinäjoen Energia Oy yhtiöitettiin vuonna 1994. Henkilökuntaa yhtiöllä oli vuoden 2010 alussa 75. Vuoden 2009 päättyessä konsernin liikevaihto oli 56,6 milj. €, josta sähkön myynnin liikevaihto oli 32,7 M€. Lisäksi Seiverkko Oy:n liikevaihto vuonna 2009 oli 8,0 milj.€ ja kaukolämpötoiminnan 16,3 milj. €.

Seiverkot Oy vastaa sähkönsiirrosta vanhan Seinäjoen alueella. Lisäksi Seinäjoen Energialla on katuvalaistusverkkoa Nurmossa, Ylistarossa ja Peräseinäjoella eli kuntien yhdistymisen jälkeen nykyisellä Seinäjoen alueella.

Yhtiöllä on viisi 110/20 kV:n sähköasemaa. Sähköasemilla on yhteensä kuusi päämuuntajaa, ja niiden muuntajateho on 120 MVA. Yhtiöllä on 235 km keskijänniteverkkoa, josta noin puolet on maakaapeloitu. Pienjänniteverkkoa on yhteensä 725 km, ja siitä on noin 620 km maakaapeloitua. Seiverkkojen jakelualue on suurimmaksi osaksi kaupunkiverkkoa, mikä näkyy myös maakaapeloimisasteessa. Jakelumuuntajia on yhteensä yhtiöllä 386 ja lisäksi 53 asiakasmuuntamoita. Käyttöpaikkoja on yhteensä 20 720 kappaletta. Sähkön siirtoa yhtiön alueella oli vuonna 2009 noin 360 GWh. Jakelualan uusi siirtotehon ennätys tehtiin tammikuun 1. päivänä klo 11 - 12, jolloin tehohuippu oli 70,2 MWh.

Seinäjoen Energia omistaa kaksi vesivoimalaitosta Kyrkösjärvellä ja Kalajärvellä. Kyrkösjärven vuoden 2009 energian tuotantomäärä oli 9,6 GWh. Määrä on noin kolmasosa edellisvuotisesta, mikä johtuu huonosta vesitilanteesta. Kalajärven vuoden 2009 energian tuotantomäärä oli 0.73 GWh.

Seinäjoen Energia toimittaa asiakkailleen myös kaukolämpöä Seinäjoen ja Nurmon alueelle. Kaukolämpö tuotetaan talviaikaan Vaskiluodon Voima Oy:n turvekäyttöisessä voimalaitoksessa ja kesäaikaan Seinäjoen Energian omalla turvelämpökeskuksella. Kulutuksen tarpeen mukaan Seinäjoella voidaan rakentaa

moninkertainen määrä kaukolämmitettäviä rakennuksia ilman, että polttoaineiden käyttötarve lisääntyy lainkaan. Vuonna 2009 myytiin 350 GWh lämpöenergiaa, josta yli 90 prosenttia ostettiin Vaskiluodon Voima Oy:n Seinäjoen Voimalaitokselta. Lämmönhankinnan polttoaineita ovat turve (n. 90 %), hake ja muut uusiutuvat energiavarat (n. 7 %) sekä öljy (n. 2,5 %). /8/

3 VOIMALAITOKSET JA VESISTÖT

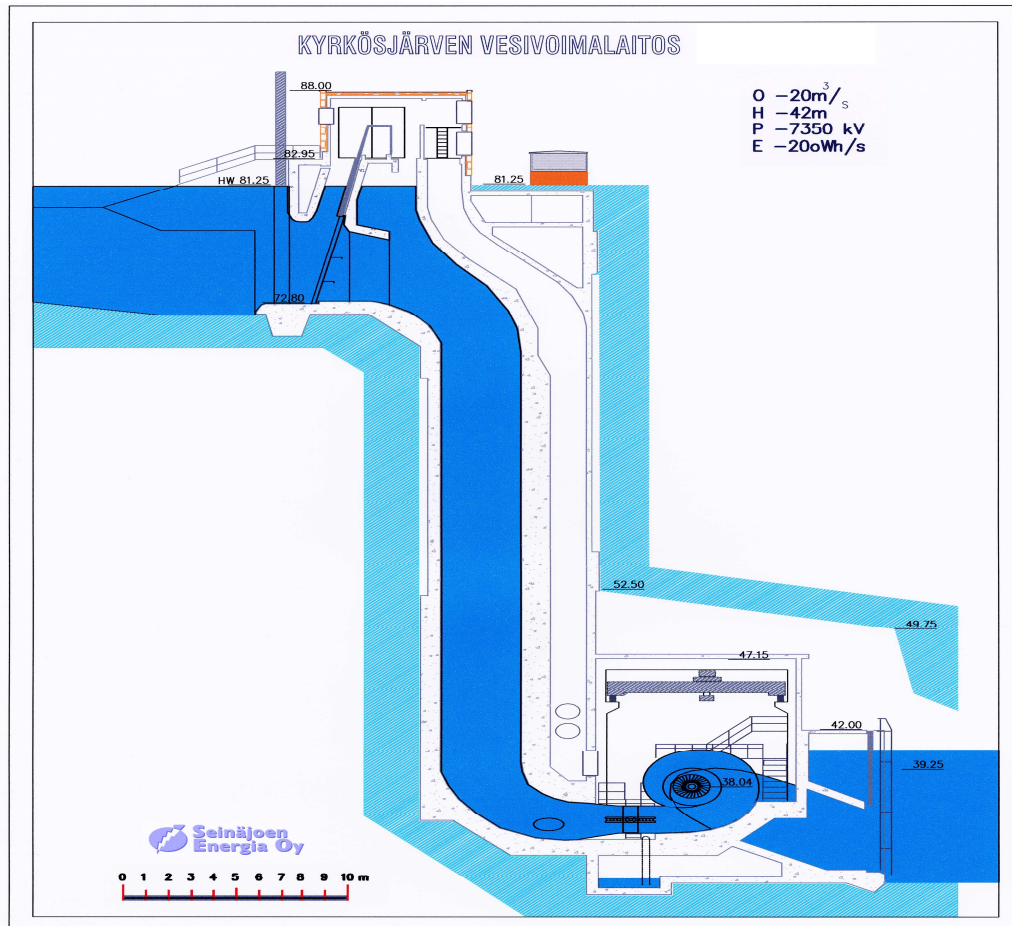
3.1 Kyrkösjärven voimalaitos

Kyrkösjärven voimalaitoksen rakennustyöt alkoivat vuonna 1977 tunnelityömaalla. Voimalaitos sijaitsee noin 50 metrin syvyydessä kalliossa ja purkaustunnelin pituus voimalaitokselta Seinäjokeen on noin 1.3 kilometriä, joten louhintatyön osuus voimalaitoksen rakentamisessa on ollut suuri. Kalliosta on louhittu yhteensä 36 000 m³ kiviainesta. Kyrkösjärven voimalaitos valmistui vuonna 1980, ja tuolloin sen osuus Seinäjoen energiantuotannosta oli jopa 18 %.

/7/

Voimalaitoksen nimellisteho on 7,4 megawattia (MW), ja käytettävyydeltään Kyrkösjärven voimalaitos edustaa huipputasoa. Käyttökertoimet ovat olleet vuosittain erittäin suuria, ja suuremmilta käyttökeskeytyksiltä on välttytty.

Kyrkösjärven voimalaitoksen turbiini on tyypiltään Francis-turbiini, joka soveltuu erityisesti pienille ja keskisuurille pudotuskorkeuksille. Kyrkösjärven nettopudotuskorkeus on 42 metriä. Täydellä teholla ajettaessa virtaama Q on noin 20 m³/s. Kyrkösjärven voimalaitoksen pystyleikkaus on esitetty kuvassa 1, josta ilmenee voimalaitoksen rakenne.



Kuva 1. Kyrkösjärven voimalaitoksen pystyleikkauskuva

Vesirakentajat Oy on rakentanut Kyrkösjärven voimalaitoksen vesitiet ja itse rakennuksen. Turbiinin ja radiaali-akiaalilaakerin on toimittanut Tampella Oy, joka nykyään tunnetaan nimellä Andritz Hydro Oy. Strömberg Oy eli nykyinen ABB on toimittanut voimalaitokselle generaattorin, liukulaakerin ja kaikki sähkökojeet. Hydraulikkajärjestelmän on valmistanut lahtelainen yritys Jämsän Konepaja ja Valimo Oy.

Voimalaitos sijaitsee noin 2,5 kilometrin päässä Seinäjoen keskustasta. Kyrkösjärvi on tekojärvi, joka on rakennettu Kyröjoen säännöstelyyn. Kyrkösjärven vedenpintaa säädellään voimalaitoksen ajojen mukaan. Ajoilla voidaan näin säädellä Kyröjoen vesimääriä ja pahimpaan tulva-aikaan pystytään vähentämään juoksutuksia, joita säatelemällä estetään Kyröjoen tulvia. Kyrkösjärven veden varastointimäärä on kuitenkin aika vähäinen eli vain 11

miljoonaa m^3 , joten veden varastointi on rajallista, jos tulvat ovat keväällä poikkeuksellisen runsaan lumimäärän vuoksi.

