

SATAKUNNAN AMMATTIKORKEAKOULU



Tuomas Korhonen

OPINNÄYTETYÖ

Pyörivien laitteiden kunnossapidon optimointi

Kone- ja Tuotantotekniikan Koulutusohjelma

Koneensuunnittelu

2007

PYÖRIVIEN LAITTEIDEN KUNNOSSAPIDON OPTIMOINTI

Korhonen, Veli-Tuomas
Satakunnan Ammattikorkeakoulu
Kone- ja Tuotantotekniikka
Koneensuunnittelu
Tammikuu 2007
Työn ohjaaja Larri, Markku
Työn valvoja Salonen, Markku
UDK 62-7, 621.311, 658.58
Sivumäärä 36

Avainsanat: kunnonvalvonta, ennakkohuolto, värähtelymittaus

Teollisuuden Voima Oy:lle tehdyn opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella valittuja pyöriviä laitteita ja määritellä niistä ne, joiden kohdalla olisi mahdollista siirtyä mittaavaan kunnossapitoon. Lisäksi piti selvittää ja toteuttaa ne mahdolliset muutokset, millä edellytyksin tai toimenpitein voidaan luopua nykyisestä määräaikaaisesta avaavasta kunnossapidosta valittujen laitepaikkojen kohdalla. Tämän lisäksi tarkasteltiin ja arvioitiin nykyisen ennakkohuolto-ohjelman kustannuksia tulevaan mittaavaan kunnossapidon aiheuttamiin kustannuksiin

Selvityksen kohteeksi otettujen laitepaikkojen valinta perustui aikaisemmin tehtyihin selvityksiin muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Työssä käsiteltyjä eri tyyppisiä laitteita oli yhteensä 28 ja laitepaikkoja oli yhteensä 134. Näistä mittaavaan kunnossapidon piiriin voidaan siirtää 26 eri tyyppistä laitetta ja laitepaikkojen lukumääräksi tulee 122. Kyseiset laitteet jotka olivat pumppuja, kompressoreita, puhaltimia tai muita pyöriviä laitteita jakaantuvat tasan molempien laitosyksiköiden OL1 ja OL2 kesken.

Jokaisen tarkastelun kohteeksi valitun laitepaikan kohdalta käytiin läpi nykyinen ennakkohuolto- ja kunnonvalvontaohjelmaa sekä laite- ja vikahistoria. Lisäksi otettiin huomioon laitteen turvallisuusmerkitys osajärjestelmälle sekä koko laitokselle. Tämän jälkeen käsiteltiin laitekohtaisesti tarvittavat muutokset siirryttäessä mittaavaan kunnossapitoon. Kaikki kyseiset muutosehdotukset pitää käsitellä TVO:n hyväksytyjen rutiinien mukaisesti, ennen niiden lopullista toteuttamista.

Työssä perehdyttiin myös kunnossapitoon yleisesti, TVO:n kunnossapitoon ja organisaatioon sekä kunnossapidon suunnitteluun ja kunnossapitoluokitukseen. Lisäksi tässä työssä käytiin läpi ja arvioitiin pyörivien laitteiden värähtelyvalvonnan toteutusta TVO:lla.

OPTIMIZING MAINTENANCE OF ROTATING MACHINES

Korhonen, Veli-Tuomas
Satakunta University of Applied Sciences
Mechanical and Production Engineering
Mechanical Design Engineering
January 2007
Instructor Larri, Markku
Supervisor Salonen, Markku
UDC 62-7, 621.311, 658.58
Number of Pages: 36

Key words: condition monitoring, preventive maintenance, vibration measuring

The aim of this Bachelor's thesis commissioned by Teollisuuden Voima Oy was to examine certain selected rotating machines and define the ones which would be suitable for measuring maintenance. In addition, the goal of the study was to determine and execute the possible changes required so that the current periodic open maintenance could be given up regarding the machine locations. The costs of the current preventive maintenance program are also examined and compared with those of the future measuring maintenance.

The choice of the machine locations studied is based on previous reports. In this thesis, 28 different machine models and 134 machine locations are studied. 26 of the machine models and 122 of machine locations could be subject to measuring maintenance. The machines under consideration are pumps, compressors, blast engines or other rotating machines and they are located in two plant units OL1 and OL2.

For each machine location, the current preventive maintenance and condition monitoring programs as well as machine history and fault history were analysed. The importance of the machines to the subsystems and to the security of the whole plant was also taken into account. The required changes to each machine when moving to measuring maintenance are further discussed in this thesis. All the changes proposed in the thesis must be dealt with according to TVO's approved routines before they can be executed.

In addition, maintenance in general, maintenance and organisation in TVO, maintenance planning and classification are also studied in this thesis. The vibration monitoring of rotating machines in TVO is also analysed and evaluated.

SISÄLLYS

TERMILUETTELO

1 JOHDANTO.....	7
1.1 Työn tausta.....	7
1.2 Työn tavoite	7
1.3 Työn rakenne.....	8
2 TEOLLISUUDEN VOIMA OY JA SEN YDINVOIMALAITOS	9
2.1 Teollisuuden voima Oy.....	9
2.2 Ydinvoimalaitoksen toimintaperiaate.....	11
2.3 Olkiluodon voimalaitoksien laitoshistoriaa ja teknisiä tietoja	12
2.4 Tuotanto ja tunnusluvut	13
3 KUNNOSSAPITO YLEISESTI.....	14
3.1 Vikaantumisen syyt	15
3.2 Vikojen eri tyypit.....	16
3.3 Perinteinen käsitys laitteen vikaantumisesta ja eliniästä	16
4 TVO:N KUNNOSSAPITOIMINNAN NYKYTILANNE	17
4.1 TVO:n kunnossapidon toiminta-ajatus ja organisointi.....	17
4.2 TVO:n Kunnossapitosuunnittelu ja kunnossapitoluokat	18
4.2.1 Laittepaikan kunnossapitoanalyysi ja laitepaikan vikaantumisen arviointi... 19	
4.2.2 Kunnossapito-ohjelman arviointi ja kunnossapitoanalyysien päivitys..... 21	
4.3 Värähtelyvalvonnan toteutus TVO:lla.....	22
4.3.1 Laitteiden värähtelyluokittelu ja värähtelyrajat	22
4.3.2 Toimenpiteet värähtelyrajojen ylityksistä.....	23
4.3.3 Värähtelymittausten toteutus	24
4.3.4 Värähtelymittausten parametointi	27
5 VALITTUJEN PYÖRIVIEN LAITTEIDEN TARKASTELU.....	27
5.1 Aikaisemmat selvitykset.....	27
5.2 Laittepaikkojen tarkastelu	28
6 MUUTOSTEN VAIKUTUS TVO:N OHJEISTUKSEEN JA TIETOKANTAAN....	30
7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	31
7.1 Ennakkohuolto ja siirtyminen mittaavaan kunnossapitoon	31
7.2 Määräaikaismittaukset ja sen ohjeistus.....	32
7.3 Ennakkohuoltokustannukset ja mittaavan kunnossapidon arvioidut kustannukset.....	33

LÄHTEET	35
LITTEET	

TERMILUETTELO

Turvallisuusluokka

Ydinvoimalaitoksen järjestelmät, rakenteet ja laitteet ryhmitellään turvallisuusluokkiin 1, 2, 3 ja 4 sekä luokkaan EYT (ei ydinteknisesti luokiteltu). Kohteet, joiden merkitys turvallisuudelle on suurin, kuuluvat turvallisuusluokkaan 1.

TTKE-ehto

Turvallisuustekniset Käyttöehdot, TTKE- ehdot muodostavat viranomaisen hyväksymät ja määräämät puitteet, joissa OL1- ja OL2-ydinvoimalaitosyksiköiden käyttö on ympäristön ja laitosten turvallisuusnäkökohdat huomioon ottaen sallittua.

Kunnossapitoluokka

Laitepaikat jaetaan neljään eri kunnossapitoluokkaan niiden käytettävyys- ja turvallisuusmerkityksen, korjauskustannusten sekä saatujen käyttö- ja kunnossapitokokemusten perusteella.

Käytettävyys

Käytettävyydellä tarkoitetaan kohteen kykyä olla tilassa, jossa se kykenee suorittamaan vaaditun toiminnon tietyissä olosuhteissa ja tietyllä ajan hetkellä tai tietyn ajanjakson aikana olettaen, että vaadittavat ulkoiset resurssit ovat saatavilla. Luotettavuustarkasteluissa kohteen kyky määritellään todennäköisyydeksi, että se kykenee suorittamaan vaaditun toiminnon edellä mainituin lisämäärittelyin. /5/

Kunnossapito

Kunnossapito koostuu laitteen kaikista sen elinajan aikaisista teknisistä ja hallinnollista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on pitää yllä ja/tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että laite pystyy suorittamaan sille vaaditun toiminnan /5/.

