

Toni Lyytikäinen

SÄHKÖNJAKELUN ENNAKKOHUOLLOT

Huoltotöiden suunnittelu

Opinnäytetyö
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Syyskuu 2012




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		<p>Opinnäytetyön päivämäärä</p> <p>1.9.2012</p>
<p>Tekijä(t)</p> <p>Toni Lyytikäinen</p>		<p>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</p> <p>Sähkötekniikka</p>
<p>Nimeke</p> <p>Sähkönjakelun ennakkohuollot</p>		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön aiheena oli käydä läpi ja yhtenäistää UPM Energian vesivoimalaitoksien sähkönjakelun tarkastuspöytäkirjat ja täydentää Artturi, UPM Energian käytössä olevaa kunnossapitojärjestelmää nykyaikaan, jolloin suurin osa määräaikaishuoltoa vaativista kojeistoista ja laitteista olisi sähköisen ennakkohuoltorekisterin piirissä. Toinen työn tavoitteista oli sähkönjakelun huolto-ohjelman päivitys. Huolto-ohjeistukseen lisättiin uusia kappaleita ja käytiin läpi koko dokumentin tiedot ja niiden paikkansa pitävyydet.</p> <p>Työ koski kaikkiaan kuuden eri UPM:n vesivoimalaitoksen sähkönjakelujärjestelmää, keski- ja suurjännitekojeistoja, sekä niiden apulaitteiden huolto- ja tarkastustarvetta.</p> <p>Työstä noin puolet oli tietokoneella tapahtuvaa dokumenttien tutkimista ja työstämistä, ja toinen puoli kenttätutkimusta. Lisäksi tietoa löytyi ohjekirjoista, säädöksistä ja haastattelemalla.</p> <p>Työssä syntyneet dokumentit ovat nyt osa Energian jokapäiväistä kunnossapitoa, ja niiden ylläpitoa jatketaan sitä mukaa, kun laitekanta ja säännökset uudistuvat tulevaisuudessa.</p>		
<p>Asiasanat (avainsanat)</p> <p>Ennakkohuolto, Artturi, vesivoima, kunnossapitojärjestelmä</p>		
<p>Sivumäärä</p> <p>33</p>	<p>Kieli</p> <p>Suomi</p>	<p>URN</p>
<p>Huomautus (huomautukset liitteistä)</p>		
<p>Ohjaavan opettajan nimi</p> <p>Arto Kohvakka</p>		<p>Opinnäytetyön toimeksiantaja</p> <p>UPM-Kymmene Oyj, Energia</p>

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>	Date of the bachelor's thesis 1.9.2012	
Author(s) Toni Lyytikäinen	Degree programme and option Electrical engineering	
Name of the bachelor's thesis The pre-maintenance works of electricity distribution		
Abstract <p>The aim of this thesis was to build and standardize the inspection records of the electricity distribution of UPM's hydro-power plants records and complete Artturi, which is a program which is used in controlling pre-maintenance works at UPM Energy division. The goal is that all the pre-maintenance works are fed to Artturi so that it can be a tool for maintenance that helps workers in their daily work. The other main goal was to update the maintenance program of electricity distribution. New chapters were added and the whole document was checked for false information.</p> <p>About half of the work was done with the computer and the other half was field research. More information was found from the manuals, decrees and interviewing the other workers.</p> <p>The new documents which came on along with the work is used now as a part of the Energys everyday maintenance. The unkeep of the documents must be continued in the future while the devices and decrees are modernised.</p>		
Subject headings, (keywords) pre-maintenance, Artturi, hydro-power, maintenance system		
Pages 33	Language Finnish	URN
Remarks, notes on appendices		
Tutor Arto Kohvakka	Bachelor's thesis assigned by UPM-Kymmene Oyj, Energia	

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO.....	1
2 UPM KYMMENE KONSERNINA.....	1
2.1 UPM Energia.....	2
2.2 Vesivoiman tuotantolaitokset.....	3
3 VESIVOIMALAITOSTYYPIT	5
4 VERKON LAITTEISTOT	6
4.1 Katkaisijat	6
4.1.1 SF6 - katkaisijat	7
4.1.2 Tyhjökatkaisijat	7
4.2.3 Öljykatkaisijat.....	8
4.1.4 Paineilmakatkaisijat.....	8
4.1.5 Compass.....	10
4.1.6 GIS	10
4.2 Muuntajat	11
4.3 Erottimet.....	12
4.4 Releet.....	14
5 KUNNOSSAPITO	15
5.1 Määräysten edellyttämät tarkastukset ja huollot	15
5.2 Artturi	15
5.3 Artturin hyödyntäminen kunnossapidossa	17
5.4 Kunnossapidon ja laitteiston nykytila	18
5.5 Revisiot	19
5.6 Oma kunnossapito	20
5.7 Ennakkohuoltosuunnitelmat.....	20
5.8 Huollon merkitys ja kriittiset laitteet.....	21
5.9 Huoltohistorian dokumentointi	22
6 TYÖN TOTEUTUS	22
6.1 Työn aloitus.....	22
6.2 Tiedon kerääminen.....	23
6.3 Dokumenttien laadinta	24
6.4 Ennakkohuoltotöiden syöttö Artturiin.....	26
7 CASE.....	28
7.1 Tekniikka ja rakenne	28
7.2 Käyttö ja toiminta.....	28
7.3 Kunnossapito ja elinkaari	29
8. PÄÄTELMÄT	32

LIITTEET

Sähkönjakelun huolto-ohjelma, kappale 5

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä on tarkasteltu UPM Energian kunnossapitojärjestelmää, sen toiminnan tehostamista, laitteistokantaa sekä laitteiston teknisten tietojen ja huoltohistorian päivittämistä UPM:n kunnossapitojärjestelmään. Opinnäytetyössä on haluttu selvittää kuuden eri vesivoimalaitoksen keski- ja suurjännitelaitteiston nykykuntoa, huollon tarvetta sekä sen tiheyden määrittämistä. Työssä on kerätty myös tietoja määräaikaishuoltoa vaativista apulaitteista, kuten releistä. Saadut tiedot on tarkoitus täydentää tehtaan omaan kunnossapitojärjestelmään, jotta järjestelmästä saataisiin kattavasti irti kaikki sen tarjoamat ominaisuudet. Tiivistettynä voidaan todeta, että tavoitteena on ollut täydentää ja parantaa sähköistä kunnossapitojärjestelmää.

Työssä tarvittavaa tietoa on etsitty monen eri aikakauden paperisista sekä sähköisistä dokumenteista, internetistä ja kirjoista. Kaikkia tietoja ei näistä kuitenkaan löytynyt, vaan suuri osa laitteiden tiedoista täytyi etsiä kenttätyönä.

Itselläni on henkilökohtaisesti kokemusta vuodesta 1999 lähtien tehdyistä keski- ja suurjännitekojeistojen katkaisija-, erotin- ja muuntajahuolloista erilaisissa tehdas- ja voimalaitosympäristöissä. Kokemus on tuonut näkökulmaa laitteiden historiaa, kehitystä ja elinkaarta ajatellen, mikä osaltaan on auttanut oikean tiedon keräämisessä ja työn kulun hahmottamisessa.

2 UPM KYMMENE KONSERNINA

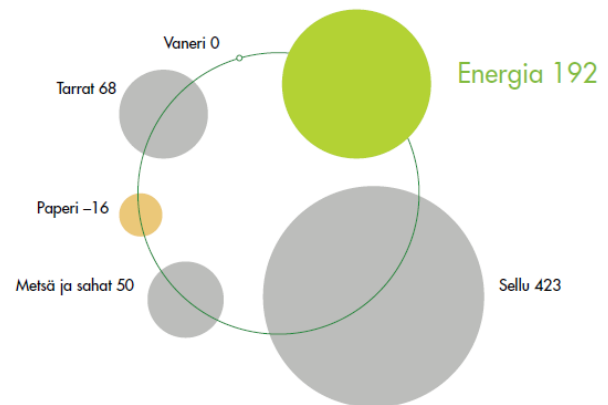
UPM-Kymmene on vuonna 1995 syntynyt monikansallinen yhtiö, jonka liikevaihto vuonna 2011 oli yli 10 miljardia euroa ja henkilöstöä 24000. UPM-Kymmene syntyi, kun UPM (United Paper Mills), Kymmene Oy ja Repola Oy yhdistyivät. Ensimmäiset konsernin laitokset käynnistyivät jo 1870-luvun lopulla, joten sillä on pitkät perinteet puunjalostuksessa. UPM:llä on tuotantoa 16 maassa, ja sillä on maailmanlaajuinen myyntiverkosto. UPM:n toimialat on jaettu teknisiin materiaaleihin, paperiin sekä energiaan ja selluun. Suurimmat markkina-alueet jakautuvat seuraavasti: Eurooppa 69%, Aasia 14% ja Pohjois-Amerikka 11%.

UPM yhdistää bio- ja metsäteollisuuden ja rakentaa uutta, kestäväää ja innovaatiove-toista tulevaisuutta. Perustan menestykselle muodostavat kustannusjohtajuus, muutos-valmius, sitoutuminen ja henkilöstön turvallisuus. Toiminta-ajatuksena on luoda arvoa uusiutuvista ja kierrätettävistä materiaaleista liiketoiminnoissa, jotka liittyvät kuitui-hin, energiaan ja teknisiin materiaaleihin. Uusina liiketoiminta-alueina ovat biopoltto-aineet, biokemikaalit ja biokomposiitit (UPM historia, UPM vuosikertomus 2011).

SÄHKÖNTUOTANTOKAPASITEETTI
OMISTA VOIMALAITOKSISTA JA
OSAKKUUDET

	Nimelliskapasiteetti, MW
Vesivoima	702
Ydinvoima	581
Lauhdevoima	431
Tuulivoima	2
Energialiiketoiminta-alue yhteensä	1 716
Tehtaiden lämmön ja sähkön yhteistuotanto ja vesivoima	1 561
UPM yhteensä	3 277

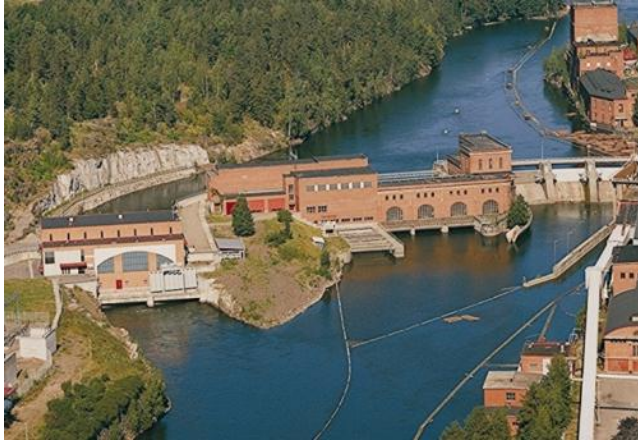
UPM:N LIIKEVOITTO 2011: 682 MILJ. EUROA
(ilman kertaluonteisia eriä)
Muu toiminta -35 milj. euroa



KUVA 1. UPM energiantuotannon kapasiteetti ja liikevoiton jakautuminen 2011

2.1 UPM Energia

UPM Energia tuottaa Suomessa vähäpäästöistä sähköä vesi-, ydin-, lauhde- ja tuuli-voimasta (kuva 1), jonka sähköntuotannon kokonaiskapasiteetti on 1716 MW. Vesivoimalaitoksia on yhteensä yhdeksän kappaletta, ja niiden yhteenlaskettu nimellinen teho on 236 MW ja vuosituotantokapasiteetti on keskimäärin 1028 GWh. Omien voimalaitoksien lisäksi Energialla on 44 % osuus Pohjolan Voima Oy:ssä ja 19 % osuus Kemijoki Oy:n vesivoimaosakkeista. Lisäksi UPM:llä on 581 MW osuus Olkiluoto 1- ja Olkiluoto 2 -ydinvoimalaitosyksiköiden tuotantokapasiteetistä. (UPM Vuosikertomus 2011.)