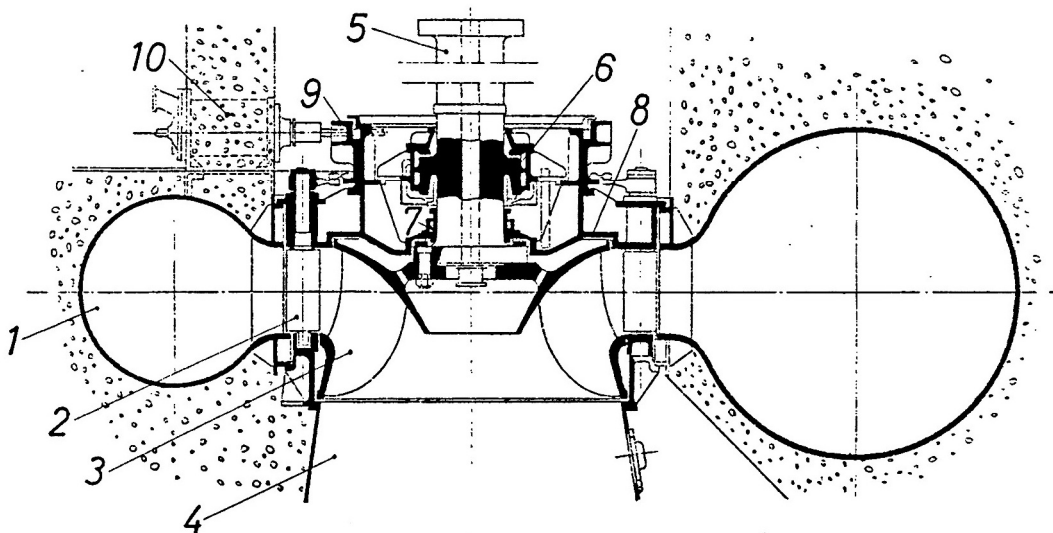
3.2 Kyrkösjärven voimalaitoksen turbiinityppi

Kyrkösjärven voimalaitoksen turbiinityppi on Francis-turbiini, joka on suosittu etenkin vanhoissa voimalaitoksissa. Francis-turbiinien käyttöalue on 5 metristä jopa 700 metrin pudotuksiin. Pudotuskorkeuden alaraja riippuu oleellisesti turbiinin koosta ja käytötavasta.

Francis-turbiinissa vesi tulee tuloputkea pitkin sisään ja kiertyy turbiinin siipien ohitse jatkaen matkaansa imupuolelle. Francis-turbiinissa potkurin siivet ovat kiinteät ja tehoa säädellään johtosiipien avulla.

Kuvassa 2 on esitetty Francis-turbiinin halkileikkaus. Kuvan 2 turbiini on tarkoitettu 60-70m putouksille.

- | | | |
|-------|--------------------------|------------------|
| Osat: | 1 Spiraali ja tukirengas | 2 Johtopyörä |
| | 3 Juoksupyörä | 4 Imuputki |
| | 5 Akseli | 6 Ohjauslaakeri |
| | 7 Akselitiiviste | 8 Kansi |
| | 9 Säätörengas | 10 Servomoottori |

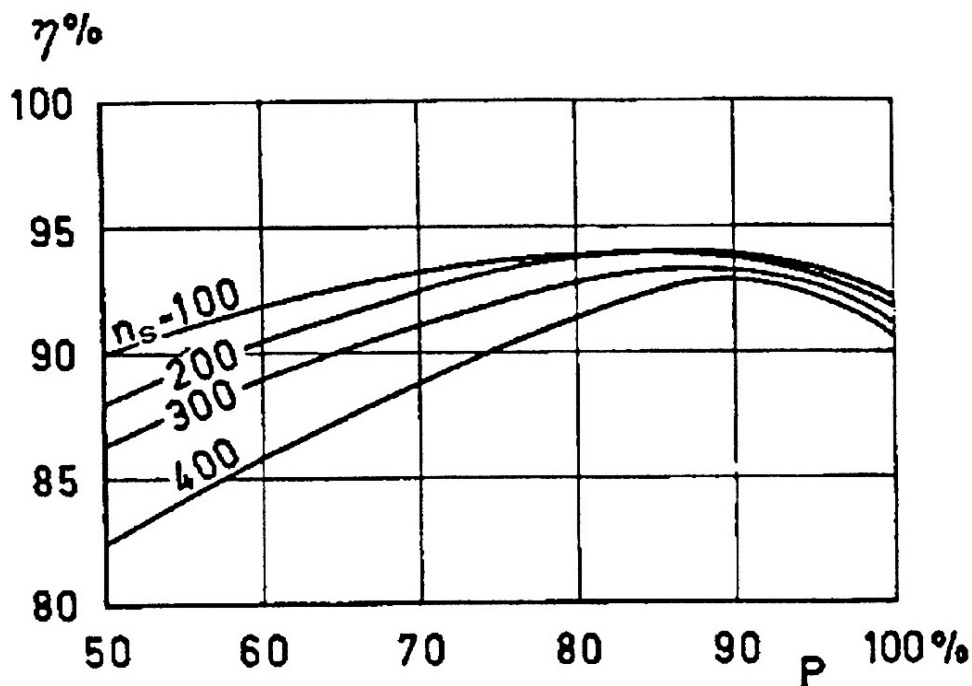


Kuva 2. Francis-turbiinin halkileikkaus /6/

Suuret koneet tehdään yleensä kuvan 2 mukaisesti pysty akseliseksi. Pienet ja keskisuuret turbiinit, kuten Kyrkösjärven turbiini, tehdään vaakaa akseliseksi.

Francis-turbiinilla on kiinteä juoksupyörä, minkä takia paras hyötysuhde saadaan vain tietyllä virtaamalla. Paras hyötysuhde saadaan yleensä, kun virtaama on n. 80 % suurinta tehoa vastaavasta virtaamasta.

Kuvassa 3 on tyypillisiä esimerkkejä Francis-turbiinien hyötysuhdekäyristä eri ominaiskierrosluvuilla. Kyrkösjärven ominaiskierrosluku $N_s=300$ rpm, joten hyötysuhteessa päästään tällöin n. 93 %:iin. /6/



Kuva 3. Francis-turbiinin hyötysuhdekäyrät eri ominaispyörimisnopeuksilla. /6/

3.3 Kalajärven Voimalaitos

Kalajärven voimalaitos valmistui vuonna 1976 silloisen omistajan Jyllinkosken Sähkö Oy:n rakennuttamana. Seinäjoen Energia osti itselleen kyseisen voimalaitoksen vuonna 2004. Kalajärven voimalaitoksen oston perusteluna oli saada Kalajärven juoksutukset yhtiön omaan hallintaan. Tällöin juoksutuksia

säätelämällä voidaan Kyrkösjärveen menevää veden määrää säädellä ja ajaa voimalaitosta oman juoksutusmallin mukaan. Näin pystytään itse kontrolloimaan koko valuma-alueen vesistöjä ja päättämään juoksutuksista, pysyen ympäristökeskuksen asettamissa rajoissa.

Kalajärvi on myös tekojärvi, ja se on padottu Kyrönjoen tulvien estämiseksi. Kalajärvi on tilavuudeltaan 42 miljoonaa m³, joten sen vesimäärät ovat melkein neljä kertaa suuremmat kuin Kyrkösjärven. Kalajärven voimalaitos sijaitsee Peräseinäjoella.

Kalajärven voimalaitos on turbiinityypiltään S-turbiini. Pudotuskorkeus on 13,3 m ja nimellisteho 1,6 MW. Täydellä teholla ajettaessa virtaama on noin 15 m³/s. Kalajärven voimalaitoksen pystyleikkaus on esitetty kuvassa 4, josta ilmenee voimalaitoksen rakenne.

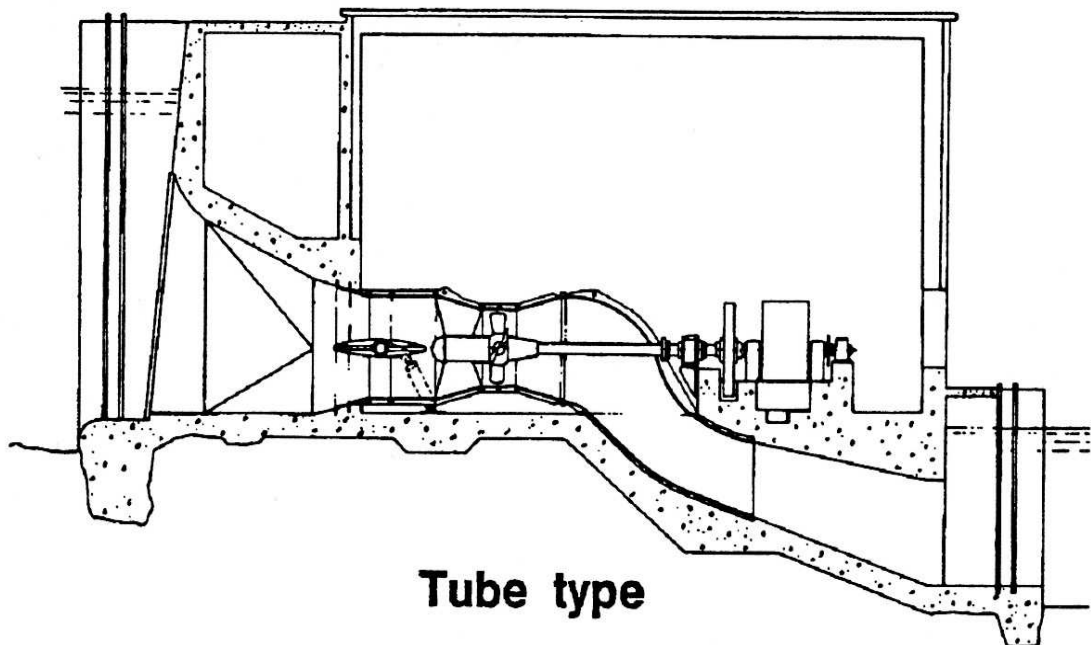
Voimalaitoksen rakenteet ja vesitiet on valmistanut Vesirakentajat Oy. Generaattori, releistys ja sähkökojeet on valmistanut Strömberg Oy eli nykyinen ABB. Turbiinin ja radiaali-aksiaalilaakerin on toimittanut Tampella Oy, joka nykyään tunnetaan nimellä Andritz Hydro Oy. Hydraulikkajärjestelmän on valmistanut lahtelainen yritys Jämsän Konepaja ja Valimo Oy.

Kalajärven voimalaitos rupeaa olemaan suhteellisen vanha, ja täten revisio eli uudistaminen alkaa lähivuosina olla ajankohtainen. Voimalaitos toimii iästään huolimatta moitteettomasti, ja siksi ei revisioon ole syytä kiiruhtaa. Kesällä 2010 Kalajärven voimalaitokselle rakennetaan tuloputken suulle luukku, jonka ansiosta työskentely vesiteissä on entistä turvallisempaa ja helpompaa.