1 JOHDANTO

Teollisuuden Voima Oy:n (TVO) tarkoituksena on luopua ainakin osittain nykyisestä määräaikaaisesta avaavasta kunnossapidosta laitoksien käynnin aikana ja siirtyä mittaavaan kunnossapitoon. Tässä työssä selvitetään ja toteutetaan ne mahdolliset muutokset, millä edellytyksin tai toimenpitein voidaan luopua määräaikaaisesta avaavasta kunnossapidosta valittujen laitepaikkojen kohdalla.

1.1 Työn tausta

TVO:lle on aiemmin tehty opinnäytetyönä kartoitus "Pyörivien laitteiden kunnossapidon kehittäminen" /1/. Kyseisessä työssä on kartoitettu ne kunnossapitoluokan 1-3 laitteet, jotka voidaan siirtää mittaavan kunnossapidon piiriin. Tämän työn lähtökohtana on kyseisen opinnäytetyön suositus laitteista, joiden ennakkohuolto on mahdollista ja järkevää toteuttaa mittaavan kunnossapidon menetelmin.

Avaavaan kunnossapitotoimeen ryhdyttäisiin vasta kun saataisiin riittävä indikaatio laitteen alkavasta vikaantumisesta. Tämä työ käsittää ainoastaan TVO:n kunnossapitoluokan 1-3 piirissä olevia pyöriviä laitteita (kuten pumppuja, kompressoreita). Avaavasta kunnossapidosta luopuminen olisi mahdollista kehittämällä nykyistä ennakkohuolto- ja kunnonvalvontaohjelmaa, sekä riittävällä mittaavalla kunnossapidolla (värähtelyvalvonta).

1.2 Työn tavoite

Työn tavoitteena on saada uusi suositus kunnonvalvonta- ja ennakkohuolto-ohjelmaksi tässä työssä käsitellyille ja valituille laitteille, sekä mahdolliset muutosehdotukset värähtelymittaukseen ja niiden organisointiin ja valvontaan, TVO:n aski ohje tunnus 103537. Tämän lisäksi tavoitteena on parantaa ja optimoida pyörivien laitteiden laitekohtaista käytettävyyttä. Inhimilliset virheet vähenevät myös avaavan kunnossapidon vähenemisen seurauksena. Samoin pienenee mahdollisuus, että ennakkohuollossa asennettu varaosa, esimerkiksi laakeri, olisi viallinen. Tästä kaikesta on myös seurauksena kustannussäästöä.

1.3 Työn rakenne

Työssä perehdytään aluksi kunnossapitoon yleisesti, TVO:n kunnossapitoon ja organisaatioon sekä kunnossapidon suunnitteluun ja kunnossapitoluokitukseen. Käydään läpi nykyinen kyseisten valittujen pyörivien laitteiden ennakkohuolto- ja kunnonvalvontaohjelmaa sekä laite- ja vikahistoria. Tämän jälkeen määritetään jokaiselle laitepaikalle uusi laitekohtainen suositus tarvittavine muutoksineen ennakkohuolto- ja kunnonvalvontaohjelmaksi perusteluineen. Samalla verrataan kunnossapitoanalyysien perusteella nykyisen ennakkohuollon kustannuksia tulevan ennakkohuolto-ohjelman arvioituihin kustannuksiin. Lisäksi paneudutaan ja päivitetään mahdolliset muutokset pyörivien laitteiden määräaikaisiin värehtelymittauksiin ja niiden toteutukseen sekä valvontaan, TVO:n aski ohje tunnus 103537.

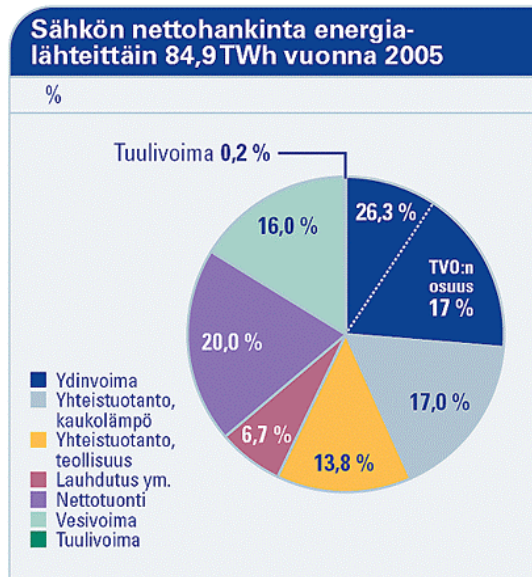
2 TEOLLISUUDEN VOIMA OY JA SEN YDINVOIMALAITOS



Kuva 1. Kuvassa oikealla on Olkiluodon nykyiset laitoseskiköt OL1 ja OL2 ja vasemmalla tulevaisuudessa valmistuva kolmas laitoseskikkö OL3 /10/

2.1 Teollisuuden voima Oy

Teollisuuden Voima Oy on pääosin teollisuuden omistama voimayhtiö, joka on perustettu vuonna 1969 metsäteollisuuden kasvavan energiatarpeen tyydyttämiseksi. Perustajina oli 16 suomalaista teollisuus- ja voimayhtiötä. Kuvassa 1 on Olkiluodon nykyiset laitokset OL1 ja OL2 sekä tulevaisuudessa valmistuva laitoseskikkö OL3. TVO:n toimintaperiaatteena on toimittaa osakkailleen sähköä mahdollisimman turvallisesti ja edullisesti. TVO:n ydinvoimalaitoseskiköt tuottavat Suomen teollisuuden käyttämästä sähköstä noin kolmanneksen. Koko Suomen sähkötarpeesta TVO tuottaa vajaan viidenneksen (Kuva 2). Yhtiön vuotuinen liikevaihto oli vuonna 2005 noin 199 miljoonaa euroa. TVO:n palveluksessa vakinaisessa työsuhhteessa oli vuoden 2005 lopussa 636 henkilöä. Voimalaitoksen vuosihuolto ja muut alihankintatyöt työllistävät TVO:laisten lisäksi vuosittain lähes tuhat henkilöä. Lisäksi TVO:lla on erilaisissa työharjoitteluissa ja kesätöissä vuosittain yhteensä yli 200 henkilöä. /10/



Kuva 2. Sähkön prosentuaalinen nettohankinta Suomessa energialähteittäin vuonna 2005 /10/

TVO:n osakasyhtiöt edustavat suomalaista suurteollisuutta ja voimayhtiöitä. TVO:n A-osakesarjan omistajat ovat oikeutettuja Olkiluodon nykyisten laitosyksiköiden sähkөөn, B-sarja oikeuttaa uuden yksikön, OL3:n sähkөөn ja C-sarjan osakkeenomistaja saa sähkөө Meri-Porin kivihiiivoimalaitoksesta (Taulukko 1).

Taulukko 1. TVO:n osakkaat ja osuuden määrät

Tvo:n osakkaat ja osuudet	A-sarja	B-sarja	C-sarja
	(OL1 + OL2)	(OL3)	(Meri-Pori)
Etelä-pohjanmaan Voima Oy	6,5	6,6	6,5
Fortum Power and Heat Oy	26,6	25,0	26,6
Karhu Voima Oy	0,1	0,1	0,1
Kemira Oy	1,9	-	1,9
Oy Mankala Ab	8,1	8,1	8,1
Pohjolan Voima Oy	56,8	60,2	56,8
Yhteensä	100	100	100

Voimalaitos sijaitsee Rauman kaupungin pohjoispuolella Eurajoen kunnassa. Olkiluodon saarella sijaitseva voimalaitos käsittää kaksi ydinvoimalaitosyksikköä, joiden kummankin nettoteho on 850 MW. Laitosyksiköt on toimittanut ruotsalainen ASEA-ATOM. Yhtiön ensimmäinen laitosyksikkö OL1 kytkettiin valtakunnan verkkoon 2.9.1978 ja toinen, OL2 otettiin tuotantokäyttöön 18.2.1980.

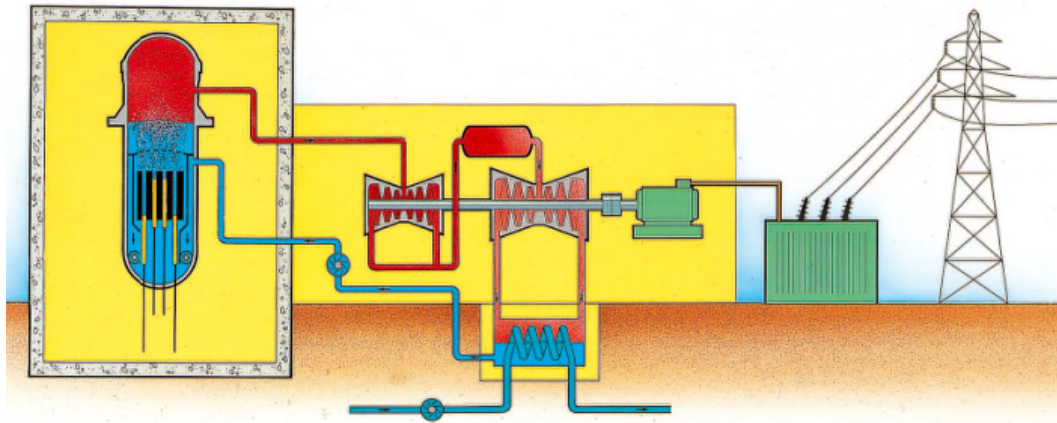
Voimalaitosyksiköiden lisäksi Olkiluodon saarella sijaitsevat välivarastot matala- ja keskiaktiiviselle voimalaitosjätteelle sekä käytetylle polttoaineelle. Voimalaitosjätteiden loppusijoitusta varten Olkiluodon kallioon on louhittu loppusijoitustila, VLJ-luola. Lisäksi käyttöhenkilökunnan koulutuskeskus ja valvomosimulaattori on sijoitettu ydinvoimalaitosalueelle.