KUVA 2. Voikkaan vesivoimalaitos

2.2 Vesivoiman tuotantolaitokset

Kuusankosken, Voikkaan ja Keltin voimalaitokset sijaitsevat Kymenlaaksossa Kymi-joella (Kuva 3). Tässä opinnäytetyössä on tarkasteltu UPM:n vesivoimatuotannon suur- ja keskijännitelaitteistoja seuraavien vesivoimalaitosten osalta:

- Kuusankoski (Kuva 4)
 - rakennettu 1946, -49, -52 , peruskorjattu 1998-1999
 - maksiteho 39,4 MW
 - keskim. energian tuotto 180 GWh/a
- Voikkaa (Kuva 2)
 - rakennettu 1962 ja 1991
 - maksimiteho 30,6 MW (Voikkaa 1 ja 2 yht.)
 - keskim. energian tuotto 170 GWh/a (Voikkaa 1 ja 2 yht.)
- Keltti
 - rakennettu 1939–1940 , peruskorjattu 1995–1996
 - maksiteho 16,8 MW
 - keskim. energian tuotto 110 GWh/a
- Kaltimo
 - rakennettu 1958, peruskorjattu 2004–2005
 - maksiteho 24 MW
 - keskim. energian tuotto 155 GWh/a
- Kallioinen
 - rakennettu 1957, peruskorjattu 2001
 - maksiteho 12 MW

- keskim. energian tuotto 40 GWh/a
- Katerma
- rakennettu 1950, peruskorjattu 2001
- maksiteho 12 MW
- keskim. energian tuotto 37 GWh/a

Lisäksi UPM:ltä löytyy vesivoimatuotantoa seuraavilta paikkakunnilta:

- Sastamala
 - rakennettu 1920 ja 1995
 - maksimiteho 14,5 MW
 - keskim. energian tuotto 63 GWh/a
- Tyrvää
 - rakennettu 1950, peruskorjattu 2002–2003
 - maksimiteho 14 MW
 - keskim. energian tuotto 74 GWh/a
- Harjavalta
 - rakennettu 1939
 - maksimiteho 72 MW
 - keskim. energian tuotto 199 GWh/a

(Pielis-, Onto- ja Kajaaninjoen vesivoimalaitoksia 2003; Kymijoen vesivoimalaitoksia 2003.)



KUVA 3. Kymijoen voimalaitokset

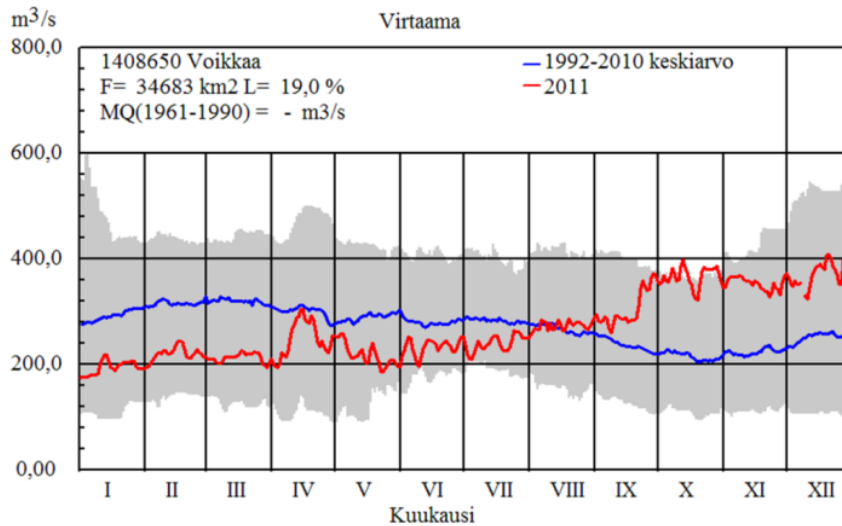


KUVA 4. Kuusankosken vesivoimalaitos

3 VESIVOIMALAITOSTYYPIT

Voimalaitokset voidaan jakaa luokkiin niiden putouskorkeuden mukaan. Eri luokkia ovat pien-, keski-, keskikorkea- ja korkeapainelaitokset. Putouskorkeus on suoraan verrannollinen paineeseen. Pienpainelaitokset on suunniteltu alle 10 metrin putouskorkeuksille, ja niissä käytetään putkiturbiinia, pysty-Kaplania tai pienimmissä laitoksissa Francis-turbiinia. Keskipainelaitoksien putouskorkeus on 10 – 40 metriä ja turbiinina pysty-Kaplan tai vaaka-akselinen Francis. Keskikorkeapainelaitoksissa käytetään myös Francis-turbiinia, alueen (40...400m) alarajalla myös diagonaaliturbiinia. Korkeapainelaitoksissa turbiinina on Pelton-turbiini, mutta Suomessa niitä ei ole käytössä suuren putouskorkeusvaatimuksen vuoksi. Korkeapainelaitoksen käyttämä korkeusero on 400 – 1800 m. (Vesivoimalaitokset 1981, 81 – 97.)

Kaikki UPM:n vesivoimalaitokset on rakennettu Kaplan-tyyppisillä turbiineilla. Kaplan-turbiini on yleisesti käytetty turbiinityyppi ja se soveltuu hyvin Suomen oloihin sen laajan soveltuvuusalueensa vuoksi. Voimalaitokseen hankittava turbiini valitaan putouskorkeuden, keskimääräisen virtaaman ja laitoksen käyttötarkoituksen perusteella. Kuvasta 5 nähdään, kuinka voimakkaasti esimerkiksi Kymijoen virtaama vaihtelee vuodenajan mukaan. Voimalaitoksien velvollisuuksiin kuuluu seurata virtaavien vesistöjen pinnakorkeuksia, jotta ne pysyvät lupaehtojen mukaisissa arvoissa. Voimalaitosta käytettäessä turbiinin johtopyörien asentoa muuttamalla virtausta nostetaan ja laskeetaan tarpeen mukaan, joka vaikuttaa suoraan laitoksesta saatavaan tehoon. Turbiinin juoksupyörän siipien kulmia säädetään, jotta saadaan paras mahdollinen hyötysuhde juoksutettavasta vesimäärästä. Tätä toimintoa kutsutaan kombinoinniksi. (Vesivoimalaitokset 1981, 81 – 97.)



KUVA 5. Kymijoen virtaama Voikkaalla

4 VERKON LAITTEISTOT

Tässä kappaleessa käydään läpi laitteistoja, joilla sähkö siirretään kuluttajien käyttöön, ja sitä, kuinka se muutetaan sopivaan muotoon ja kuinka sähköverkko ja sen laitteistot suojataan. Katkaisijat-osiossa on eri katkaisijatyyppeiden lisäksi esitelty Energian käytössä olevia nykyaikaisia SF₆-sovelluksia.

4.1 Katkaisijat

Sähköntuotannon ja siirron olennaisia komponentteja ovat katkaisijat. Katkaisija on laite, jolla avataan ja suljetaan virtapiirejä. Yhdistettynä releeseen katkaisija toimii verkkoa suojaavana laitteena, joka estää ja rajoittaa vikatilanteiden seurauksia. Energian tuotannon ollessa kyseessä ovat käytössä olevat virrat ja jännitteet hyvin suuria, jolloin on myös katkaisijoiden oltava tehokkaita ja toimintavarmoja.

Katkaisijatyypeissä on satunnainen otos keski- ja suurjännitekatkaisijoista, niiden eris-teaineiden mukaan lajiteltuna. Katkaisijoita on valmistettu vuosikymmeniä eri maissa ja eri valmistajien taholta, joten eri katkaisijoiden kirjo on valtava. Tässä kappaleessa käydään läpi kunkin tyyppin perustiedot.

Katkaisijoiden lisäksi on esitelty kahta erilaista kojeistotyyppiä, jotka ovat kokonaisuuksia, eivätkä pelkästään katkaisijoita. Energialla on käytössä tämäntyyppisiä kojeistoja, joten näidenkin toimintaa on hyvä ymmärtää.

4.1.1 SF₆ - katkaisijat

SF₆-katkaisijoita on käytetty yleisesti jo vuosikymmeniä keski- ja suurjännitekatkaisijoina. SF₆ eli rikkiheksafluoridi on yksi raskaimpia kaasuja, ja se soveltuu hyvien eristeominaisuuksiensa vuoksi hyvin katkaisijoihin. SF₆-kaasuun sekoitetaan tarvittaessa CF₄-kaasua eli tetrafluorimetaania SF₆:n sekaan, jolloin syntyvä seoskaasu kestää erittäin kylmiä lämpötiloja. Ilman seoskaasun kylmänkesto-ominaisuutta SF₆-kaasu voi alhaisissa lämpötiloissa nesteytyä ja muuttua sähköä johtavaksi. Kaasun nesteytyminen suurjännitelaitteistossa olisi vaarallista ja aiheuttaisi hyvin suurella todennäköisyydellä läpilyönnin.

SF₆-kaasun käytölle on nykyään keksitty monenlaisia sovelluksia, kuten edellä mainitut GIS- ja Compass -kojeistot, jotka sisältävät paljon muitakin kaasueristeisiä osia kuin itse katkaisukammion.

4.1.2 Tyhjökatkaisijat

Tyhjökatkaisijat (kuva 6) ovat rakenteeltaan hyvin pitkälle samanlaisia kuin SF₆-katkaisijat. Ohjain, koko ja ulkomuoto ovat samankaltaiset, mutta SF₆-kaasutäytteisten patruunoiden tilalla on tyhjöpatruunat. Tyhjöpatruunat on nimensä veroisesti imetty tyhjiöksi, jolloin valokaaren aiheuttavia varauksenkuljettajia ei ole tai niitä on hyvin vähän. Tyhjökatkaisijat ovat vallanneet markkinoita SF₆-katkaisijoilta keskijännitekojeistojen uusinnoissa.



KUVA 6. Siemensin tyhjäkatkaisija

4.2.3 Öljykatkaisijat

Öljykatkaisijat on aikanaan jaettu kahteen eri ryhmään, paljoöljy- ja vähäöljykatkaisijoihin. Paljoöljykatkaisijoita ei ole valmistettu vuosikymmeniin, ja niitä kohtaa todella harvoin nykypäivän kojeistoissa, joten niitä ei ole käsitelty sen tarkemmin tässä kappaleessa. Vähäöljykatkaisijat syrjäyttivät paljoöljykatkaisijat 60-luvulla, ja niitä on vielä käytössä erittäin laajalti keski- ja suurjänniteverkostoissa, voimalaitoksissa ja tehtaissa.

Vähäöljykatkaisijan toiminta perustuu öljyn höyrystyessä syntyvään paineeseen ja paineen vaikutuksesta syntyvään virtaukseen. Öljykammiot on muotoiltu siten, että syntyvä öljyvirtaus kohdistuu avauksessa muodostuvaan valokaareen. Vähäöljykatkaisija on toiminnaltaan melko varma. Suurimpana ongelmana on huollon puutteesta johtuvat öljyvuodot, jotka vaarantavat laitteen katkaisukyvyyn öljyntason laskiessa liian alhaiselle tasolle. Nykyään öljykatkaisijoita ei enää valmisteta, vaan ne ovat korvautuneet SF₆- ja tyhjäkatkaisijoilla.