3.4 Kalajärven voimalaitoksen turbiinityyppi

Kalajärven voimalaitoksella on S-turbiini eli eräs putkiturbiinimalli. S-turbiini saa nimensä siitä, että generaattori on siirretty pois vesikanavasta akselin välityksellä. Tästä johtuen vesikanava tekee s-kirjaimen muotoisen koukkauksen väistäessään generaattoria. Tällä menettelyllä saadaan vesikanavaan lisätilaa virtaavalle

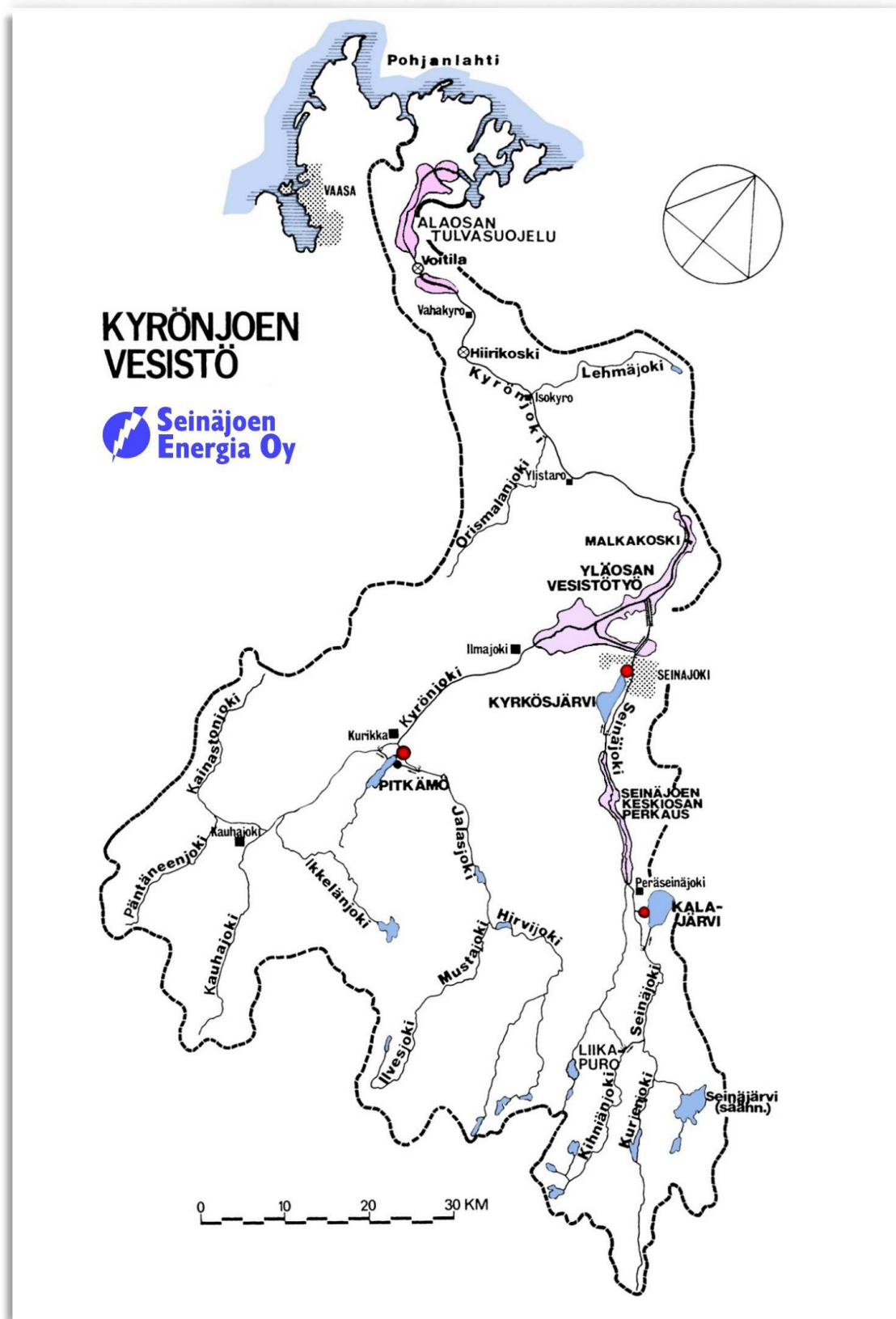
vedelle, mutta tällöin myös generaattori vaatii enemmän ulkoista tilaa. S-turbiinissa ei ole johtosolukkeita, joilla säädellään veden virtaamaa ja määrää. Tästä johtuen S-turbiinilla ei saada aivan yhtä laajaa käyttöaluetta kuin Kaplan-turbiinilla, jossa on sekä johtosolukkeet että lapakulmiensäätö. Virtaamaan verrattuna hyötysuhde jää myös heikommaksi kuin Kaplan-turbiinilla. S-turbiinilla tehonsäätö tapahtuu ainoastaan potkurin lapakulmia säätämällä, jolloin itse virtausta ei pystytä säätämään. S-turbiinilla varustetun voimalaitoksen pituusleikkaus näkyy kuvassa 4. /6/



Kuva 4. S-turbiinilla varustettu voimalaitos. /6/

3.5 Vesistöt ja padot

Etelä-Pohjanmaan halki kulkee Kyrönjoki, jolla on pituutta Seinäjoen latvoilta merelle mitattuna noin 200 km. Vesistön pinta-ala on yhteensä 4923 km² ja pudotuskorkeus Seinäjärvestä Pohjanlahteen on 140 m. Seinäjoki itsessään on noin 90 km:n pituinen. Kuvassa 5 on esitetty Kyrönjoen valuma-alue, suurimmat järvet sekä voimalaitokset, jotka on merkitty punaisilla pisteillä.



Kuva 5 Kyrönjoen vesistökartta ja valuuma-alueet

Seinäjoen latvoilla on säännöstelyallas Seinäjärvi, jossa sijaitsee ensimmäinen säännöstelypato. Seinäjärven säännöstelypadon omistaa Länsi-Suomen ympäristökeskus. Seinäjoen Energialla on kuitenkin kyseisen padon huolto- ja kunnossapitosopimus. Seinäjärvestä vesi kulkee Seinäjokea pitkin Kalajärvelle, jossa sijaitsee Seinäjoen Energian omistama voimalaitos. Kalajärven valuma-alue on yhteensä 512 km², ja sen säännöstelytilavuus on 42 milj. m³ ja säännöstelyväli 6 m. Seinäjärven Pato on esitetty kuvassa 6. /9/



Kuva 6. Seinäjärven säännöstelypato.

Kalajärveltä seuraava pato sijaitsee Kärjenkoskella, joka on Seinäjoen Energian omistuksessa. Kärjenkosken pato säännöstelee Seinäjoen vedenpintaa siten, että tulva-aikaa lukuun ottamatta padon yläpuolella on ylin sallittu vedenkorkeus N43+91,5 m ja alin vedenkorkeus N42+91,2 m. Alaraja saadaan poikkeuksellisesti alittaa, mikäli niin on tarpeen padon korjaamista tai joen perkaamista varten. Kuvassa 7 on Kärjenkosken pato kuvattuna alajuoksun puolelta. /9/



Kuva 7. Kärjenkosken pato kuvattuna alajuoksun puolelta.

Seuraava säännöstelypato sijaitsee Rengon kylässä. Rengon pato säännöstelee Kyrkösjärven täyttökanavaan juoksettavaa vettä. Padon yhteydessä on myös ns. juomaluukku, jolla säännöstellään Seinäjoen vanhaan uomaan menevää vesimäärää. Rengon pato on Seinäjoen Energian omistuksessa, ja näin myös sen käyttö ja huolto kuuluvat Energialle. Jääpeitteen aikana padon virtaama täytyy pitää vakiona. Kuvassa 8 on esitetty Rengon pato. /9/



Kuva 8. Rengon säännöstelypato.

Viimeinen Seinäjoen Energian omistama pato sijaitsee Kiikun kylässä, jossa Seinäjoen oikaisu-uoma liittyy Kyrönjokeen. Kiikun padolla säännöstellään Seinäjoen ja oikaisu-uoman vedenpintaa. Näin mahdollistetaan Kyrkösjärven voimalaitoksen ajaminen ja vuorokausivaihtelun kompensointi voimalaitoksen alapuolella. Kuvassa 9 on esitetty Kiikun säännöstelypato.



Kuva 9. Kiikun säännöstelypato

4 KUNNOSSAPIDON TEORIA

4.1 Huolto- ja kunnossapitosuunnitelma

Seinäjoen Energialla on ilmennyt tarvetta huolto- ja kunnossapitosuunnitelmalle. Opinnäytetyön tavoitteena on luoda toimiva ratkaisu ja aikataulutus huoltotöille ja kehittää toimiva kunnossapitosuunnitelma kahdelle vesivoimalaitokselle ja neljälle padolle.

4.2 Johdanto huolto- ja kunnossapitosuunnitelmaan

Kunnossapito on käsitteenä hyvin laaja. Sen tavoitteena on ensinnäkin huolehtia koneiden ja laitteiden kunnosta siten, että tuotanto ja muu toiminta sujuvat mahdollisimman tuottavasti ja minimaalisin keskeytyksin. Kunnossapidolla pyritään niin ikään pitämään vesivoimalaitokset tuotannossa, joten ilman näitä toimenpiteitä ei yritystoimintaa voi harjoittaa. /2/

Kunnossapitosuunnitelmassa käsitellään kunnossapitoa yleisesti ja konekohtaisesti. Koneenvalmistajan annettuja ohjeita on muokattu oman käyttötarpeen mukaisesti ja ne on räätälöity kohteeseen sopiviksi. Suunnitelman tavoitteena on luoda mahdollisimman yksinkertainen järjestelmä, joka on helppo käyttää ja ylläpitää. Kunnossapitosuunnitelman toteuttamiseen löytyy eri järjestelmiä, mutta tällä hetkellä yrityksessä ei ole voimalaitosten kunnossapitoon tarkoitettua toimivaa järjestelmää, joten ohjelma on luotu Excel-taulukoksi.