Tällä hetkellä Olkiluotoon rakennetaan uutta ydinvoimayksikköä saaren länsipäähän Olkiluoto 1:n ja 2:n viereen. Laitos on painevesityyppinen ja sen toimittaa Framatome ANP:n ja Siemensin muodostama ranskalais-saksalainen konsortio. Uuden laitoksen sähköteho on yli 1600 MW.

2.2 Ydinvoimalaitoksen toimintaperiaate

Ydinvoimalaitos on lämpövoimalaitos, jossa käytetään hyväksi uraaniatomin ydinhalkeamisessa eli fissiossa vapautuvaa energiaa. Painesäiliöön suljettu reaktorisydän koostuu ydinpolttoaineesta, joka on pakattu metalliputkiin. Fissiossa vapautuva energia kuumentaa polttoainetta ja polttoaineen luovuttama lämpö aiheuttaa veden höyrystymisen reaktorissa. Höyryn avulla energia siirretään turbiinilaitoksen siivistön kautta generaattorille. Kiertoprosessin vesi on täysin eristetty ympäristöstä. Höyry lauhtuu matalapaineturbiinien jälkeen meriveden jäähdyttämässä lauhduttimessa jälleen vedeksi.

Olkiluodon ydinvoimalaitos on tyypiltään kiehumisvesilaitos (BWR - boiling water reactor). Kuvassa 3 on periaatteellinen kuva kiehumisvesireaktorin toimintaperiaatteesta. Kumpikin laitoksenyksikkö on varustettu kiehumisvesireaktorilla, jossa käytetään sekä jäähdytteenä että hidastimena tavallista puhdistettua vettä. Reaktorisydämen muodostavat paineastiassa olevat uraanipolttoaineputket tukirakenteineen. Reaktorisydämessä tapahtuva ketjureaktio kuumentaa veden kylläiseksi höyryksi, joka pyörittää turpiinia. Turpiinin, (Olkiluodon laitoksella on yksi korkeapaineturpiini ja 4 matalapaineturpiinia) akselin päässä oleva generaattori pyörii 3 000 kierrosta minuutissa ja tuottaa sähköä, jonka jännite on 20 kilovolttia. Muuntaja, jonka kautta sähkö johdetaan valtakunnan verkkoon, nostaa jännitteen 400 kV:iin siirtohäviöiden vähentämiseksi. /10/



Kuva 3. Periaatteellinen kuva kiehausvesireaktorin toimintaperiaatteesta /10/

2.3 Olkiluodon voimalaitoksien laitoshistoriaa ja teknisiä tietoja

Yksikköjen tehotasoa on nostettu kaksi kertaa käyttöönoton jälkeen. Kummankin reaktorin lämpötehoa nostettiin 2000 MW:stä 2160 MW:iin vuonna 1984 ja 2500 MW:iin vuonna 1998. Vastaavat nettosähkötehot ovat 660 MW, 710 MW ja 850 MW. Viimeksi tehoa korotettiin osana laitossyksiköiden modernisointiohjelmaa. Vuosina 1994-1998 tehdyn modernisoinnin jälkeen laitossyksiköt täyttävät suurimman osan uusien ydinvoimalaitoksien koskevista teknisistä vaatimuksista. Modernisointi on osa TVO:n pyrkimystä pitää laitossyksiköt aina uuden veroisina. Taulukossa 2 on esitetty OL1 ja OL2 laitosten keskeisimpiä teknisiä tietoja.

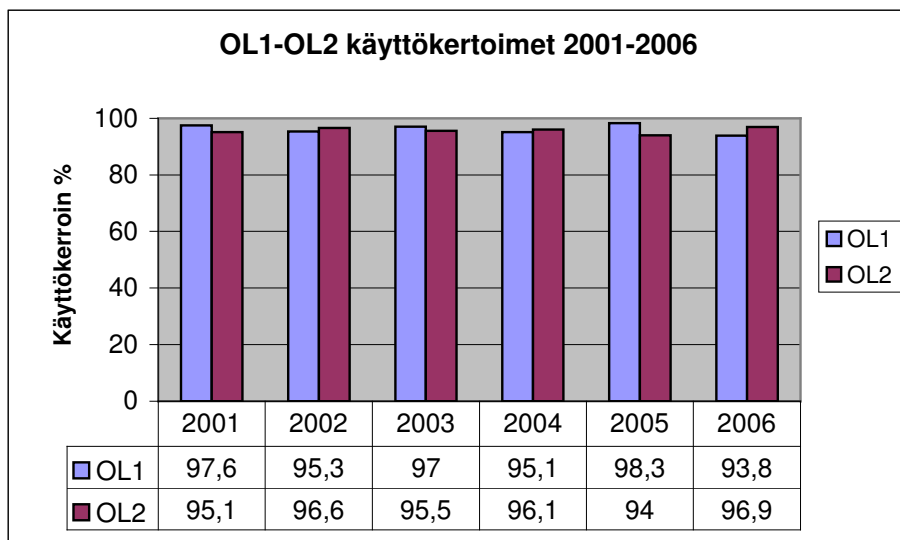
Taulukko 2. Teknisiä tietoja OL1- ja OL2 laitoksesta

Reaktorin lämpöteho	2500 MW	Polttoaineen paino yhteensä	86-90 tn U
Reaktorin käyttöpaine	70 bar	Reaktorin sisäkorkeus	20 593 mm
Höyryn lämpötila	286°C	Reaktorin sisähalkaisija	5540 mm
Polttoainemäärä	500 kpl	Reaktorinseinämän paksuus	134 mm
Sähköteho netto	850 MW	Generaattorin kierrosnopeus	3000 rpm
Jäähdytysveden virtausnopeus	30 m ³ /s	Generaattorin jäähdytys	Vesi
Jäähdytyspinta-ala (lauhdutin)	27700 m ²	Tuorehöyryvirtaus	1260 kg/s

2.4 Tuotanto ja tunnusluvut

Olkiluodon ydinvoimalaitosta käytetään Suomen sähkötarpeen peruskuorman kattamiseen. Suomen sähköntuotannon rakenne sekä ydinvoiman alhaiset tuotantokustannukset merkitsevät ydinsähkön täydelle kapasiteetille ympärivuotista kysyntää. TVO:n yhtenä keskeisenä tavoitteena onkin ollut hyvän käyttöasteen varmistaminen sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä.

Olkiluodon laitosyksiköiden toimintavarmuutta osoittaa niiden keskimääräinen käyttökerroin, joka on viimeisen kymmenen vuoden ajalta yli 95 prosenttia. Maailman ydinvoimalaitosten keskimääräinen käyttökerroin on nykyään noin 84 prosenttia. Kuvassa 4 OL1 ja OL2 on viimeisen kuuden vuoden käyttökertoimet.



Kuva 4. OL1-OL2 käyttökertoimet 2001-2006

Olkiluodon ydinvoimalaitos teki vuonna 2006 käyttöhistoriansa parhaan tuotantotuloksen. Voimalaitoksen vuosituotanto oli 14 268 GWh ja laitosyksiköiden yhteiseksi käyttökertoimeksi tuli 95,4 %./10/

3 KUNNOSSAPITO YLEISESTI

Kunnossapito koostuu laitteen kaikista sen elinajan aikaisista teknisistä ja hallinnollista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on pitää yllä ja/tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että laite pystyy suorittamaan sille vaaditun toiminnan /5/. Kunnossapidon tavoitteita on korkea laitteiston käyttökerroin hyvä käyttövarmuus ja sen tuoma korkea tuotannon tehokkuus ja edelleen korkea koko tuotantoprosessin käyttökerroin.

Kunnossapitotoiminnot voidaan jakaa kolmeen eri peruspäälajiin /5,6/:

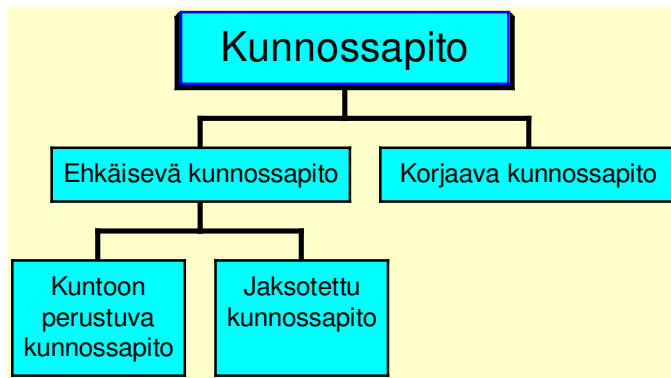
- *ehkäisevä kunnossapito* (Preventive Maintenance)
- *parantava kunnossapito* (Improvement Maintenance)
- *korjaava kunnossapito* (Corrective Maintenance)

Ehkäisevä kunnossapito tarkoittaa sitä, että pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen (PSK6201:2003).