4.1.4 Paineilmakatkaisijat

Ilmaväliin perustuvissa katkaisijoissa ryhmittely on myös tehty kahteen alalajiin, paineilma- ja ilmakatkaisijoihin. Ilmakatkaisijoita käytetään lähinnä pienjännitekojeistoissa, joten niitä ei oteta huomioon tässä esittelyssä.

Paineilmakatkaisijoita (kuva 7) valmistettiin 1940–1980 -lukujen välissä ja myös niitä on vielä runsaasti käytössä, lähinnä keskijännitekojeistoissa. Paineilmakatkaisija on määrääajoin huollettuna ja oikeanlaisessa ympäristössä pidettynä varma ja katkaisukyvyltään tehokas katkaisija. Niiden mallisto on aikanaan ollut laaja ja niiden fyysiset koot vaihtelevat paljon.

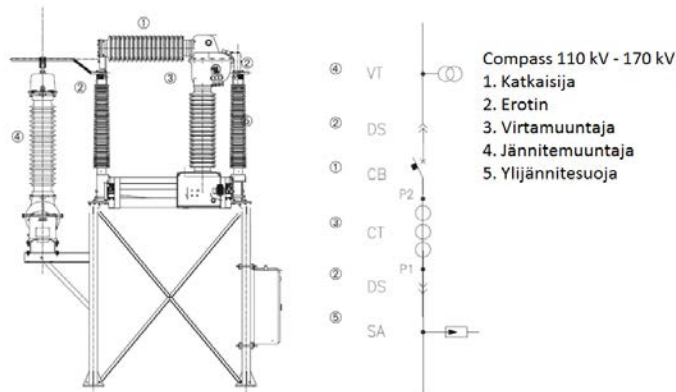
Paineilmakatkaisijan toiminta perustuu kahteen erotustapahtumaan: pääkoskettimiin ja veitsikoskettimiin. Katkaisijan monimutkainen ohjainlaite on toteutettu antamaan paineilmasykykset eri pilarien vaiheisiin siten, että kammioiden sisällä olevat pääkoskettimet avautuvat ensiksi ottaen valokaaren vastaan. Voimakas ilmavirta puhaltaa valokaaren sammuksiin ja tällä välin kammioiden ulkopuolella sijaitsevat veitsikoskettimet avautuvat muodostaen riittävän erotusvälin. Vähäjännitekatkaisijoiden tavoin myös paineilmakatkaisijoiden valmistus on lopetettu ja ajan myötä ne korvataan uudemmalla tekniikalla.



KUVA 7. BBC:n valmistama paineilmakatkaisija

4.1.5 Compass

Compass on ABB:n toimittama 110 kV:n katkaisijatyyppe, jossa on yhdistetty katkaisija, erotin ja virtamuuntaja samaan SF₆ -osastoon. Compass soveltuu sekä sisä- että ulkokäyttöön. Kuvassa 8 ja 9 on kuvattuna kahta eri mallista Compass-katkaisijaa.

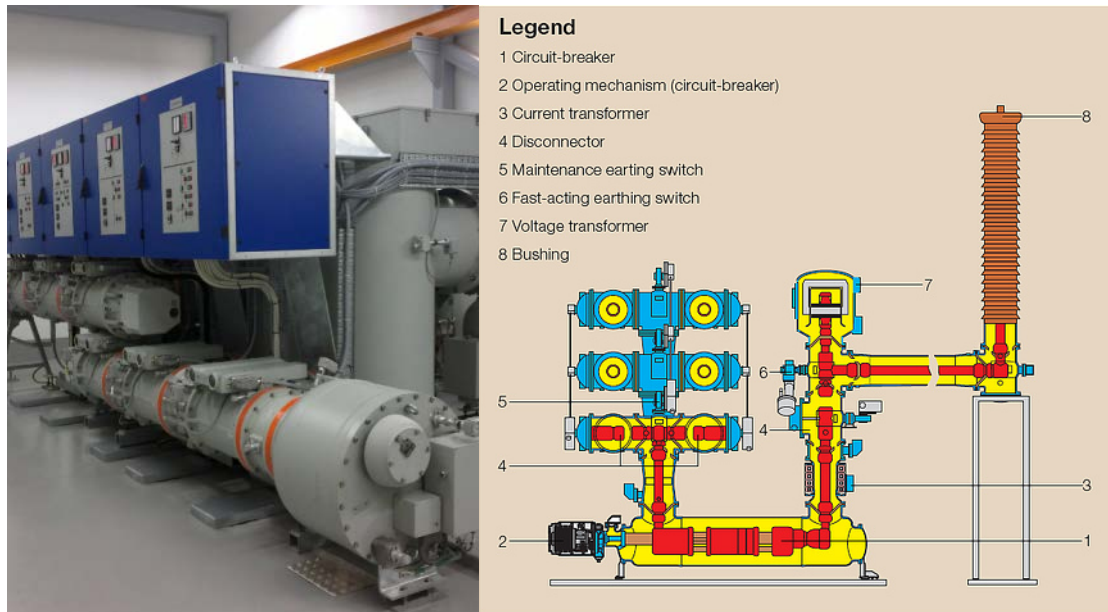


KUVA 8. Compass-katkaisija

KUVA 9. Compass-I-katkaisija

4.1.6 GIS

GIS eli Gas Insulated Switchgear on erittäin kompaktiin kokoon pakattu SF₆ täytteenen kojeisto (kuva 10). Kojeeisto sisältää katkaisijan, erottimen, virta- ja jännitemuuntajan, maadoituserottimen (kuva 11). Kaikki jännitteiset osat on rakennettu kaasukammioiden sisälle, joiden paine vaihtelee jännitteisten osien etäisyyden mukaan. GIS-kojeisto on lähes huoltovapaa ja pitkäikäinen, mikä tekee siitä varteenotettavan vaihtoehdon kojeistojen uusintaa suunniteltaessa. Kuusankosken 110 kV sähköasema on GIS -tekniikalla toteutettu sähköasema.



KUVA 10. Kuusanniemen GIS kojeisto KUVA 11. ELK-3 leikkauskuva

4.2 Muuntajat

Sähkönjakelussa muuntajia käytetään muuttamaan jännite sopivaksi kuhunkin tarkoitukseen. Muuntajat luokitellaan rakenteeltaan kahteen luokkaan, öljy- ja kuivamuuntajiin. Öljymuuntaja (kuva 13) on nimensä mukaisesti öljyeristeinen ja öljyjäähdytteinen. Yksinkertaisen ja suhteellisen edullisen rakenteensa vuoksi öljymuuntajat ovat hyvin yleisiä. Toinen muuntajatyyppe on kuivamuuntaja (kuva 12), jossa eristeenä käytetään valuhartsia, ja se on ilmajäähdytteinen. Kuivamuuntajat ovat öljyeristeisiä kalliimpia, joten niitä käytetään yleensä vain tilanteissa, joissa öljyeristeisen muuntajan käyttö ei ole mahdollista, esim. palovaarallisissa tiloissa. Vesivoimalaitoksilla kuivamuuntajia käytetään turvaamaan ekologinen ympäristö. Mahdollinen öljymuuntajasta aiheutuva vuoto ja sen johtuminen jokeen ei olisi suotavaa ympäristön kannalta.

Tehomuuntajat voidaan jakaa kahteen eri luokkaan myös käytön perusteella; jakelu- eli pientehomuuntajiin ja suurtehomuuntajiin. Suurtehomuuntajilla tarkoitetaan sähkönjakeluverkon suuria muuntajia, jotka muuntavat jännitteen korkeaksi siirtoa varten, tällaisia on esimerkiksi pitkien siirtolinjojen kummassakin päässä. Jännite nostetaan korkeaksi, jotta sähkölinjaan käytettävän johdinmateriaalin määrä saadaan järkevämmälle tasolle. Jännitteen nostoa käytetään siirtämään voimalaitoksessa tuotettu teho pitkiä matkoja ilman suuria häviöitä ja kustannuksia.

Jakelumuuntajia käytetään alentamaan jännitettä portaittain niin, että sähkö jakautuu sopivin asteittain eri käyttökohteisiin oikeilla jännitteillä. Jakelumuuntajaksi määritellään muuntaja, jonka ensiöjännite on korkeintaan 72,5 kV.

Jokainen voimalaitos tarvitsee oman päämuuntamon, joten Energiolla on käytössään useita päämuuntajia. Generaattorin tuottama 10 kV jännite muunnetaan päämuuntajilla kantaverkkoon sopivaksi 110 kV jännitteeksi. Päämuuntajat ovat laitoksen tuottavuuden kannalta kriittisiä laitteita, ja siitä syystä niiden kuntoa ja toimintaa tarkkailaan muita muuntajia tiheämmin. Jakelumuuntajiksi luokiteltavia omakäyttömuuntamoita on voimalaitoksilla yleensä kaksi kappaletta, joista vain yksi on kerrallaan käytössä. Toisen muuntajan vikaantuessa otetaan käyttöön varalla oleva muuntaja. Tällä tavoin on haluttu parantaa laitoksen käyttövarmuutta.



KUVA 12. Kuivamuuntaja



KUVA 13. Öljymuuntaja

4.3 Erottimet

Erottimen tehtävänä on muodostaa turvallinen avausväli virtapiiriin ja erotettavan kohteen välille. Avausvälillä luodaan jännitteetön tila turvallista työskentelyä, esim. huoltoa varten. Erottimen avausvälin on oltava luotettava, ja sen on oltava näkyvä tai erotin on varustettava luotettavalla mekaanisella avausvälillä. Turvallisen avausvälin luomisen lisäksi erottimia käytetään ohituserottimina, maadoituksiin ja katkaisijan tapaan kuorman katkaisussa.

Erotintyyppejä on monia, ja ne on luokiteltu rakenteen ja toimintatapansa perusteella. Tyypillisimmät erotintyyppit ovat veitsi-, kierto- ja tartuntaerottimet. Veitsierotinta (kuva 15) käytetään pääasiassa keskijännitekojeistojen ja linjojen erottimena. Voimalinjassa oleva erotin on yleensä kuormaerotin, jonka tehtävänä on luotettavan avausvälin lisäksi katkaista melko suuriakin kuormitusvirtoja. Tällöin erottimen rakenne on vahvempi ja toimintanopeus suurempi. Kierto- ja tartuntaerottimia käytetään yleisimmin ulkokentillä 110 kV ja sitä suurempien jännitetasojen yhteydessä. Kiertoerotin (kuva 14) on hyvin yleisesti käytössä oleva erotintyyppi, ja sitä on käytössä myös UPM:n sähköasemilla.

Tartuntaerotinta tarvitsee rakenteensa vuoksi vain vähän sivuttaistilaa ja soveltuu siksi sekä sisä- että ulkokäyttöön. Tartuntaerotinta käytetään erityisesti maadoitus- ja kiskoerottimena.

Erottimen ohjausvoimana käytetään sähkömoottoreita, paineilmaa sekä käsikäyttöä. Myös erottimen ohjaustavat ovat hyvin moninaiset ja riippuvat lähinnä totutuista rutiineista. Monet erottimet ovat ohjattavissa käsikäytöllä (veivillä), paikallisohjauksella sähköisesti tai kaukokäytöllä.

Keskijännitekojeistoissa on normaalien erottimien lisäksi käytössä runsaasti vaunukatkaisijoita, jolloin puhutaan Duplex-järjestelmästä. Vaunun ulosvetäminen muodostaa luotettavan ja näkyvän erotusvälin virtatiehen. Tällöin erillisiä erottimia ei tarvita ollenkaan.