Excel-taulukon käytettävyys ei ole samaa luokkaa, mikä saavutetaan erilaisilla kunnossapitoon tarkoitetuilla järjestelmillä. Voimalaitosten kunnossapito vaatii kuitenkin suhteellisen vähän dokumentoitavaa, joten Excel-taulukko on suhteellisen toimiva ja halpa ratkaisu kunnossapitojärjestelmäksi. Vaadittavat huollot ja huoltovälit ovat kirjattuna taulukkoon, johon merkitään päivänmäärä ja

huollon tekijät, kun huolto on suoritettu. Tarkemmat tiedot ja dokumentointi tehdyistä huolloista kirjataan käyttöpäiväkirjoihin. Tällainen järjestely on käytännössä toimivin, ja sitä on suhteellisen helppo ylläpitää ja seurata.

4.3 Kunnossapidon tavoitteet

Yritys tuottaa hyödykkeitä, jotka voivat olla tavaroita tai palveluita tai niiden yhdistelmiä. Tuotantoon tarvitaan käyttöomaisuutta, esimerkiksi maa-alueita, koneita ja laitteita. Liiketoiminnan tuloksellisuuden kannalta käyttöomaisuus täytyy mitoittaa oikein ja sen käyttö täytyy olla optimaalista ja hallittua. Näin investoineille saadaan mahdollisimman tehokas käyttö ja samalla myös suuri tuotto, jolloin kannattavuus paranee. Tehokkaalla kunnossapidolla saadaan aikaan toimiva kunnossapitostrategia, jolloin koneen suorituskyky ja käyttöaste pysyvät mahdollisimman hyvänä. /2/

4.4 Kunnossapidon määrittely

Kunnossapito koostuu erilaisten asioiden pitämisestä toimintakuntoisina siten, että ne toimivat luotettavasti, että niissä esiintyvät viat korjataan ja että ympäristö- ja turvallisuusriskit hallitaan. Kunnossapito-käsitettä on määritelty monissa standardeissa sekä alan teoksissa. Esimerkiksi SFS-EN 23306-standardissa kunnossapito määritellään seuraavasti: ”Kunnossapito koostuu kaikista kohteen elinajan aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoitus on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon.” Tavoitteet tuotantovälineiden toiminnan varmistamiseksi niiden koko elinkaaren aikana ovat seuraavat:

- varmistaa omistajien, käyttäjien ja yhteiskunnan tyytyväisyys
- valita ja käyttää kaikkein sopivimpia kunnossapidon määritelmiä, joilla hallitaan tuotantovälineiden vikaantumista ja vikaantumisen seurauksia.
- saada kaikkien kunnossapitoon vaikuttavien ihmisten aktiivinen tuki kunnossapidon toiminalle. /2/

4.5 Kunnossapito, käynnissäpito

Perinteisesti valmistusprosessin käyttäjät ja kunnossapitäjät ovat olleet kaksi erillistä ryhmää. Tällöin käyttäjät ja kunnossapitäjät keskittävät mielenkiintonsa vain omien intressiensä ajamiseen. Tehokas toimintatapa saadaan, kun koneiden käyttäjät käyttävät koneitaan oikein ja mahdollisimman tehokkaasti. Tällöin vaaditaan käyttäjien ja kunnossapitäjien välillä toimivaa yhteistyötä. Käynnissäpidoksi kutsutaan koneen käynnin hallintaa tavalla, jossa yhdistyvät laitteen käyttö ja kunnossapito. /2/

4.6 Vikaantuminen

4.6.1 Vikojen kehittyminen

Kaikki laitteet on suunniteltu toimimaan moitteettomasti. Jos laitteet on suunniteltu ja valmistettu oikein ja oikeasta materiaalista ja niitä käytetään ja ylläpidetään oikein ja oikeassa olosuhteissa, vikaantumista ei tapahdu.

Laiteviat eivät synny itsestään, ja niillä on oma syntymä- ja kehittymismekanisminsa. Viat ovat yleensä pitkän tapahtumaketjun tulos, joten ketju pitää katkaista mahdollisimman varhain. Tällöin laitteen vaurioitumista voidaan vähentää merkittävästi. Taito havaita ja korjata viat heijastaakin koneen käyttäjien ja kunnossapitäjien ammattitaitoa ja osaamista.

Tämän päivän kunnossapidossa on tärkeämpää estää vikaantuminen kuin korjata vika tehokkaasti. Näin ollen kunnossapidon opetuksen ja koulutuksen pitäisikin keskittyä vikojen syntymissyihin ja kehittymisketjuihin. Kunnossapitoorganisaation ehdottomasti tärkein päämäärä on korjaustoimenpiteiden vähentäminen. Kunnossapidon tekeminen tehokkaasti on vasta toisella sijalla. /2/

4.6.2 Vikojen syyt

Perinteisesti vikaantuminen on ajateltu johtuvan laitteen huonosta suunnittelusta tai kestävydestä eli tekniikkoihin liittyvistä asioista. Etenkin japanilaiset ovat tutkineet asiaa ja todenneet, että vikaantumiseen on olemassa viisi pääsyitä:

- laitteita ei käytetä oikein: Oikeita tapoja ei tunneta (ei ole standardoitu) tai suhtautuminen työhön ei ole oikea. Esimerkiksi laitteen käyttäjät huomaavat oirehtivien vikojen aiheuttamia seurausilmiöitä, mutta he eivät ryhdy toimenpiteisiin, koska käyttäjien toimenkuvaan ei kuulu korjaaminen. Vioista raportointi voi olla myös kehnonpuoleista.
- käyttäjien ja kunnossapitäjien ammattitaito on liian kapea ja suuntautuu vain korjaamiseen. Tarkastuksissa ei huomata oirehtivia vikoja ja niitä tulkitaan väärin.
- laitteen ikääntymisen myötä esiintyvää toimintakyvyn heikkenemistä ei havaita tai korjata tai se hyväksytään.
- laitteita käytetään epätarkoituksen mukaisissa olosuhteissa.
- laitteen suunnittelussa ei ole huomioitu laitteen todellista käyttöä tai käyttöolosuhteita. Toisaalta laite on voitu siirtää muualle, jolloin alkuperäinen käyttötarkoitus tai olosuhde on muuttunut.

Vikojen oireiden lukeminen on yleensä vaikeaa. Jos toiminta on keskitetty laitteiden korjausten tekemiseen, vikojen oireiden selvittämiseen ei ole tarpeeksi panostettu. Tarkastaminen voi olla liian yleisluontoista, tähänkin saattaa olla syynä tarkastuspisteiden vaikea luoksepäästävyys tai sijainti likaisten ja vaikeasti avattavien suojien takana. Likakerros saattaa kätkeä alleen oirehtivia vikoja, joten siisteydestä tulisi huolehtia. Yleensä ongelmana on se, että oireita ei tulkita oikein. Niitä pidetään laitteen vanhenemisen merkkeinä ja ne hyväksytään. Oire saattaa olla alussa niin pieni, että sitä ei pidetä vakavana edes raportoinnin arvoisena. Mikäli laitteiden vikaantumisasteet halutaan minimoida, voidaan edellä mainituista asioista tarttua kiinni ja keskittyä jo oireisiin eikä pelkästään itse vikoihin. /2/

4.6.3 Menetelmät vikaantumista vastaan

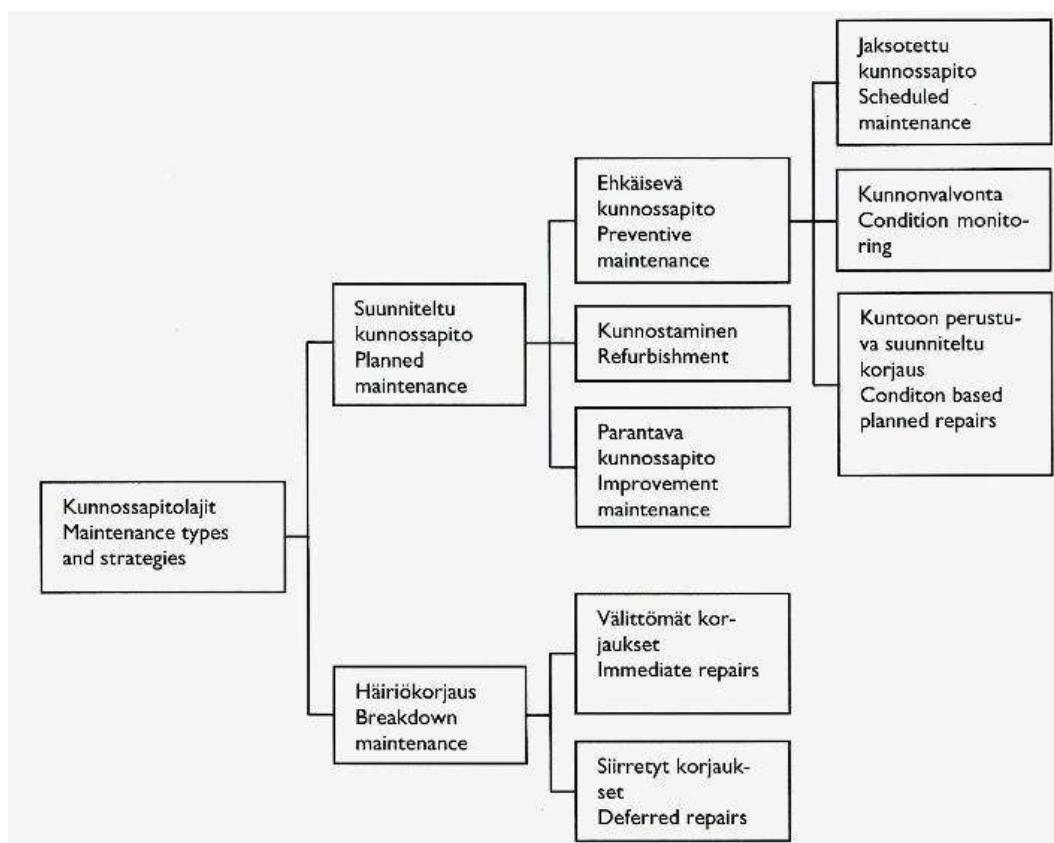
Vikaantumiset lisäävät merkittävästi tuotantotappioita, mutta vain harvat yritykset panostavat tosissaan vähentämään tästä johtuvan hävikin vaikutusta. Tilanteen parantamiseksi tarvitaan uutta ajattelutapaa vikaantumisiin suhtautumisessa. Piilevien vikojen paljastumiseen ja tehokkaaseen huoltamiseen on olemassa viisi tyyppiä välttämättömiä toimenpiteitä:

- laitteen toimintakunnon ylläpitäminen (puhdistus, voitelu, suuntaukset, liitosten kiristäminen)
- oikeiden käyttöolosuhteiden noudattaminen
- laitteen palauttaminen alkuperäiseen kuntoon (vastaa uutta)
- suunnitteluheikkouksien korjaaminen
- Käyttö ja kunnossapitotaitojen säännöllinen kehittäminen.