Parantava kunnossapito parantaa kohteen luotettavuutta ja myös kunnossapidettävyyttä muuttamatta kohteen toimintoa.

Korjaava kunnossapito on häiriökorjausten (välitön tai siirretty) ja kunnostamisen summa. Toisin sanoen se suoritetaan vikaantumisen havaitsemisen jälkeen ja tarkoituksena on palauttaa kohteen toimintakunto ennalleen.

Kunnossapito voidaan jakaa kaaviomaisesti ehkäisevään ja korjaavaan kunnossapitoon. Ehkäisevä kunnossapito voidaan vielä jakaa kuntoon perustavaan kunnossapitoon ja jaksoon perustavaan kunnossapitoon. Kuvassa 5 on esitetty kunnossapitolajit kaaviomuodossa.



Kuva 5. Kunnossapitolajit kaavioesityksenä /5/

3.1 Vikaantumisen syyt

Vikaantumiselle voidaan löytää viisi pääsyytä. /5/

- 1) Laitetta ei käytetä oikealla tavalla: Oikeita tapoja ei tunneta tai käyttäjä ei huomioi jo oirehtivaa vikaa.
- 2) Käyttäjien ja kunnossapitäjien ammattitaito on liian kapea: Oirehtivat viat jäävät huomaamatta tai ne tulkitaan väärin.
- 3) Laitteen ikääntymisen myötä aiheutuvaa toimintakyvyn heikkeneminen, jota ei havaita ja korjata tai se vain hyväksytään.
- 4) Käyttöolosuhteet eivät ole laitteelle optimaaliset (likaisuus, lämpötila, yms.).
- 5) Suunnittelussa ei ole riittävästi huomioitu laitteen todellista käyttöä tai käyttöolosuhteita. Laite on myös voitu siirtää muualta, jolloin alkuperäinen käyttötarkoitus on muuttunut.

Vikojen oireiden tunnistaminen on usein vaikeaa. Toiminta on painottunut liikaa korjausten tekemiseen, jolloin vikojen oireisiin ei ole panostettu tarpeeksi (laitteet ja koulutus). Tarkastaminen saattaa myös olla liian yleisluonteista, sekä tarkastuspisteet voivat olla vaikeasti luoksepäästävissä tai liika peittää tehokkaasti alleen esimerkiksi orastavan särön alun tai alkavan öljyvudon.

3.2 Vikojen eri tyypit

Laitteen tehokkuutta pienentävät viat voidaan jakaa kahteen pääryhmään, vakaviin (arvioitu vaikuttavan laitteen tärkeään toimintoon) ja lieviin (ei vaikuta laitteen tärkeäksi arvioituun toimintoon) vikoihin.

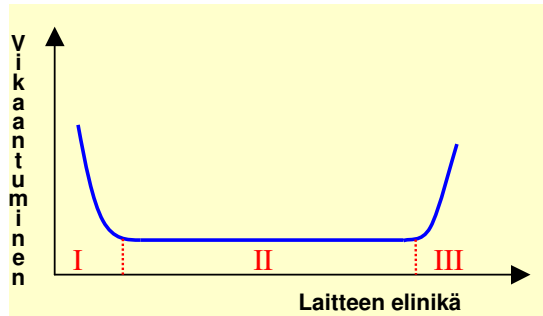
Pääloukat laitteen erilaisille vioille (PSK 6201 mukaisesti) /5/:

- *Äkkivikaantuminen*: Ei pystytty ennakoimaan etukäteen
- *Vähittäisvikaantuminen*: Kohteen ominaisuudet muuttuvat aikaa myöden. Voidaan ennakoida etukäteen tarkastuksilla, valvonnalla ja ehkäisevällä kunnonpidolla
- *Kriittinen vika*: Vika joka todennäköisesti aiheuttaa merkittävät vauriot laitteeseen tai henkilöiden loukkaantumiseen, tuotannollisen menetyksen tai muihin seurauksiin joita ei voi hyväksyä
- *Vakava vika*: Vaikuttaa kohteen tärkeään toimintaan
- *Lievä vika*: Ei vaikuta kohteen tärkeään toimintaan
- *Piilevä vika*: Kohteessa oleva vika jota ei ole havaittu
- *Käyttövirhe*: Ihmisen suorittama toimenpide jonka lopputulos ei ole aikeiden mukainen (Inhimillinen erehdys)

3.3 Perinteinen käsitys laitteen vikaantumisesta ja eliniästä

Vikaantumistaajuudessa ajan funktiona voidaan erottaa selvästi erilaisia jaksoja. Jaksojen voimakkuus ja kesto vaihtelee paljon erityyppisillä laitteilla. Perusmallina voidaan käyttää ns. kylpyammekäyrää, vaikkakin se ei aina käytännössä toteudukaan perusteorian mukaisena /5/. Vikaantumisen eri vaiheet on esitetty kaaviomaisesti kuvassa 6.

- I. Sisäänajokausi
- II. Käyttökausi
- III. Kulumiskausi



Kuva 6. Esimerkki vikataajuudesta ajan funktiona, ns. kylpyammekäyrä /6/

Kylpyammekäyrä koostuu alun korkeasta vikataajuus riskistä. Alun korkea vikataajuus voi johtua asennusvirheestä tai uuden asennetun komponentin, esimerkiksi laakerin viasta. Tämän jälkeen seuraa tasainen käyttökausi ja lopuksi eliniän loppuvaiheessa romuttuminen, joka voi olla hyvinkin nopea.

4 TVO:N KUNNOSSAPITOIMINNAN NYKYTILANNE

4.1 TVO:n kunnossapidon toiminta-ajatus ja organisointi

Kunnossapitotoiminnan pitää täyttää TVO:n kunnossapitostrategia sekä ydinenergia- ja muun lainsäädännön vaatimukset ja edellisten pohjalta annettujen päätösten, määräysten ja viranomaisohjeiden vaatimukset /4/.

TVO:n kunnossapitostrategialla pyritään laitoksien turvalliseen ja häiriöttömään käyttöön. Toiminta tulee olla hyvin suunniteltua ja pitkäjänteistä. Kunnossapitotoimet kohdennetaan oikein ja tehdään oikea-aikaisesti, niin että taataan koko ajan laitosten moitteeton kunto ja häiriötön käyttö. Kunnossapitotoimenpiteet suoritetaan laadukkaasti käyttäen alueiden omaa ammattitaitoista työvoimaa tai alihankintana ja alihankinta varmistetaan pitkäaikaissopimuksin. Kunnossapitotilat ja -laitteet on mitoitettu laitosten erityisvaatimuksille. Turvallisuuden ja käytettävyyden kannalta pitää olla riittävä ja oikea määrä sopivia varaosia.

Toiminnassa hyödynnetään omat ja muiden laitosten kokemukset, sekä pyritään ennakoivaan toimintaan. Tehokkaan ja oikean kunnossapidon tavoitteena on edistää kilpailukykyisen sähkön tuotantoa asiakkaille turvallisuudesta tinkimättä.

Mekaanista kunnossapitoa (KU), sekä sähkö- ja automaatio kunnossapitoa (KA) johtaa kumpaakin toimistopäällikkö, joiden apuna ja varamiehinä toimivat apulaistoimistopäälliköt. Kunnossapitotoimistot on jaettu toimialueittain ryhmiin, KU ja KA. Jokaisen ryhmän toimintaa johtaa ryhmäpäällikkö.

Mekaaniseen kunnossapitoon kuuluvat seuraavat ryhmät /4/:

- suunnittelupalvelut (KU1)
- hitsauspalvelut (KU2)
- kone- ja laitehuolto (KU3)
- venttiilihuolto (KU4)
- reaktorihuolto (KU5)
- turpiinihuolto (KU6)
- korjaamopalvelut (KU7)

Sähkö- ja automaatio kunnossapitoon kuuluvat seuraavat ryhmät /4/:

- kunnossapitosuunnittelu (KA1)
- reaktoriautomaatio (KA2)
- turpiiniautomaatio (KA3)
- prosessitietokonejärjestelmät (KA4)
- voimalaitoksen sähköverkot (KA5)
- generaattori (KA6)
- sähkölaitehuolto (KA7)
- muutostyöt (KA9)

Kunnossapitotoimistot huolehtivat Olkiluodon ydinlaitosten kunnossapidon suunnittelusta ja toteutuksesta siten, kun organisaatiokäsikirjassa on määritelty.