Erottimet ovat hyvin toimintavarmoja laitteita, mutta silti ne tulee huoltaa määrääjoin, jotta ne toimivat varmasti tarvittaessa. Huoltotoimenpiteet ovat lähinnä ohjaimien toiminnan tarkastamista, rasvausta ja tiivisteiden vaihtoa (paineilmaohjaimet). Olosuhteista ja käytöstä riippuen erottimien kärkiin kertyy likaa ja hapettumaa, joka aiheuttaa liitokseen ylimenovastusta. Liian suuri ylimenovastus kuumentaa liitosta ja voi jopa sulattaa erottimen eristeitä. Suurjännite-erottimissa joudutaan toisinaan myös säätämään veitsien korkoja ja kosketuspintoja (Elovaara & Haarla 2011, 190 – 196.)



KUVA 14. 110 kV kiertoerotin



KUVA 15. 20 kV veitsierotin

4.4 Releet

Relesuojauksen tarkoitus on poistaa verkoston vikaantunut osa käytöstä nopeasti ja luotettavasti. Suojauksella siis minimoidaan haittoja ja vaaroja sähkönkäyttäjille.

Ensimmäiset rakennetut releet ovat sähkömekaanisia (kuva 17) releitä, ja niiden toiminta perustuu esimerkiksi virran kasvun aiheuttamaan magneettikentän kasvuun, joka aiheuttaa laukaisun. 1960-luvulla tulivat käyttöön elektroniset releet, jotka oli toteutettu puolijohdekomponenteilla ja mikropiireillä. Elektronisissa releissä on monipuolisemmat suojaustoiminnot, ja ne ovat paljon tarkempia kuin sähkömekaaniset releet. Suurin ero on kuitenkin esimerkiksi ylivirrasta johtuvan laukaisun palautusajkaan, joka sähkömekaanisella releellä voi olla hyvinkin pitkä, useita minuutteja. Elektronisten releiden haittapuolena on komponenttien vanheneminen ja herkkyys ylijännitteille. (Elovaara & Haarla 2011, 335-345.)

1980-luvun lopulla käyttöön tulivat digitaaliset releet (kuva 16), joiden suojaustoiminnot olivat asetteluineen taas edellisiä reletyyppejä huomattavasti monipuolisemmat. Digitaaliset releet toimivat prosessoreilla, ja näin ollen ne ovat erittäin nopeita. (Elovaara & Haarla 2011, 335-345.)

Suojareleet havahtuvat, toimivat ja palautuvat tarkkailemiensa suureiden muutosten perusteella. Kun releen tarkkailema suure sivuuttaa asetellun toiminta-arvon, rele ha-

vahtuu. Jos rele on havahtuneena riittävän kauan, antaa se laukaisukäskyn katkaisijalle. Suojareleet ovat säädettäviä ja niiden reagointia eri suureisiin voidaan säätää hyvin laajasti (Elovaara & Haarla 2011, 335-345.)



KUVA 16. Nykyaikainen digitaalirele KUVA 17. Sähkömekaanisia releitä

5 KUNNOSSAPITO

5.1 Määräysten edellyttämät tarkastukset ja huollot

Kauppa- ja teollisuusministeriö toteaa kolmannen luvun 10 - 13 momentissa, että sähkölaitteiston haltijan on huolehdittava laitteiston kunnosta ja turvallisuudesta ja siinä havaitut puutteet on poistettava riittävän nopeasti. Sähkölaitteet on jaettu kolmeen luokkaan niiden vaarallisuuden perusteella. 11. momentin mukaan luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistoille on laadittava sähköturvallisuutta ylläpitävä kunnossapito-ohjelma. Vesivoimalaitoksilla käytettävät suurjännitelaitteistojen pääjännitetasot ovat 10,5 ja 110 kV, jotka kuuluvat luokkaan 2c ja 3c (Ktmp 5.7.1996/517).

5.2 Artturi

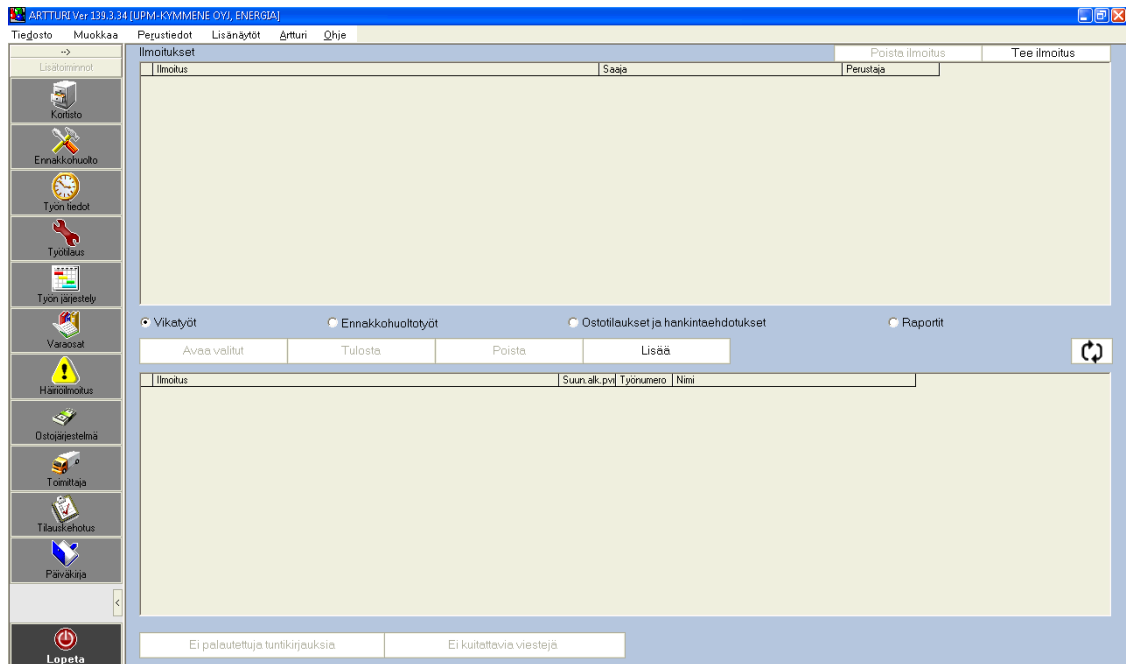
Artturi on UPM:n käyttämä tietokantapohjainen kunnossapitojärjestelmä, jonka kautta voidaan ylläpitää mm. kunnossapitokortistoa- ja päiväkirjaa, varastokirjanpitoa, ostojärjestelmää, häiriöilmoituksia ja ennakkohuoltoja. Artturiin voidaan myös liittää liite-

tiedostoja, jotka helpottavat töiden suunnittelua ja niiden etenemisen seuranta. Artturi vaatii toimiakseen oman käyttäjätunnuksen ja salasanan, jonka jälkeen toimintoja voi seurata sekä muokata.

Opinnäytetyön ennakkohuoltoihin liittyvästä aiheesta johtuen seuraavassa esittelyssä keskitytään vain Artturin ennakkohuollot-osioon.

Artturiin syötettävät tiedot lajitellaan työn lajin mukaan. Töiden tietojen tarkka kuvailu on kannattavaa, koska jokaisella eri kriteerillä voi suorittaa töiden hakuja. Esimerkiksi valitsemalla valikosta kohdan ”kunnonvalvonta” saadaan listattua kaikkia kunnonvalvonnan alaiset työt. Alla on listattuna valikosta löytyvät eri työlajit.

- häiriökorjaus mekaaninen
- häiriökorjaus sähkö
- kuntoon perustuva suunniteltu korjaus
- jaksotettu kunnossapito eli ennakkohuolto
- kunnonvalvonta
- parantava kunnossapito
- kunnostaminen
- tuotantoa tukeva työ
- pientyöt
- investoinnit
- osien valmistus ja kokoonpano
- johtaminen.



KUVA 18. Artturin päänäkymä

5.3 Artturin hyödyntäminen kunnossapidossa

Tämän opinnäytetyön yksi perusajatuksista oli saada Artturi toimimaan siten, että se ilmoittaisi tulevista määräaikaishuolloista ja niiden sisältämistä toimenpiteistä kunkin laitteelle suunnitellun ja vaaditun huolto- ja tarkastusvälin ajanjaksolla. Jotta ohjelma ilmoittaisi suunnitelluista töistä, täytyy työ olla syötettynä sinne. Artturin ennakkohuoltoilmoitustoiminto on jo käytössä, ja sitä noudatetaan voimalaitoksen päivittäisessä huoltorytmissä pysymisessä. Sähköjaketun osalta töitä vielä puuttui, ja näihin puutteisiin on pureuduttu pohdittaessa, mitä töitä ohjelmaan tulee vielä syöttää.

Artturin toimintaa voidaan ajatella muistilistana, josta katsotaan tulevat työt ohjeineen ja noudatetaan sen ilmoittamaa sykliä. Työt haetaan joka voimalaitoksen tunnuksella erikseen ja ohjelma listaa kyseisellä viikolla tehtäväksi suunnitellut työt (taulukko 1). Työt tehdään ohjelmaan syötetyn tärkeysjärjestyksen mukaisessa järjestyksessä ja kuitataan tehdyksi, kun ne ovat valmiit. Mikäli tehty ennakkohuoltotyö aiheuttaa jatkotoimenpiteitä, ilmoitetaan siitä käyttömestarille, joka perustaa jatkotoimenpiteen mukaisen korjaustyön Artturiin. Jos havaittu vika tai puute on jo korjattu, voidaan uusi työ kuitata tehdyksi. Tehdystä työstä jää tällöin sähköinen dokumentti Artturiin, ja se säilyy kyseisen kohteen tiedoissa myöhempää tarkastelua varten.

TAULUKKO 1. Artturin ennakkohuoltotyöt

Ennakkohuoltotöiden haku										
Hae	Panuhaku	Valitse	Tyhjää	Reportit	Kuittaa	Sulje	Resurssi			
Mjöhässä	Tyyppi	Ohjaustapa	Työnro	Työn nimi	Kohde	Panu	Tila	Edellinen suoritus	Seuraava suoritus	
●	E	K	212389	NOSTURIEN JA NOSTOAPUVÄLINEIDEN	3342		ALOITETTU	29.06.2011	12.08.2012	
●	E	K	283774	PAINELAITTEIDEN LAKIMÄÄRÄINEN	36536122		ALOITETTU	10.12.2008	29.01.2012	
●	E	K	183833	SOKKELOVESISUODATTIMEN TARKASTUS	33536418	33537104	ALOITETTU	13.07.2012	19.08.2012	
●	E	K	288920	KÄYTÖNJOHTAJAN TARKASTUSKIERROS	3632		ALOITETTU	23.02.2012	14.05.2012	
●	E	K	288919	KÄYTÖNJOHTAJAN TARKASTUSKIERROS	3332		ALOITETTU	23.02.2012	14.05.2012	
●	E	K	283834	PAINELAITTEIDEN LAKIMÄÄRÄINEN	36536113		ALOITETTU	10.12.2008	29.01.2012	
●	E	K	252893	CO2-LAITTEISTON	33548200	33547204	ALOITETTU		26.10.2008	
●	E	K	183721	VALAISTUS VUOSIHUOLTO	3337		ALOITETTU	09.08.2011	12.08.2012	
●	E	K	225515	TYÖPARIN TURVALLISUUSKIERROS	33		ALOITETTU	23.02.2012	15.05.2012	
●	E	K	288963	PALOTARKASTUS	33		ALOITETTU	21.06.2011	18.06.2012	
●	E	K	185364	PAINELAITTEIDEN LAKIMÄÄRÄINEN	36536123		ALOITETTU		15.01.2012	
●	E	K	183706	VALAISTUS VUOSIHUOLTO	3637		ALOITETTU	09.08.2011	12.08.2012	
●	E	K	283831	PAINELAITTEIDEN LAKIMÄÄRÄINEN	36536112		ALOITETTU	15.04.2009	22.01.2012	
●	E	K	283820	PAINELAITTEIDEN LAKIMÄÄRÄINEN	36536123		ALOITETTU	10.12.2008	08.01.2012	
●	E	K	288964	PALOTARKASTUS	36		ALOITETTU	21.06.2011	18.06.2012	
●	E	K	288966	VVL2 VARAVALAISTUKSEN TESTAUS	3637		ALOITETTU	25.04.2012	23.07.2012	
●	E	K	212390	NOSTURIEN JA NOSTOAPUVÄLINEIDEN	3642		ALOITETTU	29.06.2011	12.08.2012	
●	E	K	184900	PAINELAITTEIDEN LAKIMÄÄRÄINEN	36536112		ALOITETTU		15.01.2012	
●	E	K	283770	PAINELAITTEIDEN LAKIMÄÄRÄINEN	36536124		ALOITETTU	10.12.2008	08.01.2012	

Avatusta ennakkohuoltotyöstä (kuva 20) katsotaan tarvittava tieto työn tekemistä varten ja työn valmistuttua merkitään työ kuitatuksi, siihen käytetty työaika ja mahdolliset huomautukset. Ohjelma laskee kuittauksen jälkeen automaattisesti seuraavan tarkastusajankohdan tai noudattaa sille annettua kiinteää tarkastusaikataulua.