Kaikkia yllä mainittuja viittä toimenpidettä pitäisi toteuttaa tarkasti. Minkä tahansa laiminlyöminen voi suoraan laukaista vikaantumisen. Usean toimenpiteen laiminlyöminen voi aiheuttaa laitteeseen epäsuorasti tai piilevästi toimintahäiriön. Piilevien vikojen eliminointi on ainoa keino ennakoida ja mahdollisesti estää kaikki laitteen vikaantumiset. /2/

4.7 Kunnossapitolajit

Kunnossapito koostuu toimenpiteistä, joilla todetaan kohteen toimintakunto, pidetään laitteistot hyvin toimivina tai huolletaan ne halutulla tavalla toimiviksi. Kuvassa 10 on standardissa PSK 7501 esitetty kaavio eri kunnossapitolajien suhteista toisiinsa. Kaavion mukaan kunnossapito jaetaan kahteen eri osaan, eli suunniteltuun kunnossapitoon ja häiriökorjaukseen. Suunnitellulla kunnossapidolla pyritään parantamaan eri osa-alueita ja tätä kautta pitämään laitteet toimintakuntoisena. Häiriökorjaukset ovat taas ennalta arvaamattomiin vikoihin kohdistuvia toimenpiteitä. Tällaiset viat joudutaan korjaamaan välittömästi tai korjaustoimenpiteet täytyy siirtää myöhemmälle ajankohdalle, jos toimintaa pystytään jatkamaan. /3/



Kuva 10. Kunnossapitolajit /3/

5 KUNNONVALVONTA

5.1 Yleistä kunnonvalvonnasta

Kunnonvalvonnassa laitteen tai koneen toimintaa tarkkaillaan ja mitataan joko jatkuvasti tai määräväleihin. Kunnonvalvonta on nykypäivänä lisääntynyt yrityksissä merkittävästi, ja kunnonvalvonnalla saavutetut parannukset kunnossapidossa jo tiedostetaan. Etenkin värähtelymittaukset ovat tulleet yhdeksi tärkeäksi tekijäksi teollisuudessa tarvittavien koneiden kunnossapidossa. Kunnonvalvonnalla pyritään havaitsemaan laitteen vikaantumisen mahdollisimman varhain, jolloin säästytään esimerkiksi vakavalta laakerivauriolta, sillä vika tiedostetaan jo alkuvaiheessa. Tarkastuksilla ja mittauksilla pystytään määrittämään laitteen todellinen kunto, silloin havaitaan laitteistossa mahdollisesti tapahtuneet muutokset, jotka johtuvat vikaantumisesta. Tällöin pystytään korjaukset tekemään suunnitellusti ja määrittämään sopiva ajankohta, jolloin kyseinen vika on taloudellisesti järkevä korjata. Näin pystytään säästämään materiaali-kustannuksia ja työkustannuksia. /4/

5.2 Kunnonvalvonta Seinäjoen Energialla

Seinäjoen Energialla kunnonvalvonta tapahtuu erilaisilla mittauksilla ja visuaalisilla tarkastuksilla. Kokenut asentaja pystyy voimalaitoksilla havainnoimaan näön ja kuulon avulla monia asioita ja havaitsemaan, jos jokin asia kuulostaa tai näyttää epänormaalitylta. Voimalaitoksilta saadaan lisäksi reaaliaikaista tietoa päälakereiden lämpötiloista, joilla pystytään havaitsemaan myös mahdolliset päälakereivauriot. Voimalaitoksilla pitää suorittaa myös säätöhydrauliikan ja muuntajan öljyanalyysit joka viides vuosi.

Kyrkösjärven päälaakerivaurion jälkeen päätettiin, että värähtelymittaukset suoritetaan molemmilla voimalaitoksilla kaksi kertaa vuodessa, jolloin varmistetaan päälaakereiden kunto ja havaitaan mahdolliset muutokset laakereissa. Voimalaitoksilla ja padoilla tehdään säännöllisesti kuukausitarkastukset, joiden yhteydessä tarkastetaan laitteiston kuntoa ja tehdään tarvittavia korjaustoimenpiteitä. Näin pystytään hyvin kontrolloimaan laitteiston kuntoa ja puuttumaan vikaantuviin laitteisiin mahdollisimman nopeasti.

5.3 Värähtelymittaukset

Värähtelymittauksia käytetään yleisesti pyörivien laitteiden ja koneiden kunnonvalvontasovelluksissa. Värähtelyvalvonnan suunnittelu ja mittausasetusten määrittäminen on varsin monimutkainen prosessi ja vaatii monien asioiden huomioon ottamista. Mittaajan on tunnettava signaalinkäsittelyyn ja mittaamiseen liittyviä teoriaperusteita pystyäkseen suorittamaan mittauksia ja tulkitsemaan oikein mittalaitteen antamaa informaatiota. Tehtävä on vaativa ja edellyttää syvällistä asiaan paneutumista ja kalliin mittalaitteiston hankkimista. Näin ollen värähtelymittaukset kannattaa tilata ulkopuoliselta taholta mittausten oikeellisuuden varmistamiseksi sekä kustannustehokkuuteen pääsemiseksi. Ei ole järkevää kouluttaa omaa asentajaa suorittamaan värähtelymittauksia, koska mittauskertoja on vähän, ja koska mittauslaitteisto on nähden käyttömäärään liian kallis hankittavaksi. /4/

Vaurioitumisen ennustaminen on tärkeää etenkin hitaasti etenevien vikaantumisten, kuten laakerivikojen, tapauksissa. Oireet täytyy saada selville ennen kuin suurempi vaurioituminen tapahtuu. Esimerkkinä voidaan mainita Kyrkösjärven aksiaali-radiaalilaakerin vaurioituminen joulukuussa 2008. Tällöin voimalaitoksella ei suoritettu värähtelymittauksia ja laakerivaurio havaittiin vasta viime hetkellä. Kokenut asentaja kuitenkin havaitsi kuulohavainnon perusteella laakerivaurion. Kuvista 11 ja 12 voidaan päätellä, että laakeri oli vaihtohekellä todella huonossa kunnossa. Kyseisessä tilanteessa koko vesivoimalaitos olisi ollut vaarassa, jos laakeri olisi pettänyt ja turbiini olisi päässyt liikkumaan ja

hajottamaan vesiteitä. Pahimmassa tapauksessa koko konesali olisi voinut täytyä vedellä ja koko laitoksen laitteet olisi täytynyt uusiksi. Vikaantumisketjun katkaiseminen ajoissa on ensiarvoisen tärkeää pyrittäessä minimoimaan vauriot.
/4/

Värähtelymittausten tärkeyttä kunnonvalvonnassa voimalaitoksilla lisää vielä se, että kyseisten erikoislaakereiden valmistus tapahtuu tilaustyönä ja toimitusajat saattavat olla hyvinkin pitkiä, niinpä ilman varalaakeria keskeytyskustannukset nousevat suuriksi. Kyrkösjärven voimalaitoksella oli kuitenkin osattu varautua laakerivaurioon hankkimalla varalaakeri. Työ kuitenkin jouduttiin tekemään kiireellisenä ja mahdollisimman nopeasti, joten kustannukset nousivat suuriksi verrattuna siihen, että laakerivaurio olisi osattu ennakoida ja estää asianmukaisella kunnonvalvonnalla ja värähtelymittauksilla.



Kuva 11. Aksiaalilaakerin kartiorullat laakerivauriossa Kyrkösjärven voimalaitoksella



Kuva 12. Aksiaalilaakerin liukupinta laakerivauriossa Kyrkösjärven voimalaitoksella

5.4 Kunnossapito-ohjelmistot

Nykypäivän kunnossapito-ohjelmistot ja tietojärjestelmät ovat hyvin kattavia ja monipuolisia. Tietojärjestelmät sisältävät seuraavia osioita: Laitapaikkojen ja laiteyksiköiden perustiedot, materiaalienhallinta (varaosat, raaka-aineet), Vika-/häiriöilmoitusjärjestelmä, työmääräinjärjestelmä, ennakkohooltojärjestelmä, ostotilausjärjestelmä, palvelun myynti ja laskutus, dokumenttien hallinta, yhteystietorekisteri (toimittajat, valmistajat, asiakkaat), resurssien hallinta, työtuntien kirjaus palkanlaskennan pohjaksi, projekti/seisokkihallinta sekä kalibrointi. Kaikkiin moduuleihin liittyy raportti- ja tulostusosuus, joita voidaan käyttää erilaisiin listauksiin ja seurantoihin. Esimerkkejä kunnossapitoon soveltuvista ohjelmista voidaan mainita Arttu2000, MAINTWorkCenter ja PowerMaint.