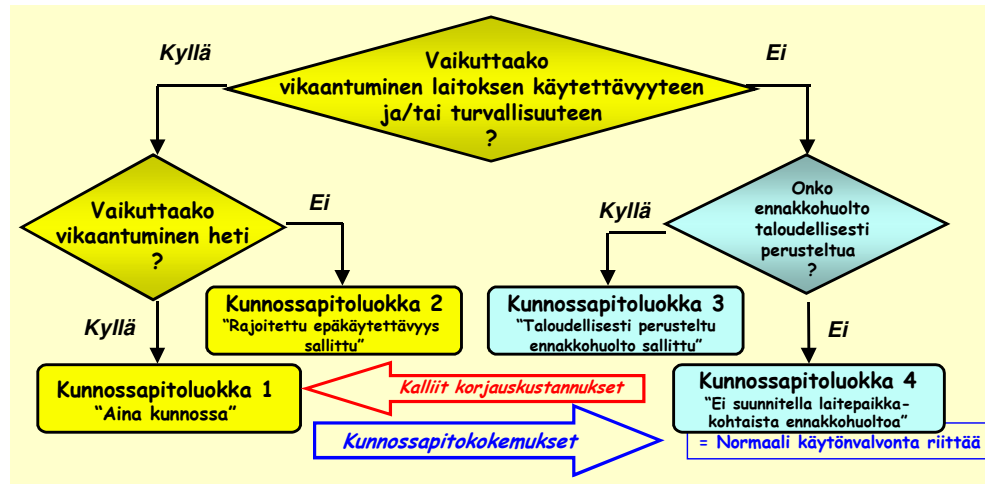
Toimistojen päätoimintoja ja -tehtäviä ovat /4/:

- kunnossapitosuunnittelu
- ennakkohuolto-ohjelmien ylläpito ja kehittäminen
- laitostöiden toteutuksen suunnittelu ja toteutus
- vuosihuoltojen suunnittelu ja toteutus (KU:n ja KA:n osalta)
- riittävien resurssien hankinta / hankintaan osallistuminen

4.2 TVO:n Kunnossapitosuunnittelu ja kunnossapitoluokat

Laitteiden kunnossapitosuunnittelun perustana on laitepaikkojen jako neljään eri kunnossapitoluokkaan (Kuva 7). Kunnossapitoluokan valintaan vaikuttaa mm.

laitteen vikaantumisen merkitys järjestelmälle ja sitä kautta koko laitoksen toiminnalle. Luokituksessa otetaan huomioon eri laitteiden käyttövarmuus- ja turvallisuusmerkitys sekä kunnossapitokustannukset. Kunnossapitoluokka vaikuttaa myös laitepaikan varaosahuollon järjestelyyn sekä ennakkohoolto- ja kunnonvalvontatehtävien valintaan. /4/ Kunnossapitoluokan määrittää laitevastaava ja suunnittelija syöttää sen laitostietokantaan. /8/



Kuva 7. Laitepaikat jaetaan neljään kunnossapitoluokkaan niiden Turvallisuusmerkityksen ja käytettävyydärakeyden sekä korjauskustannusten ja saatujen kunnossapitokokemusten perusteella. /8/

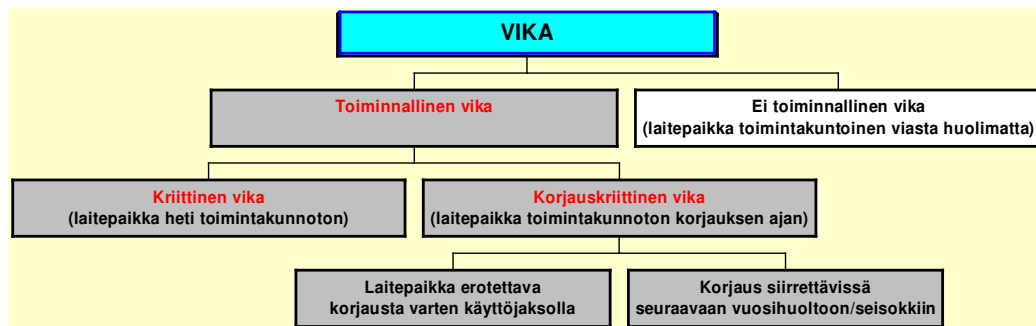
- 1:n luokka: laite pyritään pitämään aina kunnossa
- 2:n luokka: laitteen rajoitettu epäkäytettävyys sallitaan
- 3:s luokka: laitteelle sallitaan taloudellisesti perusteltu ennakkohoito
- 4:s luokka: laitteella ei ole suunniteltua ennakkohoitoa /4/

Kunnossapidon ohjaukseen ja suunnitteluun käytetään laitepaikkojen toiminta- ja vikahistoriaa sekä muualta saatuja käyttökokemustietoja. Laitepaikan historiatiedot saadaan Työtilausjärjestelmästä (TTJ).

4.2.1 Laitepaikan kunnossapitoanalyysi ja laitepaikan vikaantumisen arviointi

Kunnossapito-ohjelma määräytyy laitepaikan kunnossapitoluokan mukaan. Näin ollen saman tyyppisillä laitteilla voi olla täysin erilaiset kunnonvalvonta- ja huolto-/tarkastusohjelmat laitepaikasta riippuen. Toisin sanoen jos laitepaikan turvallisuusmerkitys on suuri, niin laitepaikan kunnossapitoluokka on käytännössä aina 1:n luokka.

Laitapaikan vika voidaan jakaa toiminnallisiin vikoihin eli vika estää laitepaikalta vaaditun toiminnon suorittamisen tai ei-toiminnallisiin vikoihin, jolloin laitepaikka suorittaa siltä vaaditun toiminnon viasta huolimatta. Laitapaikan kriittinen toiminnallinen vika estää sen toiminnan heti. Vikaa kutsutaan korjauskriittiseksi, jos laitteen toiminto estyy vasta kun laitepaikka on erotettu korjausta varten. Kunnossapitosuunnittelun kannalta merkittävimpiä ovat ne laitepaikkojen toiminnalliset viat, jotka aiheuttavat seurauksia laitoksen käytettävyyteen heti tai korjausta suoritettaessa. Kuvassa 8 on laitepaikan vikojen jaottelu kaaviona.



Kuva 8. Laitapaikan vikojen jaottelu kaaviomuodossa

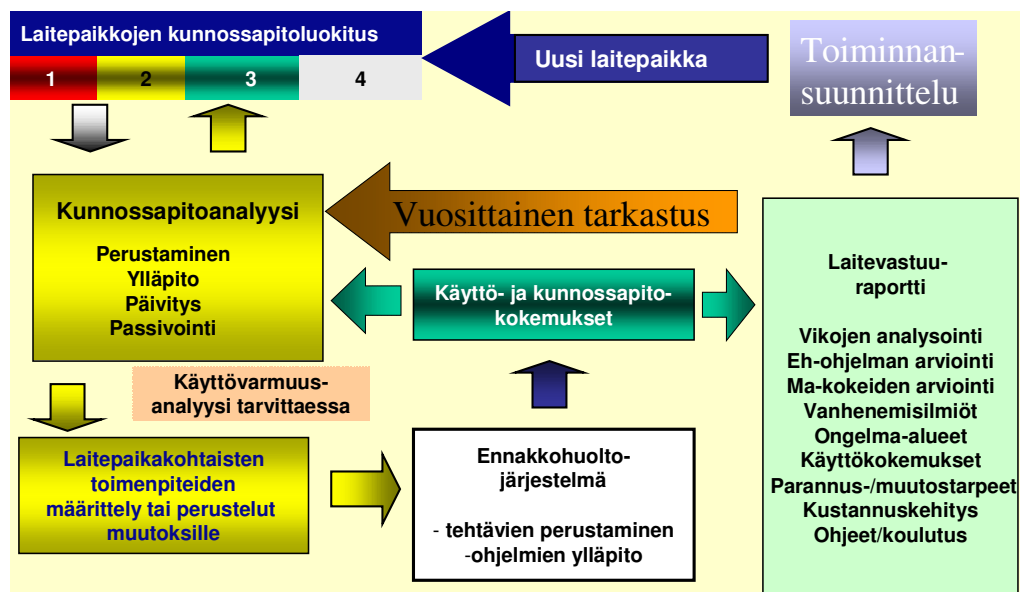
Laitapaikan toiminnallisten vikojen vaikutusta määritettäessä arvioidaan vikaantumisen vaikutus itse laitteeseen, sitten osajärjestelmän toimintaan, ja lopuksi koko järjestelmän- ja laitoksen toimintaan ja turvallisuuteen /7/.

4.2.2 Kunnossapito-ohjelman arviointi ja kunnossapitoanalyysien päivitys

Huoltotoimenpiteitä arvioitaessa tulee huomioida laitepaikkojen vanhenemis- ja kulumisilmiöt siten, että laitepaikkojen toimintavarmuus pysyy tavoitellulla tasolla ja mahdolliset huoltotoimenpiteet voidaan tehdä riittävän ajoissa /7/.

On huomioitava myös, että yksittäisvika huollon takia/aikana ei saa aiheuttaa tuotantokatkosriskiä. Turvajärjestelmiin saa tehdä vain TTKE:n määrittelemiä huoltotoimenpiteitä /3/. Korjaukset vikailmoituksen perusteella on luonnollisesti sallittua ja välttämätöntä.