Tyyppi	E	Työnnumero	283834	Tärkeys	A B C
* Työn nimi	PAINELAITTEIDEN LAKIMÄÄRÄINEN TARKASTUS 4V			* Ohjaustapa	Kalenteri Mittari
Vetäjä	IITTIHE	Tila	6	ALOITETTU	
* Huoltoryhmä	KSNK	KYMIJOEN VOIMALAITOKSET			
Työlaji	2.2	JAKSOTETTU KUNNOSSAPITO			
* Kohde	L	36536113	TURPIINI 1 PAINEAKKU 2 A72194		
Panu					

Toimenpide		Kuvaus	Työtunnit
Kohteen osa		KÄYTTÖTARKASTUS+ ULTRAÄÄNITARKASTUS	
Perustaja		1. SISÄPUOLINEN TARKASTUS -LAITTEEN EROTTAMINEN JA PAINEETTOMAKSI TEKEMINEN	
Muuttaja	ARTTURI	2. KÄYTTÖTARKASTUS -ULTRAÄÄNITARKASTUS YLÄ- JA ALAPÄÄTY -TYYPPIVAROENTTIILIN POS. 36V/3136, DN 15, PN 160 KOEPONNISTUS (AV.PAINE 159/162 BAR, SULK.PAINE 148 BAR) -SÄÄTÖ-ÖLJYPUMPPUJEN VAROENTTIILIEN	
Järjestysnumero			
Toimittaja			

KUVA 20. Avattu ennakkohuoltotyö

5.4 Kunnossapidon ja laitteiston nykytila

Voimalaitosten laitteistot ovat osittain äskettäin uusittuja ja säännöllisesti huollettuja, joten sekä mekaaniset että sähköiset laitteet ovat pääosin hyvässä kunnossa. Laitekantaa tarkkaillaan jatkuvasti, ja siitä tehdään raportteja joiden perusteella kuntoa seurataan. Vesivoimalaitokset ovat ympäristönä pölyttömiä ja siistimpiä paikkoja, verrattuna voimaloihin, joissa kuljetetaan kiinteää polttoainetta ympäriinsä. Tällaisissa laitoksissa turve, pöly, hake ja erilaiset jätteet kulkeutuvat herkästi kaikkialle koneisiin estäen jäähdytyksen ja voitelun. Siisteys, sähkönjakelun koneiden harva käyttö ja tarkastukset varmistavat laitteille pitkää käyttöikää ja tasaisen varman toiminnan.

Kaikille laitteille harvatoimisuus ei kuitenkaan välttämättä ole hyväksi, vaan ne voivat jumiutua käyttämättömyydestä. Esimerkiksi joidenkin katkaisijamallien ohjaimet jumiutuvat pitkän käyttämättömyyden vuoksi, silti verrattuna kovaan käyttöön tasaisen harva käyttö aiheuttaa vähemmän ongelmia yleisesti.

5.5 Revisiot

UPM:n vesivoimalaitosten laitteistokantaan on panostettu viimeisen vuosikymmenen aikana voimakkaasti. 2000-luvulla on uusittu Kallioisen, Katerman, Kaltimon, Tyrvään ja Keltin voimalaitokset. Peruskorjauksissa on käyty läpi lähes kokonaisuudessaan sähkönjakelun ja automaation (kuva 22 ja 23) laitteet sekä turbiinit ja generaattorit. Peruskorjaukset ovat suuria investointeja, mutta välttämättömiä jo vuosikymmeniä toiminnassa olleille laitoksille. Peruskorjauksilla pyritään varmistamaan sähköntuotannon mahdollisimman häiriötön käynti ja toimintavarmuus. Uuden ohjaustekniikan myötä myös laitosten tehoa on saatu nostettua.

Uusinnat suunnitellaan laitoskohtaisesti ja voivat kestää laitoksen koosta riippuen viikoista jopa pariin vuoteen. Alla on listattuna pääkohtia toimenpiteistä, joita uusinnat voivat esimerkiksi sisältää:

- generaattorin staattorin levypakan ja käämityksen uusinta
- roottorin napojen uudelleeneristys
- roottorin rungon pesu
- magnetoinnin uusinta (harjallinen, harjaton tai pyörivä)
- laakeripintojen uusinta
- voitelujärjestelmän uusinta (jäähdytysjärjestelmä, pumput, tankki)
- mittausanturien uusinta

- sammutusjärjestelmän poisto
- laitos- ja koneautomaation uusinta
- 400 V, 10 kV ja 110 kV järjestelmien uusinta (katkaisijat, erottimet, virta- ja jännitemuuntajat, ylijännitesuojat).



KUVA 22. Vanhoja laitoskäyttöjä KUVA 23. Uusia automaatioasennuksia

5.6 Oma kunnossapito

Energialla on oma kunnossapitoyksikkö, joka hoitaa päivittäiset laitosten ja koneiden valvonnat, tarkastukset, vikatilanteet ja perushuollot. Vesivoimalaitoksen toiminnan luonteen vuoksi suurta määrää omaa huoltohenkilökuntaa ei ole tarvetta eikä järkevää pitää. Laitteet saattavat pyöriä pitkiäkin aikoja ilman pysäytystä, eikä käynnin aikana pysty tekemään kovinkaan suuria toimenpiteitä. Pidempien käyttökatkojen aikaiset remontit ovat yleensä laitteistojen uusintaan tai peruskorjaukseen liittyviä ja ne on joka tapauksessa tilattava ulkopuoliselta toimittajalta.

5.7 Ennakkohuoltosuunnitelmat

Energian ennakkohuoltosuunnitelman muodostavat yhdessä sähkönjakelun huolto-ohjelma ja sen perusteella ennakkohuoltotöitä ylläpitävään Artturi-ohjelmaan syötetyt

työmääräykset. Ennakkohuoltosuunnitelmaa tehdessä päätetään yhdessä linjatulla tavalla ja käytössä olevien tietojen perusteella huoltosuunnitelman toimenpiteet, tiheys ja niiden tekijä, eli käytetäänkö omaa kunnossapitoa vai ulkopuolista palvelua.

5.8 Huollon merkitys ja kriittiset laitteet

Huollon merkitys on olennaista haluttaessa riittävää käyttövarmuutta laitteille ja sähköntuotannolle. Syötettäessä sähköä suoraan käyttökohteeseen tai valtakunnan verkkoon on laitteistojen toimittava ehdottoman varmasti, jotta ei-toivottuja käyttökatkoja ei pääse syntymään. Huoltokustannukset ovat pieni huoli verrattuna pitkään käyttökatkoon, joka aiheutuu esim. muuntajan huoltamattomuuden aiheuttamaan pitkään, kenties viikkojen pituiseen käyttökatkoon.

Pitkän aikavälin kunnossapidon tavoitteena on pitää verkoston eri komponentit toimintakuntoisina siten, että verkoston kokonaiskustannukset (investoinnit, keskeytykset, käyttö ja kunnossapito) minimoituvat pitkällä aikavälillä. Kunnossapito jaetaan ehkäisevään ja korjaavaan kunnossapitoon tai kuntotilan seurantaan perustuvaan kunnossapitoon. Sähköisten ja mekaanisten laitteiden suuresta määrästä johtuen energialla tehdään paljon sekä aikaperusteista että seurantaan perustuvaa.

Enemmän käyttövarmuuteen vaikuttavilla laitteille tehdään mittaukset ja tarkastukset määräajoin. Näin varmistetaan, että laitteisto ei heikkene tietämättä. Myös tässä työssä yhtenä pääaiheena olleet laitteistojen tietokantojen ylläpitäminen ja päivittäminen helpottavat tehtävää. Ehkäisevää kunnossapitoa ei kuitenkaan kannata viedä liian pitkälle, sillä se voi lisätä kokonaiskustannuksia. Kaikki ulkopuolisten suorittamat tarkastukset on osattava jaksottaa oikein, jotta kustannustehokkuus säilyy.



KUVA 24. Siistinä pidetty generaattorihalli

5.9 Huoltohistorian dokumentointi

Huolto- ja tarkastushistoriatietojen säilyttäminen on olennaista seurattaessa laitteiston kuntoa. Historiatiedoista nähdään menneiden aikojen tiedot, kuten eristettyjen laitteiden kaasujen paineet, öljyn määrät ja se, mitä laatua on käytetty ja onko jokin laite alkanut vuotamaan jossain vaiheessa ja minkälaisissa käyttölämpötiloissa laitteet ovat toimineet. Huoltohistoria toimii todistusaineistona, jolla osoitetaan, että seuranta on tehty ja todettu kaiken olevan kunnossa tai vaihtoehtoisesti on todettu, että laitteessa on vikaa. Puutteen tai vian huomioimisen jälkeen dokumenttiin tehdään merkintä, josta ilmenee, kuka havainnon on tehnyt, mitä tarkalleen on havaittu ja millaisiin toimenpiteisiin ryhdytään.

Ohjeet ja tarkastuslomakkeet löytyvät sähköisessä muodossa Artturista, josta ne tulostetaan paperiseen versioon otettavaksi mukaan tarkastuskierroksille. Käsillä täytetyt dokumentit ovat yhtä käteviä ja paikkansa pitäviä kuin sähköisetkin ja löytyvät tarvittaessa huoltotöiden kansioista tietojen tarkastamista varten.

6 TYÖN TOTEUTUS

6.1 Työn aloitus

Opinnäytetyön alussa pidettiin kokouksia, joissa kartoitettiin UPM Energian tarpeet eli työn tavoitteet. Työlle määriteltiin tietyt aihealueet ja painopisteet, joihin työssä keskityttäisiin. Työn pääkohtien ollessa selvillä oli helpompaa hahmottaa työn kulkua ja lähtöpistettä eli minkälaisia tietoja ja taitoja tulisin tarvitsemaan tulevassa urakassa. Työn alussa vietin paljon aikaa lähellä sijaitsevilla vesivoimalaitoksilla ja tutustuin yleisesti vesivoimalaitoksen toimintaan ja rakenteeseen. Olin toki aikaisemminkin käynyt vesivoimalaitoksilla, mutta en ollut tutustunut niiden toimintaan ja laitteistoihin juurikaan. Pitkän linjan laitospäälliköt ja osaavat mestarit neuvoivat ja esittelivät laitoksia aina tilaisuuden tullen. Laitoksien toiminnan oppiminen ja tunteminen oli tärkeää paitsi tulevan opinnäytetyön sekä käyttömestarin kesäloman tuurauksen vuoksi.