Kunnossapidon tietojärjestelmien ongelmana on kuitenkin niiden vähäinen käyttöaste ja vähäinen hyödyntäminen. Tietojärjestelmä muuttuu hyödylliseksi

vasta kun sitä käytetään työprosessissa tarkoitetulla tavalla. Muutoin siitä seuraa vain ylimääräistä rasitetta ja turhia kustannuksia. /2/

5.5 Kunnossapito-ohjelmiston valinta

Nykypäivän kunnossapito-ohjelmistoissa on siis monipuoliset mahdollisuudet ja laajat ominaisuudet. Tällä hetkellä yrityksellä ei ole voimalaitoksen kunnossapitoon sopivaa ohjelmistoa eikä tarvetta ohjelmistolle välttämättä ole, koska toimenpiteiden määrät eivät ole erityisen suuria. Tästä johtuen järkevä valinta on pelkkä Excel-taulukko, johon on kirjattu sunnitellut tehtävät toimenpiteet ja niiden aikajaksot.

Taulukkoon merkitään kuittaus, kun kyseinen toimenpide on tehty. Tällöin pystytään seuraamaan, mitä huoltoja on tehty ja mitä on tekemättä. Lisäksi tehdyt työt kirjataan voimalaitosten käyttöpäiväkirjoihin ja kirjoitetaan lyhyt raportti työstä. Taulukossa on myös viittaus itse huolto-ohjelmaan, josta löytyvät tarkemmat tiedot kyseisestä huollosta. Huolto-ohjelma on toteutettu tavallisena tekstitiedostona ja sinne on lisättyä tarpeellista tietoa kaikista suoritettavista toimenpiteistä.

6 Huolto- ja kunnossapito-ohjelma

6.1 Ohjelman sisältö

Ohjelma koostuu edellä mainitusta Excel-taulukosta ja tekstitiedostosta. Huolto-ohjelman tekstitiedostosta löytyy tarvittavia tietoja ja ohjeita toimenpiteiden tekemiseen. Ohjelman tarkoitus on olla tukena myös asentajille, jotka eivät ole perehtyneet laitoksessa tehtäviin huoltotoimenpiteisiin. Kaikista tehtävistä huoltotöistä löytyy erilaista tarpeellista tietoa ja apua niin itse huoltoon kuin materiaalihankintaan. Ohjelmasta löytyy varaosatieitoja, tietoa laitteista, tarvittavia yhteystietoja, piirustuksia ja yksityiskohtaisia huolto-ohjeita vaativimmille huolloille. Lisäksi huolto-ohjelmasta löytyy paljon muuta tarpeellista tietoa huolloista ja niiden suorittamisesta. Huolto-ohjelmasta löytyy myös paljon kuvia, jotka auttavat asentajia huoltotöissä.

6.2 Kunnossapitotöiden tyypit

6.2.1 Yllättävät huoltotyöt

Yllättävillä huoltotöillä tarkoitetaan töitä, jotka eivät ole olleet tiedossa etukäteen ja joiden suorittaminen vaatii välitöntä toimintaa. Näiden töiden tekeminen ei pohjautu huoltosuunnitelman mukaiseen toimintaan. Töiden aikataulutukseen ei voida enää vaikuttaa, vaan huoltotyöt suoritetaan mahdollisimman nopeasti. Kunnonvalvonta ja ennakoiva huoltotyö tähtää siihen, ettei ongelmatilannetta pääsisi syntymään. Tämä ajatusmalli ei toimi täydellisesti, kun kyse on laitteista. Seuraamalla toistuvia yllättäviä vikoja pystytään kuitenkin ennakoimaan ja suunnittelemaan, mitä voitaisiin tehdä toisin ja näin muuttamaan huolto-ohjelmaa. Näin saavutetaan parantavaa kunnossapitoa ja laitteistot saadaan toimimaan

varmemmin ja minimoimaan yllättävien vikojen määrä. Merkittävään on, että tällöin parantava kunnossapito kohdistetaan oikeisiin kohteisiin.

6.2.2 Huolto-ohjelman mukaiset työt

Huolto-ohjelman mukaisiin töihin kuuluvat säännöllisesti toistuvat huoltotoimenpiteet, kuten värinämittaukset, öljynvaihdot ja voitelutyöt. Huolto-ohjelman mukaiset työt kirjataan ylös huolto-ohjelmaan, ja näin pystytään seuraamaan, että kaikki työt tehdään. Huoltotyöt ajoitetaan sellaiseen kohtaan, jolloin voimalaitosta ei ajeta. Yleisesti ottaen voimalaitoksella huolto-ohjelman mukaiset työt tehdään kesällä, jolloin altaissa ei ole vettä. Töiden kannalta parhaita kuukausia ovat normaalikesänä kesä-, heinä- ja elokuu. Tähän ajanjaksoon sijoitetaan suurin osa sellaisista töistä, joita ei voida suorittaa voimalaitoksen käydessä.

6.2.3 Suunniteltavat työt

Suunniteltaviin töihin kuuluvat ne, jotka ovat tulleet ilmi kunnonvalvonnassa, eli tuossa yhteydessä havaittu laitteen alkava vikaantuminen, mutta laite ei ole tarvinnut välitöntä huoltoa. Tällöin huollolle etsitään sopiva ajankohta, milloin työ on hyvä suorittaa. Työ voidaan joko tehdä itse tai tilata muualta, ja se suunnitellaan tapauskohtaisesti. Isot huollot vaativat huolellisen suunnittelun ja tarkan aikataulutuksen, kun taas pienemmät vievät vain vähän suunnittelu- ja suoritusaikaa. Hyvällä suunnittelulla ja valmistautumisella pienennetään työkustannuksia ja työ pystytään toteuttamaan suunnitellussa aikataulussa. Työn valmistuttua toimenpide kirjataan huolto-ohjelmaan ja siitä kirjoitetaan käyttöpäiväkirjaan lyhyt raportti. Huolto- ja kunnossapito-ohjelmasta löytyy muutamia esimerkkejä Kyrkösjärven voimalaitoksen vuosihuolloista. Kaikki huollot on kirjattu kyseisellä tavalla molemmista voimalaitoksista ja neljältä padolta.

6.3 Laitteiden kriittisyysluokka ja varaosatilanne

Tässä työssä on mietitty myös laitteiden kriittisyysluokkia ja samalla tarkasteltu kriittisempien laitteiden varaosatilannetta. Voimalaitokset ovat jo yli 30 vuotta vanhoja, eikä varaosien saaminen ole enää itsestäänselvyys. Jos laitteiden kriittisyysluokka on korkea, johtaa rikkoutuminen tuotannon keskeytymiseen ja taloudellisiin menetyksiin. Tällaisten laitteiden varaosien toimitusajat ovat hyvin pitkiä, eikä tiettyjä varaosia enää edes ole saatavilla tai ne joudutaan teettämään erikoistyonä. Pitkistä toimitusajoista johtuen syntyy pitkäkestoisia tuotannon keskeytyksiä ja samalla suuria taloudellisia tappioita. Korkeaan kriittisyysluokkaan kuuluviin laitteisiin onkin ehdottoman tärkeätä hankkia varaosia etukäteen.

Voimalaitosten kriittisimpien laitteiden varaosatilanne kartoitettiin ja hankittiin puuttuvat varaosat, joten nyt esimerkiksi Kyrkösjärven voimalaitoksen varaosatilanne on hyvä.

7 SEINÄJOEN ENERGIAN HUOLTOKÄYTÄNTÖ

Seinäjoen Energian huoltokäytäntö on tähän asti toiminut hyvin. Ongelmana on kuitenkin ollut se, ettei yhtiöllä ole ollut selvää ja yhtenäistä huolto- ja kunnossapito-ohjelmaa. Vanhat asentajat ovat tehneet perinteiset työt ja suorittaneet huollot omien näkemysten pohjalta. Näin ollen ammatillista asiantuntijätietoa on ollut saatavilla, kun kyseiset asentajat ovat vielä yhtiön palveluksessa. Huolto- ja kunnossapito-ohjelman yksi päätavoite olikin saada kyseinen tietotaito mukaan ohjelmaan.

Kokemusten perusteella huolto- ja kunnossapidon ulkoistaminen ei ole kannattavaa. Käytäntö on osoittanut, että ulkoistettaessa huoltotehtäviä laitteistojen huoltotehtävistä ei pidetä niin hyvää huolta kuin oman yhtiön miehityksellä. Huoltopalveluita kannattaa käyttää vain tietyissä huolloissa, joita ei ole järkevää suorittaa itse. Esimerkiksi moottoreiden laakerinvaihto kannattaa teettää ulkopuolisella yrityksellä, jotka tekevät laakerinvaihtotöitä.

8 VOIMALAITOSTEN REVISIOT

Seinäjoen Energian omistamat voimalaitokset ovat jo siinä iässä, että voimalaitosten revisioita täytyy ruveta miettimään ja valmistelemaan lähivuosien aikana. Kalajärven voimalaitos on 34 vuotta ja Kyrkösjärven voimalaitos 30 vuotta vanha. Voimalaitokset ovat toimineet hyvällä käyttövarmuudella ja ilman suurempia käyttökeskeytyksiä. Laitteisto rupeaa olemaan kuitenkin niin vanha, ettei varaosien löytäminen ole enää helppoa. Voimalaitokset ovat tekniikaltaan myös niin vanhaa, että esimerkiksi Kyrkösjärven SSE-automatiikalle ei Suomesta tahdo enää löytyä ammattitaitoa. Kaikki ammattitaito ja muutamat SSE-automatiikan varakortit löytyvät yhtiöstä. Revisiot ovat aikaa vieviä projekteja, ja niiden suunnittelulle ja toteutukselle kannattaa varata aikaa noin kaksi vuotta.

8.1 Kyrkösjärven voimalaitoksen revisio

Revisiossa voimalaitosta nykyaikaistetaan ja laitekantaa uusitaan tai huolletaan. Kyrkösjärven voimalaitoksen revisiosuunnittelu alkaa noin viiden vuoden sisällä. Päätös revision aloittamisajankohdasta tehdään vuonna 2011. Projektin arvioitu kokonaiskesto on noin kaksi vuotta. Projekti alkaa hankintaohjelman luomisesta ja päättyy uudistetun voimalaitoksen käyttöönottoon ja projektin luovutukseen. Hankintaohjelma ja tarjouspyynnöt on tarkoitus teettää ulkopuolisella yrityksellä. Itse työt voimalaitoksella kestävät vain noin neljä kuukautta.