Kunnossapidon suunnittelu on osa laitevastuualueen toiminnan suunnittelua. Kunnossapitoanalyysit luodaan kaikille uusille kunnossapitoluokan 1–3 laitepaikoille. Analyysit ja luokitukset pitää päivittää käyttökokemusten perusteella. Arviointi on hyvä tehdä vuosittain, esimerkiksi laitevastuuraportoinnin yhteydessä, jolloin laitevastuualueen vikoihin, määräaikaiskoe- ja ennakkohuollon kattavuuteen ja tehokkuuteen otetaan kantaa. Kuvassa 9 on kunnossapidon suunnittelun periaatekuva.



Kuva 9. Kunnossapidon suunnittelun periaatekuva /8/

4.3 Värähtelyvalvonnan toteutus TVO:lla

Mittausten suorituksesta ja tiedonkeruulaitteiden kalibroinnista vastaa mekaanisen kunnossapidon kone- ja laitehuoltoryhmän työnjohtaja. Mittaustulosten analysoinnista vastaa sekä mekaanisen kunnossapidon kone- ja laitehuoltoryhmän työnjohtaja yhdessä laite- ja tekniikkavastaavien kanssa. Tarvittavista toimenpiteistä huomio-, hälytys- tai korjausrajan ylittyessä vastaa mekaanisen kunnossapidon kone- ja laitehuoltoryhmän työnjohtaja. /8/

Värähtelymittaukset suoritetaan määrätyn väliajoin. TVO:lla mittaukset suoritetaan käytössä olevilla CSI -tiedonkeruulaitteilla ja tulokset käsitellään RPMWare-ohjelmistolla. Mittausten suoritusvälejä ylläpidetään Enkku- ohjelmassa (ennakkohuolto-ohjelmassa). Mittaukset suoritetaan laitteen normaalissa käyttöolosuhteessa ja toimintalämpötilassa tai koestustilanteessa. Koestustilanteessa laitteen edellytetään olevan sille esitetyssä tietyssä toimintapisteessä (käyttöolosuhteessa).

4.3.1 Laitteiden värähtelyluokittelu ja värähtelyrajat

Laitteiden värähtelykäyttäytyminen luokitellaan seuraavasti:

- A. Laite on uudenveroinen
- B. Rajaton käyttö sallittu
- C. Rajallinen käyttö sallittu (sopivaan korjausajankohtaan asti)
- D. Värinät saattavat aiheuttaa laitteelle vakavia vaurioita

Huomio-, hälytys- sekä korjausrajat on saatu ISO- standardista tai soveltaen luokkarajoja:

- *huomioraja* on 1.25 kertaa referenssikäyrä (ks. alla **Referenssimittaus**) tai luokkaraja A/B
- *hälytysraja* on 1.25 kertaa B/C luokkaraja
- *korjausraja* on 1.25 kertaa C/D luokkaraja

Referenssimittauksella tarkoitetaan perushuolletun tai uuden laitteen ensimmäistä mittausta linjauksen jälkeen. Referenssimittaus suoritetaan laitepaikalla laitteen normaalissa käyttöolosuhteissa.

Raja-arvot ovat mittapisteen tehollisarvoja (rms). Tämän lisäksi sovelletaan valmistajan antamia ohjearvoja.

Huomioraja muodostuu laitepaikkakohtaisesti ja se perustuu laitepaikalla tehtyyn hyväkuntoisen laitteen perushuoltojakson ensimmäiseen mittaukseen, niin sanottuun referenssimittaukseen. *Huomiorajana* voidaan käyttää myös luokkarajaa A/B, jos se on perusteltua.

Uutta referenssimittausta verrataan aikaisempiin tälle laitepaikalle tehtyihin vastaaviin mittauksiin. Näin varmistetaan kunnostetun laitteen saavuttaneen tai alittaneen laitepaikalle asennetun alkuperäisen laitteen tärinäarvot. Toimenpiteellä varmistetaan laitepaikan tärinäarvojen pitkäaikainen seuranta ja siten ennalta ehkäistään arvojen heikkeneminen (tärinäarvojen kasvaminen) pitkäaikaisessa käytössä.

Hälytys- ja korjausrajat perustuvat laitepaikoille ja -ryhmälle tehdyille ISO- normin mukaiseen laiteryhmäjakoon (Liite 1) /8/.

Mittauksia suoritettaessa vuosihuollon aikana, laitoksen ylösajon aikana tai osateholla, on otettava huomioon, että referenssiolosuhteet eivät välttämättä toteudu.

4.3.2 Toimenpiteet värähtelyrajojen ylityksistä

Mittaustulosten arvioinnissa käytetään TVO:n asiakirjatunnus 103537 liitteen 2 mukaisia raja-arvoja, jotka on saatu kappaleen 4.3.1 mukaisesti /8/.

A. Huomioraja ylittyy

- Mittaustulos sekä havainnot lähetetään tiedoksi laite- ja tekniikkavastaaville

B. Hälytysraja ylittyy

- Laitteesta tehdään vikailmoitus ja laite- ja tekniikkavastaavien kanssa päätetään jatkotoimenpiteistä. Mittaustulos sekä havainnot lähetetään toimenpiteitä varten laitevastaavalle ja tiedoksi tekniikkavastaavalle. Tarpeen mukaan otetaan yhteys TV- toimiston (konetekniikka) värinäyhdyshenkilöön.

C. Korjausraja ylittyy

- Laitteesta tehdään vikailmoitus ja mittaustulos ja havainnot lähetetään välittömästi toimenpiteitä varten laitevastaavalle ja tiedoksi tekniikkavastaavalle. Tarvittaessa otetaan yhteys TV- toimiston (konetekniikka) värinäyhdyshenkilöön. Laite- ja tekniikkavastaavien kanssa päätetään jatkotoimenpiteistä (tarvittaessa laite pysäytetään).

4.3.3 Värähtelymittausten toteutus

Mittauspisteiden paikka, mittaussuunta ja määrä valitaan laitekohtaisesti. Samantyyppisten laitteiden mittaus pyritään yhdenmukaistamaan niin, että mittauspisteet ovat mittaajalle helppo tunnistaa ja löytää. Mittauspaikan valinnassa pitää huomioida työturvallisuuden ohella myös luoksepäästävyys ja anturin kiinnitettävyyden. /8/

Värähtelymittaukset tehdään pääsääntöisesti laakerointien kohdalta laakerin kuormitussuuntaan. Täten radiaali- eli säteislaakerit mitataan akselin säteissuunnassa ja vastaavasti paine- eli aksiaalilaakerit mitataan akselin suuntaisesti. Paikan, josta värähtelymittaukset suoritetaan, on oltava jäykkä. Lisäksi mittaus on suoritettava mahdollisimman suoraviivaisesti, ilman jakopintoja, kohti laakeria. Mittauspisteisiin liimataan nipat, joihin kiihtyvyyssanturi kiinnitetään kierteellä. Tämä edesauttaa mittausten tekoa aina samalla tavalla, samasta paikasta, samaan suuntaan ja taajuusvaste PeakVue -mittauksissa on hyvä.



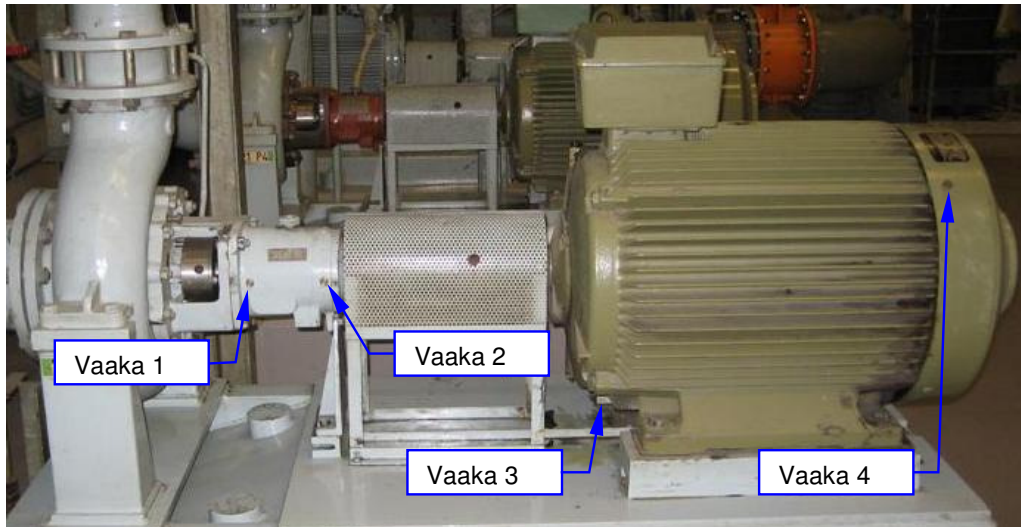
Kuva 10. Esimerkkikuva värähtelymittauksen suorituksesta.

Yllä olevassa kuvassa 10 on käynnissä värähtelymittauksen suoritus. Kuvassa on CSI- tiedonkeruulaite ja mitattava laite. Mittauskierroksen jälkeen tiedonkeruulaitteen tiedot puretaan normaalille pc:lle ja ne analysoidaan RPMware -ohjelmistolla.