Samalla kun aloitin työt ja laitoksiin tutustumisen, aloin myös etsiä dokumentaatiota tulevia ohjeita varten. Keski- ja suurjännitekojeistojen ennakkohuoltosuunnitelmaa ja tarkastustaulukoita luodessa on tiedettävä, millaisia ohjeita valmistaja on antanut liitteen huoltoon. Vanhimmat kartoituksen piiriin kuuluvat laitteet ovat 80-luvulta, ja näiden huolto-ohjeiden löytäminen ei ollut yksiselitteistä. Vanhoista arkistoista kuitenkin löytyi lähes kaikki aikoinaan laitteiden hankinnan yhteydessä saadut dokumentit. Jotkin ohjeista olivat puutteellisia, eikä niistä löytynyt haluttuja tietoja. Koska vanhojen dokumenttien etsiminen muualta kuin UPM:n omista arkistoista on hyvin vaikeaa, tietoja kysyttiin myös huoltohenkilöstöltä.

6.2 Tiedon kerääminen

Laitekantatietojen kerääminen yhtenäiseen selkeään taulukkoon helpottaa huollon ja korjaustarpeen arviointia. Kaikkia UPM Energian sähkölaitteita ei tässä työssä pyritty listaamaan, vaan ainoastaan huoltoa vaativat keski- ja suurjännitelaitteet sekä niihin liittyvät releet. Ensisijainen tavoite oli kerätä listaan sähkökentän tai kojeiston sijaintitunnus, laitetunnus, laitteen tarkka merkki ja malli. Tällainen lista auttaa tilaajaa ja toimittajaa arvioimaan paremmin huollon aiheuttamaa keskeytysaikaa, kustannuksia ja huollossa tarvittavia varaosia. Laitekantatietojen kerääminen oli käytännössä kenttätöitä, jossa kirjattiin ylös kunkin kohteen sijainti (sähkötilan nro.), toimilaite, tyyppi ja mahdollisesti siihen liittyvä rele.

Sähkönjakelun määräaikaistarkastustaulukoiden päivittämistä varten kerätty tieto nojautui osittain vanhoihin tarkastusdokumentteihin, joita siis oli monenlaisia. Näiden tietoja yhdistämällä ja siihen lisättynä yhteisissä keskusteluissa esiin tulleet ja sovitut seikat sain koottua varsin kattavan tarkastustaulukon (taulukko 2). Lopuksi kävin tarkastuspöytäkirjan kanssa läpi tarkastettavat kohteet ja varmistin tunnuksien sekä tietty itse tarkastuskohtien paikkansapitävyyden.

TAULUKKO 2. Lista sähköverkon laitteista

KUUSANKOSKI			
110 kV 61A			
Sijainti	Toimilaite ja tunnus	Tyyppi	
61A01 Keltti	Katkaisija ja erotin	GIS SF6	
61A02 Päämuuntaja 31PT2	Katkaisija ja erotin	GIS SF6	
61A03 Pitkittäiskatkaisija	Katkaisija ja erotin	GIS SF6	
61A04 Päämuuntaja 61A04	Katkaisija ja erotin	GIS SF6	
61A05 Kuusanniemi	Katkaisija ja erotin	GIS SF6	
10 kV 31ST01			
Sijainti	Toimilaite ja tunnus	Tyyppi	Rele
31C101 MH Päämuuntaja 1	Katkaisija	HPA 12/2550C MH	
31C102 Kaapelikennno	Katkaisija		
31C103 Päämuuntaja 2	Katkaisija	HPA 12/2550C MH	
31C104 Kuu Voimalaitos 3 kV	Katkaisija	HPA 12/1250C MH	SPAJ 141C
31C105 Kiskokatkaisija	Katkaisija	HPA 12/2550C MH	SPAJ 131C
31C106 Generaattori 3	Katkaisija	HPA 12/1250C MH	
31C107 Kloori 3	Katkaisija	HPA 12/2050C MH	SPAJ 131C / SPAS120C
31C108 Omakäyttömuuntaja 1	Katkaisija	HPA 12/1250C MH	SPAS 141C
31C109 Kymi 1	Katkaisija	HPA 12/1250C MH	SPAS 348C
31C110 generaattori 2	Katkaisija	HPA 12/1250C MH	
31C111 56T1 Koskela	Katkaisija	HPA 12/1250C MH	VAMP 255
31C112 Generaattori 1	Katkaisija	HPA 12/1250C MH	
31C113 Kisko 1	Katkaisija	Mittaus	SPAU 330CI
31C114MH Vesilaitos 1T17	Katkaisija	HPA 12/1250C MH	SPAJ 131 / SPAS 120C
Kisko 2			
31C201			SPAS 348C
31C207 Kloorioksidi 6T1	Katkaisija	HPA 12/1250C MH	SPAS 131C / SPAS 120C
31C209 Raakavesilaitos 2C	Katkaisija	HPA 12/1250C MH	SPAS 348C
31C211 Omakäyttömuuntaja 2	Katkaisija	HPA 12/1250C MH	SPAS 141C
31C212	Katkaisija		
31C213 Kisko 2	Katkaisija	Mittaus	SPAU 330 CI

6.3 Dokumenttien laadinta

Artturiin syötettävien ennakkohuoltotoihin on mahdollista liittää liitetiedostoja, jotka voivat olla esim. työhön liittyviä lisäohjeita tai tarkastuspöytäkirjoja (taulukko 3). Kaikkiin perustamiini ennakkohuoltotoihin ei liitteitä tarvinnut, mutta joihinkin ne tulivat erittäin tarpeeseen. Sähköisessä muodossa olevien liitetiedostojen etuna on, että ne on helppo löytää ohjelmasta ja niiden muokkaaminen muutosten tullen on helppoa. Ongelmana oli, että liitetiedostoiksi tarvittavia dokumentteja ei ollut olemassa, vaan ne täytyi tehdä ja sehän oli yksi tämän opinnäytetyön tavoitteistakin. Osa dokumenteista löytyi ainoastaan paperiversioina ja osa oli sähköisessä muodossa, mutta toimivat lähinnä pohjana uuden dokumentin luomiselle. Kaikki huolto-ohjeet täytyi käydä sisällöllisesti läpi ja kirjoittaa tietokoneella puhtaaksi.

Huolto-ohjeisiin ja tarkastuspöytäkirjoihin tarvittavan materiaalin tiedon keruu muodostui sähkökuvien tutkimisesta, itse kohteista kerättävän tiedon keräämisestä ja asentajien ja muiden mestarien haastattelemisesta.

TAULUKKO 3. Osa sähkönjakelun määräaikaistarkastuspöytäkirjaa

287	KYTKINLAITOSTILA	10kV					
288					Ku	V	Ko
289	Piirustukset ja kaaviot	- arkistossa					
290	Varoituskilvet ja ohjeet						
291	Erikoistyökälu- ja avaimet						
292	Katkaisijan siirtovaunu 1 kpl						
293	Tilojen lukitus						
294	Kytkinlaitostilan yleisjärjestys- ja säästeys						
295	Valaistuksen kokeilu						
296	Alkusammutuskalusto ja ohjeet						
297							
298							
299	10kV KATKAISIJAKENNOT						
300	32C1K01 - K07						
301	Katkaisijoiden, erottimien, mittamuuntajien, kiskostojen,						
302	eristimien ja kaapelipäätteiden yleistarkastus						
303					Ku	V	Ko
304	Asennonosoittimien asennotiedot						
305	Releindikointien kuittaus						
306	Ohjaustaulun valintakytkimien asennot						
307	Katkaisijoiden kaasupaine (SF ₆ -ALARM)						
308							
309							
310	Katkaisijan toimintalukulaiteen lukema						
311		32CK02					
312	Generaattori 1	32CK03					
313	Generaattori 2	32CK04					
314	Generaattori 3	32CK05					
315							

6.4 Ennakkohuoltotöiden syöttö Artturiin

Jotta ennakkohuoltoilmoitukset ilmestyisivät ajallaan Artturiin, täytyy työt ensiksi syöttää ohjelmaan. Työn tietojen syöttäminen ohjelmaan aloitetaan valitsemalla ohjelmasta oikea toiminto, eli ennakkohuolto-välilehti (KUVA 25, kohta 1).

Kuvan 25 kohdan 2 alueille syötetään työn perustiedot, joita ovat:

- tyyppi (ennakkohuoltotyö, kalibrointi tai reittityö)
- työn nimi
- vetäjä (vastuuhenkilön nimikirjaimet)
- työlaji (ennakoiva kunnossapito, kunnonvalvonta, osien valmistus jne.)
- kohde (laitekortti, ATK-kortti, sähkökortti jne.)
 - kohteen numero muodostuu numeroidun hierarkian alavalikoista
- panu (paikkanumero).

Kuvan 25 kohtaan 3 lisätään työhön liittyviä lisätietoja, tarkennuksia työn suorittamisesta ja työhön tarvittavista välineistä.

Ennakkohuoltotöiden syöttö tietokantaan, eli Artturiin, ei ollut erityisen vaikeaa, vaikka se itselleni täysin uusi ohjelma olikin ja vaati muutamien niksiä ymmärtämistä toimiakseen oikein.

KUVA 25. Artturin valikkonäkymä ennakkohuollot -välilehdessä

Taulukossa 4 on esitetty lista, johon on listattu Artturiin syötettyjä sähköjakelun ja sen piiriin kuuluvia ennakkohuoltotöitä. Uusia ennakkohuoltotöitä muodostaessa on hyvä pitää listaa suunnitelluista, tehdyistä ja tekemättömistä töistä, jotta niitä ei tarvitse erikseen etsiä tietokannasta ja varmistaa missä kohtaa projekti on menossa. Oman työn lisäksi lista auttaa myös tulevaisuudessa työn jatkajaa, jotta hän tietää, minkälaisia töitä ohjelma jo sisältää eikä ennakkohuoltoilmoitusten päällekkäisyyksiä pääse syntymään.

TAULUKKO 4. Lista Artturiin syötettävistä ennakkohuoltotöistä

Ennakkohuoltotietojen syöttö artturiin				
Toiminto	Sijainti	Aikaväli [a]	Aloitusaikajako [vk]	Kohdenumero
Omat tarkastukset				
110 kV kentän tarkastus	Voikkaa	1	16	63627300
	Kuusankoski			
	Keltti			
	Kuusanniemi			
10 kV kojeiston ja sähkötilojen tarkastus	Voikkaa			
	Kuusankoski			
	Keltti			
	Kuusanniemi			
Muutajataarkastukset / öljynäytteiden otot	Voikkaa			
	Kuusankoski			
	Keltti			
	Kuusanniemi			
Ulkopuolisten suorittamat tarkastukset ja huollot				
Relekoestukset	Voikkaa	3	21	63
	Kuusankoski	3	21	61
	Keltti	3	21	64
	Kuusanniemi	3	21	62
Katkaisija- ja erotinhuollot	Voikkaa			
	Kuusankoski			
	Keltti			
	Kuusanniemi			
Muuntajahuollot	Voikkaa			
	Kuusankoski			
	Keltti			
	Kuusanniemi			
Lämpökuvaukset	Voikkaa			
	Kuusankoski			
	Keltti			
110 kV kentän kojekaappien lämmityksen tarkastus	Voikkaa			
	Kuusankoski			
	Keltti			
	Kuusanniemi	1	38	62627300

7 CASE

Case-tapauksessa on otettu vertailtavaksi rakenteen, käytön ja huollon näkökulmasta uusi ja vanha keskijännitekojeisto. Vertailussa on 60-luvulla valmistunut Voikkaan vesivoimalaitoksen 20 kV kojeisto sekä Keltin vesivoimalaitoksen vuonna 2008 valmistunut 10 kV kojeisto.