Revisio olisi hyvä kohdistaa kesälle aloitettavaksi heti kevättulvien jälkeen, jolloin pystytään varmistamaan vesimäärien juoksutukset ohi Kyrkösjärven, sillä Seinäjoki tuskin kestäisi nykytilassaan kevättulvien aikaiset vesimäärät ilman ongelmia.

8.1.1 Turbiinin ja generaattorin peruskorjaus

Kyrkösjärven voimalaitoksen turbiini täytyy peruskorjata ja samalla on syytä tarkastaa kaikki puretut osat ennen takaisin asentamista.

Turbiinin peruskorjauksessa tehtävät työt:

- Työt alkavat voimalaitoksella kaikkien betonissa kiinni olevien osien pintakäsittelyllä ja samalla pintakäsitellään kaikki purettavat osat.
- Turbiinin johtopyörä kunnostetaan perusteellisesti:
 - Johtosolukkeiden kunnostus
 - Johtosolukkeiden tiivisteiden uusinta
 - Lenkkien/vipujen laakeroinnin uusinta varustettuna itsevoitelevilla laakereilla
 - Johtosolukkeiden laakereiden uusinta varustettuna itsevoitelevilla laakereilla
 - Säätörenkaan laakeroinnin kunnostus varustettuna itsevoitelevilla laakereilla
- Turbiinin liukulaakeri uusitaan, sekä hetki sitten vaihdetun aksiaali-radiaalilaakerin kunto tarkastetaan
- Turbiinin akselitiiviste kunnostetaan
- Turbiinin säätöhydrauliikka uusitaan putkistoineen kokonaisuudessaan.
 - Uusi korkeapaineservo johtopyörälle, jossa itsevoitelevat laakerit
- Läppäventtiili kunnostetaan
 - Uusitaan korkeapaineservo läppäventtiilille, jossa itsevoitelevat laakerit.
- Hankitaan varaosat uusittuun hydrauliikkaan sekä tiivisteisiin.

/5/

Generaattorin huolto:

- Generaattori ”rättipestään” ja kuivataan
- Sähköisten mittausten ja visualisen tarkistuksen jälkeen päätetään mahdollisista lisätoimenpiteistä esimerkiksi tyhjiöhartsaus

- Staattorin levypaketin pultit kiristetään. Urakiilaukset tarkastetaan
- Roottorirenkaan jarrurata tarkastetaan. Jarrusylinterit huolletaan ja kaikki tiivisteet vaihdetaan. Jarrupalat vaihdetaan asbestivapaisiin
- Napojen kiilaukset tarkastetaan.

/1/

8.1.2 Kojeistot

Kyrkösjärven voimalaitoksen 20 KV jakelukojeisto voidaan uusida, mutta toimenpide ei ole välttämätön. 6 KV generaattorikojeisto uusitaan kokonaisuudessaan ja kojeiston tulee olla lajikoestettu ja rakenteen sellainen, että mahdollinen valokaarivaurio rajoittuu vain yhteen kennoon. Mahdolliset valokaaripaineet ohjataan kennoittain ylöspäin. Kaikki kennot varustetaan valokaarisuojalla. Samalla uusitaan 6 KV kaapelit sekä kaikki keskijännitekaapelit korvataan uusilla PEX-eristeisillä kaapeleilla. /1/

8.1.3 Omakäyttöjärjestelmä

Omakäyttöjärjestelmä uusitaan kokonaisuudessaan ja rakennetaan TN-S järjestelmänä, jossa on kokonaisuudessaan erillinen nolla- (N) ja suojajohdin (PE). Omakäyttömuuntaja korvataan uudella kuivaeristetyllä kolmivaihemuuntajalla. Omakäyttöpääkeskus uusitaan sekä kaikki alakeskukset korvataan uusilla. /1/

8.1.4 Apusähköjärjestelmä

Voimalaitoksella on nykyään akkuhuoneessa vain yksi akusto. Tasasähköjärjestelmä uusitaan kokonaisuudessaan ja järjestelmä olisi hyvä kahdentaa siten, että kummallakin järjestelmällä on oma 110 V akusto tasasuuntaajineen. Tällöin kannattaa kahdentaa kaikki laukaisupiiritkin, jotka liittyvät turbiiniin ja generaattoriin sekä päämuuntajaan. Pienellä lisäkustannuksella saadaan aikaan se, että laitos pystytään ajamaan turvallisesti

alas, vaikka toinen apusähköjärjestelmä on pois käytöstä. Akustojen pääkeskus uusitaan ja rakennetaan erityysaineesta (muovikotelokeskus). /1/

8.1.5 Ohjaus- ja valvontajärjestelmä

Kyrkösjärven vesivoimalaitoksen tulee olla täysin automatisoitu ja kaukokäytetty. Laitoksen käyttö tapahtuu toimitalon valvomosta tai web-selaimella Citrixin kautta. Automaatio toteutetaan ohjelmoitavalla logiikalla, joka liitetään yhteiseen väylään. Toimintoja voidaan jakaa useamman logiikan kesken. Erityisen tärkeää on se, että suojarleiden on pystyttävä kommunikoimaan suoraan logiikan kanssa. Laitokselle jätetään tarvittavat käsiajomahdollisuudet huolto- ja vikatilanteita ajatellen.

Niin kuin apusähköjärjestelmässä tuli ilmi, jaetaan sekä sähköiset että mekaaniset suoijat kahteen ryhmään toimintavarmuuden maksimoimiseksi. Suojarleet ovat digitaalisia, ja ne on varustettu itsevalvonnalla. /1/

8.1.6 Revision myötä saavutetut edut

Kyrkösjärven voimalaitoksen uudenaikaistaminen ja laitteiston uudistaminen parantaa merkittävästi kunnonvalvontaa. Silloin saadaan entistä enemmän mittaustietoja, joiden avulla pystytään tarkkailemaan voimalaitosta paremmin. Nykypäivän automaatio ja suojarleistys mahdollistaa myös entistä paremmat ja laajemmat suojalohkot. Releistä löytyy toimintoja moninkertaiset määrät verrattuna vanhaan generaattorin SSE-automatiikkaan, jonka kautta vielä nyt generaattorin suojaukset toimivat.

Kyrkösjärven voimalaitoksella revision myötä saavutetaan merkittävä parannus, kun turbiinisäätäjä toimii digitaalisesti ja on nopeampi verrattuna nykyiseen mekaaniseen säätäjään. Kyrkösjärven voimalaitos toimii vikatilanteessa saarekekäytössä ja syöttää Seinäjoen keskussairaalaan varavoimana sähkökatkoksen ajan. Voimalaitoksen käydessä täydellä teholla 7,4 MW säätäjä ei

toimi tarpeeksi nopeasti, kun sairaalaan syötettävä teho on noin 2 MW. Tällöin voimalaitos putoaa pois saarekekäytöstä ja keskussairaalaan syöttävät ainoastaan diesel-varavoimakoneet. Voimalaitos jää kuitenkin saarekekäyttöön, jos sitä ajetaan pienemmällä teholla. Tällöin mekaaninen turbiinisäätäjä ehtii säätämään tehoa tarpeeksi ja voimalaitos jää syöttämään keskussairaalaan saareen.

Kyrkösjärven voimalaitoksella saarekekäyttö on siis hyvin tärkeä ominaisuus, jolloin siihen on asennettava saarekekäyttöominaisuus. Tällöin turbiinisäätäjä tulee toteuttaa taajuussäädöllä, joka vastaa asetettuja vaatimuksia. Säätäjän tulee täyttää Fingridin asettamat voimalaitosten järjestelmätekniset vaatimukset. Säätäjän pitää pystyä toimimaan seuraavissa käyttötilanteissa: tyhjäkäynti, normaalikäyttö ja häiriökäyttö. Säätäjän täytyy myös siirtyä käyttömuodosta toiseen tilanteen mukaan parametreja vaihtamalla.

8.2 Kalajärven voimalaitoksen revisio

Kalajärven voimalaitoksella suurempi revisio ei ole vielä yhtä ajankohtainen kuin Kyrkösjärven voimalaitoksella, vaikka voimalaitos onkin neljä vuotta vanhempi verrattuna Kyrkösjärven voimalaitokseen. Kalajärvelle on kuitenkin suunnitteilla lähitulevaisuudessa revisio, jossa laitosta nykyaikaistetaan.

9 YHTEENVETO

Tämän työn tarkoituksena oli luoda toimiva ja yksinkertainen huolto- ja kunnossapito-ohjelma vesivoimalaitoksille sekä padoille. Työssä käytettiin hyväksi valmistajien antamia ohjeita ja määräyksiä. Näitä ohjeita sovellettiin ja niitä muutettiin käyttökokemusten perusteella.

Huolto- ja kunnossapito-ohjelman luomisessa ensimmäisenä päätavoitteena oli ns. hiljaisen tiedon siirtäminen asentajilta. Voimalaitokset ovat toimineet hyvällä käyttökertoimella ja huollot on osattu tehdä hyvin. Huollot on tehty asentajien käyttökokemusten perusteella, ja ne ovat pohjautuneet kokeneiden asentajien omiin näkemyksiin. Tämä tieto piti saada mukaan huolto- ja kunnossapito-ohjelmaan.

Kunnossapito on todella laaja ala ja sen kehittämiseen on lukuisia erilaisia malleja ja toimintoja. Ohjelmasta tehtiin samalla myös uudelle työntekijälle suuntaa antava aineisto, joka sisältää paljon kuvamateriaalia ja antaa näin kuvaa voimalaitosten toiminnasta.

Työssä otettiin myös kantaa voimalaitoksen tuleviin revisioihin ja saatiin revisioprojektia jo vireillekin. Erillinen huolto- ja kunnossapito-ohjelma jää palvelemaan yrityksen kunnossapitotoimintaa ja selkeyttämään tehtäviä toimenpiteitä. Ohjelma antaa hyvän kuvan tehtävistä töistä ja ottaa kantaa huoltojen tekemiseen ja aikataulutukseen.