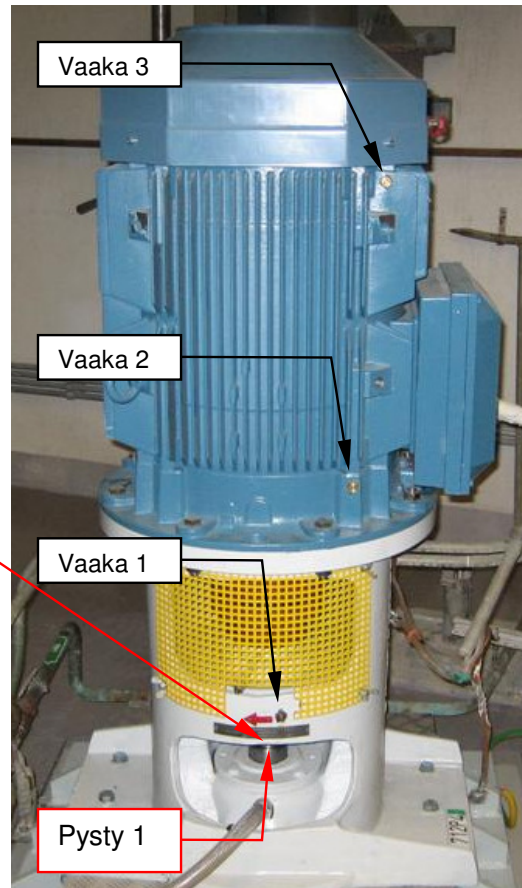
Värähtelymittaukset tehdään siinä suunnassa, johon laite on heikoimmin tuettu. Täten esimerkiksi normaali prosessipumppu mitataan säteen suunnassa ja kiihtyvyyssanturianturi on vaakatasossa. Pystytasossa pumppu on jäykemmin tuettu alustaan sekä putkistoon, jolloin mitattava värähtelytaso on siten pienempi.

Laitteilla, joiden akseli on vaakatasossa, ei aksiaalisuuntaista mittausta ole tarpeellista tehdä, jollei itse laitteen toiminta aiheuta suuria aksiaalisia kuormia. Tämä on esitetty kuvassa 11. Tämän vuoksi normaaleja prosessipumppuja ei mitata aksiaalisesti, jos niiden juoksupyörissä on kevennysreiät.

Aksiaalisuuntainen mittaus tehdään laitteissa, joissa akseli on pystyasennossa. Tämä on esitetty kuvassa 12. Näissä laitteissa aksiaalikuorma on merkittävä. Mittaus pyritään suorittamaan samasta kohdasta, johon aksiaalilaakeri on sijoitettu.



Kuva 11. Tärinämittapisteiden tyypillinen sijainti vaakamallisissa keskipakopumpuissa.



Kuva 12. Tärinämittauspisteiden tyypillinen sijainti pystymallisissa keskipakopumpuissa.

4.3.4 Värähtelymittausten parametointi

Mittaukset suoritetaan käytössä olevilla CSI -tiedonkeruulaitteilla ja tulokset käsitellään RPMware -ohjelmistolla. Koneiden käynninaikaiset värähtelymittaukset suoritetaan siten, että mittaustuloksista on todennettavissa kaikki seuraavat asiat /8/:

- Kaikista mittauspisteistä värähtely-nopeuden kokonaistaso taajuusalueella 10-1000 Hz
- Kaikista kohteista, joissa on vierintälaakeri, tehdään vierintälaakerin kuntoa mittaava PeakVue- mittausta
- Kaikista mittauspisteistä mitataan värähtelyn nopeus taajuus- ja aikatasossa
- Sähkömoottorin mittauspisteistä (molemmat laakerien paikat), mitataan signaalin amplitudi taajuuden funktiona siten, että ylärajataajuus on 200 Hz (alarajataajuus sama kuin normaalisti käytettäessä, esimerkiksi 3 Hz). Mittauksessa käytetään vähintään 3200 viivan resoluutiota
- Vaihteistosta talletetaan värähtelyspektri ja aikataso siten, että akseleiden pyörimistaajuuskomponentit ja ryntötaajuuden (hammasluku \times pyörimistaajuus) toinen kerrannainen on havaittavissa

CSI- mittalaitteet kalibroidaan kahden vuoden välein ylläpitosopimuksen mukaisesti.

5 VALITTUJEN PYÖRIVIEN LAITTEIDEN TARKASTELU

5.1 Aikaisemmat selvitykset

Teollisuuden Voima Oy:lle tehdyssä opinnäytetyössä, "Pyörivien laitteiden kunnossapidon kehittäminen" /1/, on määritelty ne pyörivät laitteet, joiden kohdalla mahdollisesti mittaavan kunnossapidon menetelmät antaisivat riittävän luotettavan kuvan laitteen toimintakunnosta siten, että määräaikaisesta avaavasta kunnossapidosta laitosten käynnin aikana voitaisiin luopua. Työssä on verrattu myös käytössä olevan ennakkohoolto-ohjelman ja uuden mittaavan kunnossapidon kustannuksia toisiinsa. Ennakkohoolto-ohjelman kustannukset ovat vuotuisia

kustannuksia, jotka aiheutuvat laitteen ennakkohuollosta ja kustannukset ovat suuntaa antavia.

Selvitys käsitti molempien laitosesyksiköiden, OL1 ja OL2 ennakkohuollon piirissä olevat kunnossapitoluokkaan 1-3 kuuluvat pumput, kompressorit ja puhaltimet. Tällaisia kohteita on laitoksilla yhteensä noin 250. Laitteet ovat keskenään identtisiä laitosten välillä, joten toisen laitoksen määritellyt laitteet voidaan soveltaa myös toiselle laitokselle. Työ on tehty laiteryhmittäin, jotka muodostuvat yleensä 4-8:stä identtisestä laitteesta.

Työssä on puututtu vain käynnin aikaiseen avaavaan kunnossapitoon, joten vuosihuolloissa huollettavat laitteet on jätetty tämän tarkastelun ulkopuolelle. Lisäksi ne laitteet, joiden huollosta on tehty huoltosopimus ulkopuolisen yrityksen kanssa on jätetty tarkastelun ulkopuolelle.

Kaikista pyörivistä laitteista on analysoitu ja käyty läpi ennakkohuolto-ohjelmat, vikahistoria kunnossapitoanalyysien perusteella, tapahtumat ja turvallisuusselosteet. Lisäksi on huomioitu laitteita koskevat TTKE- ehdot (Turvallisuustekniset Käyttöehdot). TTKE- ehdot muodostavat viranomaisen hyväksymät ja määräämät puitteet, joissa OL1- ja OL2-ydinvoimalaitosesyksiköiden käyttö on ympäristön ja laitosten turvallisuusnäkökohdat huomioon ottaen sallittua /3/. Kunnossapitoanalyysin vika-analyysin tunnuslukujen perusteella arvioitiin kunnonvalvontamenetelmien kyky havaita mahdolliset tulevat viat ja kulumat.

Tehdyn selvityksen tietolähteinä on käytetty seuraavia TVO:lla käytettyjä ohjelmia: Työtilausjärjestelmä (TTJ), ennakkohuoltojärjestelmä (ENKKU), kunnossapitoanalyysi (KUPI), tapahtumatietojärjestelmä, laitostietojärjestelmä (LATU), Master Trend- kunnonvalvontaohjelma, Arttu- materiaalijärjestelmä ja kunnossapitohenkilökunnan haastatteluja.

5.2 Laitapaikkojen tarkastelu

Liitteessä 4 ennen laitepaikan tarkastelua esitetään lyhyt kuvaus kyseisen järjestelmän tehtävästä. Laitteiden vikojen tarkastelu perustuu TVO:n sisäiseen

tietojärjestelmään, KUPI eli kunnossapitoanalyysiin tehtyihin vika-analyysihin tietyltä aikajaksolta. Laittepaikan laskennallinen vikaantumisväli on laskettu kertomalla kyseisen laitteen laitepaikkojen lukumäärä kyseisen tarkastelujakson pituudella (vuosia) ja sen jälkeen jaettu vikojen lukumäärällä. Lopputulos on pyöristetty täysiksi vuosiksi.

Ennakkohuolto-ohjelmaa ja kustannuksia koskevat tiedot on saatu käyttäen apuna sekä kunnossapitoanalyysiä että tapahtumatietojärjestelmän toteutuneita ennakkohuolto kustannuksia. Jos laitepaikan työ- tai materiaalikustannukset ovat olleet huomattavia, ne on eritelty ennakkohuoltokustannuksissa (Liite 4). Laittepaikan vuosittaiset ennakkohuollon kustannukset on saatu kertomalla laitepaikan vuosittaiset ennakkohuollon kustannukset laitepaikan laitteiden lukumäärällä. Pitää kuitenkin huomioda, että kyseiset kustannukset ovat suuntaa antavia, mutta vertailukelpoisia siirryttäessä nykyisestä ennakkohuolto-ohjelmasta mittaavaan kunnossapitoon.