7.1 Tekniikka ja rakenne

Voikkaan 20 kV katkaisijat edustavat paineilmakäyttöisten katkaisijoiden ja erottimien aikakautta. BBC:n toimittamat kojeiston katkaisijat ja erottimet toimivat 15 barin paineilmalla ja tarvitsevat tästä syystä apulaitteekseen paineilmakeskuksen, joka sijaitsee kerrosta alempana. Paineilmaa tuotetaan pienituottoisilla korkeapainekompressoreilla, jotka varastoivat energiaa säiliöihin 30 barin paineella. Paineenalennusventtiilin avulla paine lasketaan 15 bariin ja johdetaan käyttölaitteille. Järjestelmä on aikanaan toteutettu näin, jotta on saatu varastoitua enemmän energiaa laitteiden käyttöön mahdollisen omakäytösähkön katkeamisen varalta. Yhtä katkaisijaa varten on rakennettu n. 2 m leveä ja 5 m korkea kennotila (kuva 27), mukaan lukien yläpuolella sijaitseva kokoojakisko. Hieman ahtaampaan tilaankin olisi mahdollista kasata tämä kokonaisuus, mutta aikanaan on rakennettu väljästi ja tässä kohtaa on kenties ajateltu asiaa huoltotoimintojen kannalta.

Keltin 10 kV kojeisto on Vaasa Engineering Oy:n (VEO) vuonna 2008 toimittama tyhjökatkaisijoita sisältävä duplex-kojeisto (kuva 28 ja 29). Katkaisijat käyttövoimana on sähkö, joka virittää ohjaimen sisällä olevan jousen ja samalla varastoi siihen energiaa mahdollisen sähkökatkon varalta. Duplex-kojeistossa erotinlaitetta ei ole erikseen, vaan luotettavana erotusvälinä pidetään katkaisijan ottamista ulos kennosta. Nykyaikainen tyhjökatkaisija johdotuksineen mahtuu n. 1 metrin levyiseen ja 2 metriä korkeaan tilaan, eli huomattavasti pienempään kuin edeltäjänsä.

7.2 Käyttö ja toiminta

Katkaisijoita voidaan ohjata joko suoraan katkaisijan ohjaimesta, takapuolella sijaitsevasta käyttöpaneelistä (kuva 26) tai valvomosta käsin. Tässä kohtaa mikään siis ei ole

muuttunut 50 vuodessa. Katkaisijoiden ohjaustapa vaihtelee paikasta ja totutuista tavoista riippuen. Turvallisin tapa on ohjata toimilaitteita etäkäytöllä, jolloin käyttöhenkilöstö ei ole vaarassa kytkentilassa ja samalla tulee myös testattua etäkäytön toimivuus. Etäkäyttö on aina sähköistä ohjaamista ja tällöin myös sähköiset suojaukset ovat käytössä katkaisijoita ohjattaessa. Sähköiset suojaukset on suunniteltu estämään tietyt virhekytkennät, esim. generaattorikatkaisijan kytkemisen tahdistamattomana verkkoon.

20 kV paineilmakatkaisijat ovat kenties äänekkäimpiä suomessa esiintyviä katkaisijoita, 20 millisekunnissa laukeavan katkaisijan ympärilleen vapauttama ilmamäärä päästää ympärilleen valtavan pamauksen, joka kuuluu helposti kaksi kerrosta alempana sijaitsevaan valvomoon.

Tyhjökatkaisijoiden ohjaustapa on aivan samanlainen kuin vanhoissakin laitteistoissa, ainoastaan vanhan ajan laitteista löytyvä käyttöpaneeli on kadonnut nykymalleista ja sen tilalla laitetta voidaan ohjata sähköisesti releen kautta.

Kohteiden suojauksessa käytettävien releiden osalta sen sijaan on tapahtunut huima muutos 50 vuoden aikana. Voikkaan vanhassa voimalaitoksessa on käytössä BBC:n valmistamat mekaaniset releet, jotka pystyvät ainoastaan yhteen suojaustoimintoon relettä kohti. Jos siis haluaa suojata kohteen esimerkiksi sekä ylivirralla että alijännitteeltä, tarvitsee siihen kaksi eri relettä. Keltin uusitussa voimalaitoksessa on käytössä Vaasa Engineeringin valmistamat digitaaliset monitoimireleet, jotka on varustettu kunnonvalvonnalla ja eri mittauksilla. Kaikki kojeistoihin uudisasennettavat releet ovat nykyään tällaisia monitoimireleitä.

7.3 Kunnossapito ja elinkaari

Vanha 20 kV kojeisto sijaitsee ympäristöltään kuivassa ja lämpimässä tilassa, niin kuin kaikkien sähkölaitteiden tulisi sijaita. Suotuisan ympäristön ja jaksotetun kunnossapidon ansiosta kojeisto paineilmalaitteineen on erittäin hyvässä kunnossa moneen vastaavaan verrattuna. Vuoden 2012 lopulla kojeisto kuitenkin tulee elinkaarensa päähän ja puretaan pois. Tilalle ei tule vastaavaa, koska 20 kV käyttöjännite poistuu kokonaan käytöstä. Aikaisemmin samassa sähkötilassa sijaitisi myös 3 kV paineilma-kojeisto, mutta se on jo purettu pois aikaisemmin. Tilalle rakennettava 10 kV SF6-

kojeisto korvaa hyvin palvelleet vanhat sähkönsyötön laitteistot ja näin alkaa uuden laitteiston elinkaari.

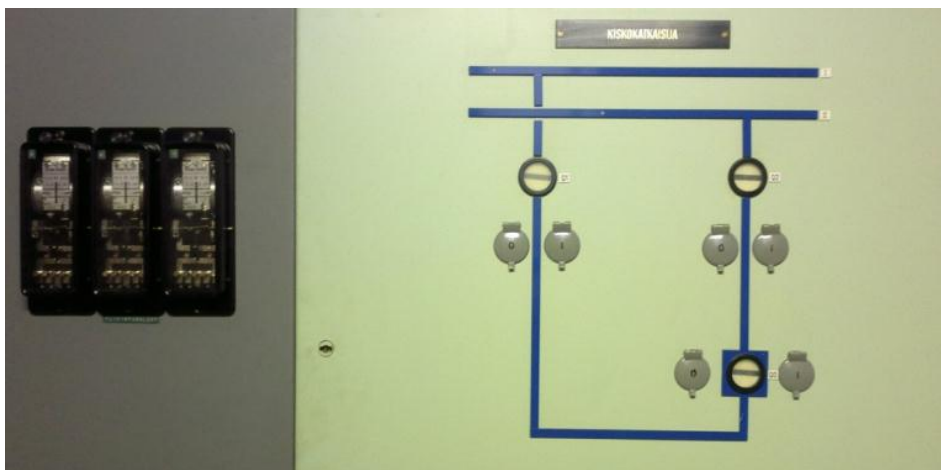
Siistissä ja kuivassa ympäristössä sijainneet harvakseltaan käyttökertoja keränneet muuntaja- ja generaattorikatkaisijat tarvitsevat perusteellista huoltoa n. 10 vuoden välein. Paineilma- ja tyhjökatkaisijat tarvitsevat huoltoa suunnilleen samalla tiheydellä. Paineilmakojeiston tilalle rakennettavan uuden SF6-kojeiston uudet SF6-katkaisijat tarvitsevat tarkastuksia huomattavasti tiheämmin johtuen kaasusta ja sen määrän tarkkailusta. Katkaisijat on varustettu kaasunpaineen valvonnalla, mutta mittauslaitteetkin voivat vikaantua. Kaasunpaineen seuranta on sisällytetty sähkönjakelun vuosittaiseen määräaikaistarkastukseen.

Vanhojen ja uusien kojeistojen kunnossapitokustannusten vertailu on hankalaa. Huoltovälit laitteille ovat yhtä pitkiä, ja käyttövarmuuskin on vanhan kojeiston osalta ollut erinomainen. BBC:n DB-paineilmakatkaisijan huolto kestää huomattavasti kauemmin kuin uusien katkaisijamallien, mutta toisaalta suhteellisen uusiinkin katkaisijoihin vaihdetaan herkästi hyvinkin kalliita osia, jotka voivat kompensoida kustannuseron. Paineilmakäyttöiset katkaisijat tarvitsevat toimiakseen paineilmayksikön, joka sisältää kompressorit, paineilmasäiliöt, paineenalentimet ja tietenkin putkistot. Jos paineilmalaitteisto alkaa vuotaa, lisää se kompressorien käyntiaikaa, niiden kulumista ja tietenkin huoltotarvetta, joka taas johtaa kasvaviin kustannuksiin.

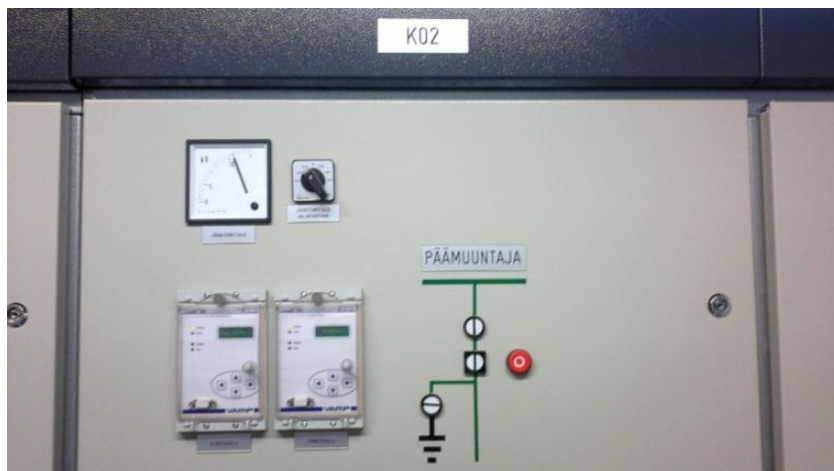
Pitkällä tähtäimellä laitteistojen uusinta on jossain vaiheessa tarpeellista, joten tapauskohtaisesti on tehtävä edellä mainittujen kriteerien perusteella tehtävä päätös, milloin ja missä tilanteessa ollaan valmiita tekemään tarvittavat investoinnit.



KUVA 26. BBC paineilmakeijoston kenno jossa katkaisija ja erotin



KUVA 27. Kennon ”takapuoli”, jossa releistys ja ohjauspainikkeet



KUVA 28. VEO-kennon ohjauspaneeli ja digitaaliset releet



KUVA 29. Nykyaikainen kojeisto, jossa 10 kV tyhjökatkaisijat

8. PÄÄTELMÄT

Tämän päättötyön aihe oli minulle aiheena antoisa, ja vaikka olinkin jo aikaisemmin käynyt vesivoimalaitoksilla, antoi tämä työ aivan uuden näkökulman siihen, mitä kaikkea vesivoimalaitoksen käyttöön ja kunnossapitoon kuuluu. Ennen kuin pääsin opinnäytetyön aiheeseen ja sen kirjoittamiseen kunnolla käsiksi, täytyi ymmärtää kokonaisuutena laitoksen käyttö, eri huoltokohteet, ja se, millä perusteella huollot ja tarkastukset tehdään tiettyyn aikaan vuodesta. Esimerkiksi monet huolloista ajoitetaan talven ajalle, jolloin veden virtaamat ovat pienempiä ja tuotanto vähäisempää.

Lähes päivittäin olin jollain tavalla seuraamassa laitosten käyttöä yhdessä laitosmiesten sekä käynnissäpitomestari Pekka Kärkkäisen ja Harri Torniaisen kanssa, jotka opastivat ja vastasivat esittämiini kysymyksiin. Työssä tuli nähtyä hallittuja laitosten alas- ja ylösajoja, automaatioon ja generaattorien käyttöön liittyviä ongelmatilanteiden ratkaisuja sekä kytkentätilanteita, jotka jokainen tavallaan auttoi saamaan omaa työtä eteenpäin.