Opinnäytetyön myötä sain hyvän kuvan vesivoimatekniikasta, jota voin jatkossa hyödyntää tulevissa haasteissa. Työ oli erittäin laaja, mutta hyvin mielenkiintoinen ja kehittävä. Työn tekemistä helpotti asiantunteva henkilökunta, jolla oli vuosien antama kokemus ja tietämys kyseisten laitteistojen huolloista.

LÄHDELUETTELO

- /1/ Aukee, Ismo, Myyntipäällikkö vesivoima, 22.4.2010, Vaasa Engineering Oy, Haastattelu. Voimalaitosten revisio.
- /2/ Kunnossapitoyhdistys ry 2007. Kunnossapito, Kunnossapidon julkaisusarja, n:o 10.
- /3/ Kunnossapitoyhdistys Ry 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito, Kunnossapidon julkaisukirja, no:13.
- /4/ Kunnossapitoyhdistys Promaint. Kunnanvalvonta ja diagnostiikka [online]. [viitattu 3.4.2010]. Saatavilla www-muodossa: <URL: http://www.promaint.net/menu_description.asp?menu_id=69.>
- /5/ Mäkelä, Timo, Markkinointipäällikkö, 9.4.2010, Andritz Hydro Oy, Haastattelu. Turbiinin peruskorjaus.
- /6/ Perttula, Jarmo 2000. Energia Tekniikka. Porvoo. WSOY.
- /7/ Seinäjoen Energia Oy 2007. Energiset vuosikymmenet. Seinäjoen Energia Oy 80 vuotta 1927-2007.
- /8/ Seinäjoen Energia Oy 2010. Vuosikertomus 2010
- /9/ Suomen ympäristökeskus, Kyrönjoen vesistön tulvatorjunnan toimintasuunnitelma 2007, [online]. [viitattu 13.3.2010]. Saatavilla www-muodossa:
<URL:<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=148516>.>

LIITELUETTELO

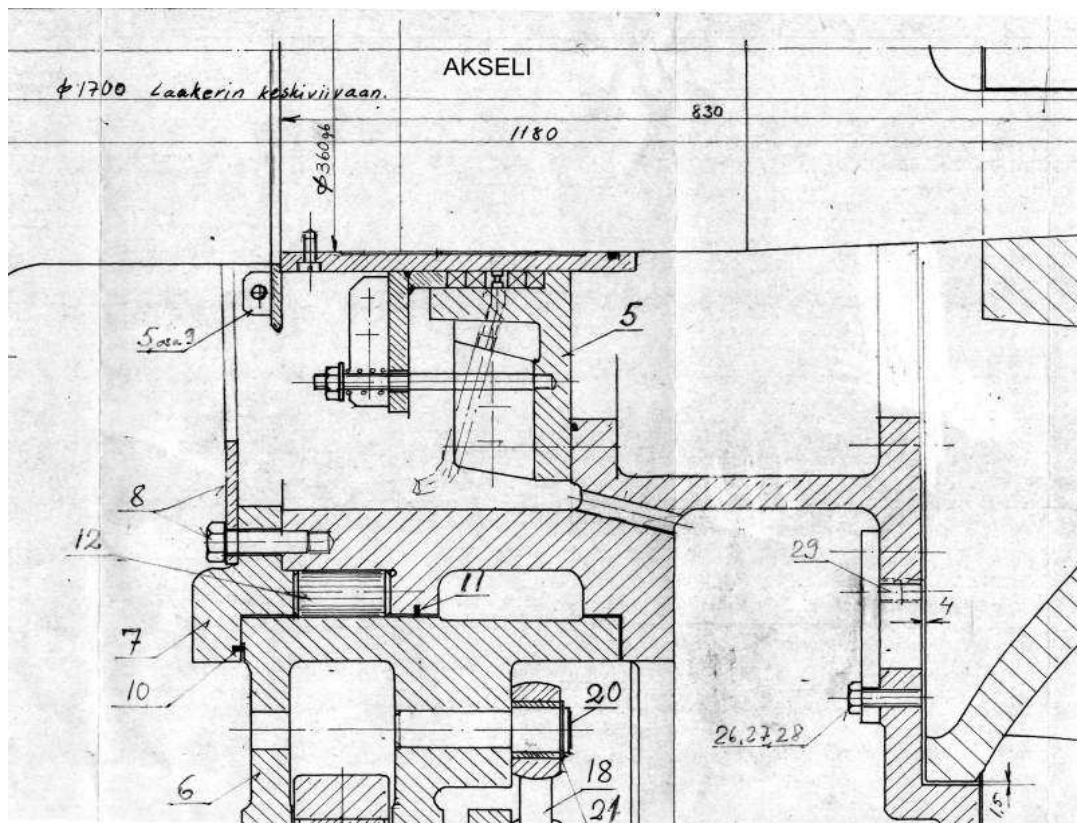
LIITE 1. Esimerkki Kyrkösjärven vuosihuoltojen excel-sovelluksesta

LIITE 2. Esimerkkejä Kyrkösjärven huolto-ohjeesta

KYRKÖSJÄRVI				
T=Tarkastus	H=huolto	V=vaihto		
Vuosihuollot				
KOHDE	TEHTÄVÄ TYÖ	Aikajakso	2010	2011
SPIRAALI/IMUPUTKI	Tarkastus	Joka 3 vuosi		
TULOPUTKI	Tyhjäys	Joka 3 vuosi		
VAIHTEISTOÖLYT (tuloputki)	Öljynvaihto	Joka 9 vuosi		
VÄLPPÄ	Moot,sakkelit,nostolaitteisto	1x vuodessa	H	H
VÄLPPÄ VAIHTEISTOÖLJY	Tartastus 1x vuodessa	Vaihto joka 10 vuosi	T	T
TURVEPUOMIT	Tarkastetaan keväisin			
PELLIMOOTTORIT	Säätö, Voitelu	1x vuodessa+ Tarkastusajo	H	H
TIK 1	Huolto, mittaukset	2x vuodessa laak. voitelu	H	H
TIK 2	Huolto, mittaukset	2x vuodessa laak. voitelu	H	H
TIK 3	Huolto, mittaukset	2x vuodessa laak. Voitelu	H	H
ILMASTOINTI SUODATTIMET	Vaihto	2x vuodessa	H	H
M6 UPPOPUMPPU	Huolto, mittaukset	1x vuodessa/1000h	H	H
M9 UPPOPUMPPU	Huolto, mittaukset	1x vuodessa/1000h	H	H
HISSIN VUOTOVESIKAIVO	Tarkastus kk yhteydessä	Uusittava jos rikki		
M3 PÄÄÖLJYPUMPPU	Voiteluväli	2x vuodessa/1500h	H	H
M3 PÄÄÖLJYPUMPPU	Laakerinvaihto	Joka 8 vuosi	H	
M4 VARAÖLJYPUMPPU	Koekäyttö/Variventtiili <40Bar	2x vuodessa	T	T
M5 ILMAKOMPRESSORI	Huolto (ilm.suodatin, öl.vaihto)	1x vuodessa/300h	H	H
M5 ILMAKOMPRESSORI	Kiilahihna	Joka 10 vuosi/tarvittaessa	V	
M8 VARAILMAKOMPRESSORI	Huolto (ilm.suodatin, öl.vaihto)	Tarvittaessa		
LAMELLIKOMPRESSORI	Ilm.suod./öljyn vaihto	1x vuodessa/2000h	H	H

Turbiinin akselitiiviste

Tarkastus kerran vuodessa ja vaihto tarvittaessa. Akselitiiviste sijaitsee turbiinin puolella pääakselilla (kuva 1). Tiiviste jätetään aluksi niin löysälle, että se vuotaa runsaasti vettä. Muutaman tunnin ”sisäänajon” jälkeen tiivistettä kiristetään vähän kerrallaan tarkkaillen lämpötilaa. Vettä pitää aina vuotaa jonkin verran, jottei tiiviste palaisi. 27.3.2009 voimalaitoksella vaihdettu akselitiiviste mallia: Tasotiiviste (395 x 425 x 2) + 2 x 1830SSP/16mm + Vesirengas + 2 x 1400R/19mm. Kiristysvaraa jäi 45mm. Huomioita: Holkki oli kulunut melko paljon, tila poksien pohjalla ja painikkeen puolella n.17-19mm, alkuperäinen mitta 16mm. Kuvassa 13 on esitetty kuinka akselitiiviste kierretään vasten akselia.



Kuva 13 Turbiinin akselitiiviste.

D-Laakeri

D-laakerin öljynvaihto suoritetaan kerran vuodessa tai käyttötuntien mukaan 4000:n tunnin vaihtovälillä. Öljyn tilavuus noin 65 l ja öljy: D.T.E Oil Heavy Mobil. Pinnan tarkkailu joka käyntikerralla. Nykyinen laakeri on tarkastettu vuonna 2009 ja on melkein uudenveroinen. Toimitalon P-hallista löytyy varalaakeri ja sen käyttökunto on määritelty epäkeloiseksi, koska laakerin valkometallipinnat ovat huonosti kiinnittyneet.

Bowman lauhdutin

Samalla D-laakerin öljynvaihdon yhteydessä suoritetaan lauhduttimen (bowman) peittaus kerran vuodessa ja joka kolmas vuosi lauhdutin on pestävä. Tällöin vaihdetaan myös puhdas pillistö varastosta ja vanha pillistö puhdistetaan ja viedään takaisin varastoon. Lauhduttimelle olisi syytä tehdä piakkoin (2010) painekoestus, jolla varmistetaan lauhduttimen kunto. Varastosta löytyy koestusta varten koeponnistusputki ja päätylaipat. Koestus tilattava ulkopuoliselta yritykseltä, jolta löytyy asianmukainen laitteisto koestusta varten. Varastosta löytyy myös käyttövalmis bowman.



Kuva 14. Bowman lauhdutin