Opinnäytetyön aikana kävin läpi Artturia ja perustin sinne uusia ennakkohuoltotöitä ja varmistin, ettei töiden päällekkäisyyksiä pääse syntymään. Opastavien liitetiedostojen ja tarkastuspohjien tekeminen ja päivittäminen oli toisinaan melko hidasta, mutta haasteista selvittiin ja dokumentit tulivat valmiiksi. Energialle saatiin valmiiksi säh-

könjakelun ennakkohuoltosuunnitelma, määräaikaistarkastustaulukot ja laitoksien sähkönjakelun laitteistokanta saatiin kirjattua suurjännitekomponenttien osalta.

Tulevaisuudessa sähköiset järjestelmät ovat pysyvä osa tehtaiden ja voimalaitosten käynnin ja kunnon seurannan arkipäivää, joten vaikka järjestelmiä ja ohjeita saatiinkin näiltä osin parannettua, tarvitsevat järjestelmät silti jatkuvaa ylläpitoa ja päivittämistä.

LÄHTEET

1. Compass-katkaisijan esite. WWW-dokumentti.
<http://www05.abb.com/global/scot/scot245.nsf/veritydisplay/4c6f0ffe2d1d03dce125797a0051612a/> Luettu 22.8.12
[http://www05.abb.com/global/scot/scot245.nsf/veritydisplay/f07c78c343fa2398c125785d0050c5db/\\$file/BR_COMPASS\(EN\)B_2GJA708397-1102.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot245.nsf/veritydisplay/f07c78c343fa2398c125785d0050c5db/$file/BR_COMPASS(EN)B_2GJA708397-1102.pdf)
(Luettu 30.5.2012)
2. Erkki Lakervi ja Jarmo Partanen. Sähkönjakelutekniikka. Helsinki Otatiето 2008.
3. Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus. Vesivoimalaitokset 1981.
4. Jarmo Elovaara, Liisa Haarla. Sähköverkot 2. Verkon suunnittelu, järjestelmät ja laitteet. Helsinki Otatiето 2011.
5. Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 5.7.1996/517
6. Kuva 1. UPM vuosikertomus 2011.
7. Kuva 5. Kymijoen virtaama.
<http://wwwi3.ymparisto.fi/i3/kktiedote/fin/2011/virtaama/KAS.htm> Kopioitu 11.6
8. Kymijoen vesivoimalaitoksia 20.05.03.ppt
9. Pielis-, Onto- ja Kajaaninjoen vesivoimalaitoksia 20.05.03-.ppt
10. UPM historiaa. WWW-dokumentti.
<http://www.upm.com/FI/UPM/UPM-Lyhyesti/Historia/Pages/default.aspx>
Luettu 11.6.2012
11. UPM vuosikertomus 2011. Intranet-dokumentti.

5 KOJEISTOHUOLLOT- JA TARKASTUKSET

5.1 110kV suurjännitekenttien vuositarkastukset

Tarkastus tehdään vuoden välein yhdessä kojeistoon kytkettyjen muuntajien (kts kohta 3) kanssa. Tarkastuksesta täytetään vuositarkastuslomake, josta ilmenee tarkastettavat kohteet. Lomakkeet säilytetään alueen ennakkohuoltomapsissa. Artturista tulee määräajoin ilmoitus, kun tarkastus on ajankohtainen. Ennakkohuoltoilmoituksen liitteisiin on liitetty tarkastuslomakepohja, josta sen voi tulostaa tarkastusta varten.

5.2 10 kV keskijännitekojeistojen vuositarkastukset

Tarkastus tehdään vuoden välein yhdessä kojeistoon kytkettyjen muuntajien (kts kohta 3) kanssa. Tarkastuksesta täytetään vuositarkastuslomake, josta ilmenee tarkastettavat kohteet. Lomakkeet säilytetään alueen ennakkohuoltomapsissa. Artturista tulee määräajoin ilmoitus, kun tarkastus on ajankohtainen. Ennakkohuoltoilmoituksen liitteisiin on liitetty tarkastuslomakepohja, josta sen voi tulostaa tarkastusta varten.

5.3 Pienjännitekojeistojen vuositarkastus

Pienjännitekojeistot tarkastetaan vuoden välein. Tarkastuksesta täytetään vuositarkastuslomake, josta ilmenee tarkastettavat kohteet. Lomakkeet säilytetään alueen ennakkohuoltomapsissa. Artturista tulee määräajoin ilmoitus, kun tarkastus on ajankohtainen. Ennakkohuoltoilmoituksen liitteisiin on liitetty tarkastuslomakepohja, josta sen voi tulostaa tarkastusta varten.

5.4 110 kV Kenttähuollot

Sähkönjakelukenttien huollot suorittaa ulkopuolinen kunnossapitoyritys ja ne tehdään 8-10 vuoden välein.

Sähkönjakelukentät tarkastetaan vuosittain ja niistä täytetään pöytäkirja. Havaitut viat ja puutteet korjataan välittömästi. Alla listattuna vuositarkastuksen tarkastuskohtia.

Tarkastuskohteet:

Johdotukset

- riviliittimet
- yleistarkastus
- merkinnät
- liitosten kireys

Virta- ja jännitemuuntajat

- typen paineiden seuranta

- SF6-paineiden seuranta
- öljyn pinnan korkeuden seuranta
- puhdistus (huollossa)

Katkaisijat

- voitelu
- tyypin paineet
- SF6-paineet
- öljyn pinnan korkeuden seuranta
- toimintakokeet ja aikojen mittaukset (huollossa)
- ylimenovastusmittaukset (huollossa)
- puhdistus (huollossa)

Maadoitukset

- liitokset
- yleistarkastus

Erotin

- toimintakoe käsi- ja sähkökäytöllä, verryttely

Kenttä

- yleinen siisteys
- "Huollettu" -tarran kiinnitys
- rikkakasvien torjunta (toukokuu)
- metallirakenteiden pinnoitusten kunto

Kokoojakiskosto ja tukieristimet

- Tarkastus (halkeamat)
- Puhdistus

5.5 10 kV Katkaisijahuollot

Oman kunnossapidon tarkastukset

- tarkastusväli 1 vuosi
- tarkastuksesta tehdään pöytäkirja, joka laitetaan käytön johtajan mappiin

Huoltoliikkeen huollot

- huoltoväli 5 – 10 vuotta
- huoltoliikkeen huoltoraportit laitetaan käytön johtajan mappiin
- huollettuihin laitteisiin laitetaan huoltotarra

Tehokatkaisijoille tehdään perushuolto katkaisijan valmistajan ohjeiden mukaan (max. 10v välein). Jos katsotaan, että katkaisijan ominaisuuksiin nähden käyttö on ollut vähäistä, voidaan kevyempi huolto tehdä kahdesti peräkkäin. Tästä on laitettava maininta huollettu-tarraan. Huolletut kohteet varustetaan huoltotarralla, johon on merkitty huoltaja ja päivämäärä.

TYHJÖKATKAISIJAT

Yleiset tarkastuskohteet

- eristinosat (läpilyönnit, murtumat)
- sokat ym. irtonaiset osat kennossa (selvitettävä mistä peräisin)
- koskettimet (kosketinvarsien kiinnitys --> tarkastetaan etteivät heilu)
- suojien toiminta
- ohjauskaapelien liitännät ja merkinnät

Mallikohtaiset valmistajan ilmoittamat huoltovälit ja tarkastuskohdat

VEO UCB

2 vuoden välein suoritettavat toimenpiteet (huoltoliike tai oma kunnossapito)

- Katkaisijat, joille toimintoja tulee harvoin tai eivät toimi koskaan, tulee verryttellä 2 vuoden välein. Verryttelyn yhteydessä katkaisijaa ohjataan AUKI ja KIINNI useamman kerran. Verryttely on mahdollista suorittaa esimerkiksi katkaisijavaunun ollessa erotusasennossa ja toimilaitteen valitsimen ollessa erotus-/testusasennossa. Tällöin ohjausjännite on kytkettynä ja katkaisijan sähköinen ohjaus on mahdollista.

5 vuoden tai 5000 toiminnon välein suoritettavat toimenpiteet (huoltoliike)

- Tarkastaa kosketinjousien puristuma
- Tarkastaa koskettimen liikematka
- Tarkastaa silmämääräisesti pultti, sokka yms. liitokset
- Todeta hätälaukaisun toiminta
- Todeta eristeosien puhtaus
- Vaihtaa auki- ja kiinnimagneettien vetosilmukat
- Liikkuvien osien voitelu

SF6-KATKAISIJAT

Yleiset tarkastuskohteet

- kaasun paineen tarkastus
- eristinosat (läpilyönnit, murtumat)
- sokat ym. irtonaiset osat kennossa (selvitettävä mistä peräisin)
- koskettimet (kosketinvarsien kiinnitys, tarkastetaan etteivät heilu)
- suojien toiminta (mekaaniset laukaisut)
- ohjauskaapelien liitännät ja merkinnät
- verryttely

Mallikohtaiset valmistajan ilmoittamat huollot ja tarkastukset

ABB HPA

- Katkaisijan normaali huoltoväli on 5 vuotta tai 5000 toimintoa. Katkaisijat, jotka normaalikäytössä toimivat harvoin tai eivät toimi koskaan, tulee verryttellä joka toinen vuosi ohjaamalla ne AUKI ja KIINNI useamman kerran.
- katkaisijan / kojeiston puhtaus

Valmistajan ilmoittamat toimenpidesuosituks

Toimenpide	Ennen käyttöönottoa	Toimenpideväli [vuosia]		Käyttökerrotoja		Täyd. Määrän oikos. Katk. Jälkeen ²⁾	Vikahälytys
		5	10	5000	10000		
Kaasunpaineen tarkastus	•	•	•				X
Katkaisukammion vaihto ja nopeuden tarkastus						•	X
Ohjaimen tarkastus	•X	• ¹⁾	•X	•	•		X
Ohjaimen puhdistus / vaihteiston mahd. voitelu			•X				X
Ohjaimen vaihto tarvittaessa							X
Kunnon ilmaisimen pariston vaihto							
Merkkien selitykset	x = kunnonilmaisimella varustettuna • = ilman kunnonilmaisinta ¹⁾ = Ellei katkaisijaa ole käytetty kyseisenä ajanjaksona on tehtävä koeohjaus, vaikka katkaisijassa olisi kunnonilmaisin ²⁾ = Katso kuvaa 19, joka esittää sähköisen eliniän riippuvuuden katkaisuvirrasta						

ABB HD4

Normaalikäytössä katkaisijat ovat huoltovapaita.

5 vuoden välein suoritettavat toimenpiteet (oma kunnossapito tai huoltoliike)

- katkaisijan ohjaus auki ja kiinni viisi kertaa
- eristeosien silmämääräinen tarkastus (lika ym. poikkeamat)

- ohjaimen silmämääräinen tarkastus (irtonaiset pultit, mutterit ym. pitää olla tiukalla)
- tulppaanikoskettimien kunnon tarkastus ja tarvittaessa rasvaus (lika, hapettuminen)
- sisäisten lukitusten toiminnan tarkastukset

10 vuoden välein suoritettavat toimenpiteet (huoltoliike)

- ohjaimen puhdistus ja voitelu
- toiminnan tarkastus
- eristysvastusmittaus
- SF6 -paineen tarkastus
- kiinni- ja auki-aikojen mittaus
- apukoskettimien toiminnan tarkastus

5.6 Pienjännitekatkaisijahuollot

Sähkönjakelun pienjännitekatkaisijat huolletaan viiden vuoden välein.