Uudet mittaavaan kunnossapidon kustannukset laitepaikoille on saatu arvioimalla muutoksista johtuvien kustannuksien muutoksen vaikutusta laitepaikan vuotuisiin kustannuksiin. Lisäksi on arvioitu avaavan ennakkohuollon poisjättämisen seurauksena saatu vuosittainen kustannussäästö tulevaisuudessa. Tämän lisäksi on arvioitu kunnossapitoanalyysien perusteella kuinka kauan pidempään laitteen arvioidaan voida toimivan ilman, että joudutaan tekemään samanlaista avaavaa kunnossapitoa, mikä nyt jätetään pois. Arvio kuinka kauan laitteen oletetaan voida toimia ennen kuin se vikaantuu ja laite joudutaan korjaamaan, perustuu kunnossapitoanalyysistä saatavilla olevista tiedoista vikojen esiintymistiheyteen, laitteen vioittumistapaan ja lopulta näiden vaikutuksesta itse laitteen toimintakykyyn. Näin ollen laitteen avaavan huollon pitenemisvälin muutos perustuu suuntaa antavaan arvioon laitteen historiatietoihin nojautuen.

Kaikki laitepaikat on käyty läpi samaa yllä selostettua menetelmää noudattaen. Laittepaikkojen tarkastelu ennakkohuoltomuutoksineen on kokonaisuudessaan esitetty liitteessä 4. Yhteenveto on tehty laitepaikkakohtaisesti ja se on esitetty taulukossa 3. Luettelo niistä laitepaikoista ja muutoksista, jotka pitää käsitellä ja hyväksyä TVO:n rutiinien mukaisesti on esitetty yhteenvetona kappaleessa 6.

6 MUUTOSTEN VAIKUTUS TVO:N OHJEISTUKSEEN JA TIETOKANTAAN

Kaikki kyseiset muutosehdotukset pitää vielä käsitellä TVO:n hyväksytyjen rutiinien mukaisesti, ennen niiden lopullista toteuttamista. Hyväksytyt muutokset pitää viedä TVO:n tietokantoihin ja dokumentaatiojärjestelmiin. Muutokset tulee suunnitella ja toteuttaa sopivan tilaisuuden tullen siten, että muutokset saadaan tehtyä sovittamalla ne mahdollisimman hyvin nykyisten ennakkohuoltotoimien yhteyteen.

Seuraavassa on luettelo niistä laitepaikoista ja muutoksista, jotka pitää käsitellä ja hyväksyä TVO:n rutiinien mukaisesti:

- 321 P1-P2 vaihto 8 vuoden välein jätetään pois. Huolto tehdään vain tarvittaessa.
- 712 P1-P4 huollon pois jättäminen 4 vuoden välein. Huolto tehdään vain tarvittaessa. Mahdolliset vaikutukset myös tehoajon ennakkohuoltopaketteihin (ns. dieselpaketteihin) tulee huomioida. Pumppujen nousuputkien ulkopuolella oleville sinkkianodeille tulee perustaa ennakkohuolto-ohjelmaan työ niiden määräaikaista tarkastusta ja vaihtoa varten. Tarkastus voitaisiin tehdä joko sukeltamalla tai silloin kun pumppukuoppa on tyhjennetty sen tarkastusta varten.
- 713 P1-P4 huollon pois jättäminen 6 vuoden välein. Huolto tehdään vain tarvittaessa. Muutostyöllä sinkkianodit pitäisi asentaa nousuputken sisäpuolelta nousuputken ulkopuolelle seuraavissa perushuolloissa. Tämä siksi, että ne voitaisiin tarkistaa ja vaihtaa tarvittaessa. Sinkkianodeille tulee perustaa ennakkohuolto-ohjelmaan työ niiden määräaikaista tarkastusta ja vaihtoa varten. Tarkastus voitaisiin tehdä joko sukeltamalla tai silloin kun pumppukuoppa on tyhjennetty sen tarkastusta varten.
- 713 P5-6 huollon pois jättäminen 5 vuoden välein. Huolto tehdään vain tarvittaessa.
- 714 P1-P4 huollon pois jättäminen 6 vuoden välein. Huolto tehdään vain tarvittaessa. Muutostyöllä sinkkianodit pitäisi asentaa nousuputken sisäpuolelta nousuputken ulkopuolelle seuraavissa perushuolloissa. Tämä siksi, että ne voitaisiin tarkistaa ja vaihtaa tarvittaessa. Sinkkianodeille tulee perustaa ennakkohuolto-ohjelmaan työ niiden määräaikaista tarkastusta ja

vaihtoa varten. Tarkastus voitaisiin tehdä joko sukeltamalla tai silloin kun pumppukuoppa on tyhjennetty sen tarkastusta varten.

- 714 P5-6 huollon pois jättäminen 4 vuoden välein. Huolto tehdään vain tarvittaessa.
- 714 P7 ennakkohuolto-ohjelman laatiminen ja siirtäminen mittaavaan kunnossapitoon.
- 721 P1-P4 huollon pois jättäminen 8 vuoden välein. Huolto tehdään vain tarvittaessa.
- 734 P1-P2 osalta pitäisi keskustella mahdollisesta pumppujen uusimisesta.
- 754 Q21-22 hammashihnan vaihto pitää lisätä laitepaikan ennakkohuoltotehtävään tehtäväksi 2- vuoden välein.

7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Kaikki laitepaikat, jotka oli alustavan arvion mukaan valittu siirrettäväksi mittaavaan kunnossapitoon, on käsitelty tässä opinnäytetyössä. Kuitenkin osaa käsiteltävistä laitepaikoista ei mielestäni voida siirtää mittaavaan kunnossapidon piiriin. Tämä on mainittu kyseisen laitepaikan kohdalla liitteessä 4. "Johtopäätökset ja muutokset". Samoin tämä käy ilmi taulukossa 3, jossa on yhteenvetona käsiteltyjen laitteiden nykyiset kunnossapidon vuotuiset ennakkohuoltokustannukset ja arvioidut vuotuiset kustannukset mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä.

7.1 Ennakkohuolto ja siirtyminen mittaavaan kunnossapitoon

Siirryttäessä mittaavaan kunnossapitoon pitää määräaikaismittauksien kaikkien osaluokkien olla kunnossa sekä laitteiden voiteluhuollon olla oikea aikainen ja riittävä. Mielestäni nykyinen voiteluhuolto on riittävä kunnossapitoanalyysin perusteella saatavissa olevien tietojen mukaan. Määräaikaismittauksia suoritetaan riittävästi ja riittävän usein, mutta niiden tulkintaa ja jatkokäsittelyä tulee kehittää ja parantaa. Laitepaikat, jotka ovat tulleet valituksi liitteen 4 mukaisesti, voidaan siirtää mittaavan kunnossapidon piiriin. Kyseisillä laitteilla on jo nyt hyvin kattava ennakkohuolto-ohjelma. Ennakkohuolto-ohjelmat voidaan pitää pääosin ennallaan,

lukuun ottamatta avaavaa määräaikaista ennakkohuoltoa, josta valittujen laitteiden kohdalla luovutaan .

Siirryttäessä näin mittaavaan kunnossapitoon ovat muutokset ennakkohuolto-ohjelmiin vähäisiä ja osalla laitepaikoista ei tapahdu mitään muutosta. Nämä tarvittavat toteutettavat muutokset on mainittu liitteessä 4 jokaisen laitepaikan käsittelyn yhteydessä. Tämän lisäksi kappaleessa 6 on luettelo niistä laitepaikoista muutoksineen, jotka pitää käsitellä ja hyväksyä TVO:n rutiinien mukaisesti. Valituista laitepaikoista tärkeimmille laitteille on olemassa varalla toinen laite, joten laitteen vikaantuminen ei aiheuta laitoksen turvallisuudelle tai laitoksen käytölle vaaraa. Laitepaikat, joilla ei ole varalaitetta, eivät ole laitoksen turvallisuuden tai käytön kannalta tärkeitä laitteita, eivätkä ne siten aiheuta laitoksen turvallisuudelle tai käytölle suoranaista vaaraa.

7.2 Määräaikaismittaukset ja sen ohjeistus

Mekaanisen kunnossapidon laatima pyörivien laitteiden määräaikaismittausohje on päivitetty vuonna 2005. Ohje määrittelee menettelyn sähkömoottorien, pumppujen ja vaihteistojen mittaustulosten valinnassa, värähtelymittaustoimenpiteissä sekä toimenpiteistä, kun mittaustulokset ylittävät raja-arvon /8/. Ohje määrittelee selkeästi miten ja millaisessa käyttö- tai koestusoloissa värähtelyvalvonta suoritetaan, mitkä ovat värähtelyarvojen rajat ja miten toimitaan rajojen ylittyessä.

Ainoana parannusehdotuksena näkisin kaikkien mittaustulosten jatkuvan seurannan ja vertailemisen tehostamisen. Mittaustulosten analysoinnista vastaavalla työjohtajalla ei ole riittävästi resursseja (aikaa) panostaa mittaustulosten vaatimiin systemaattisiin analysointeihin. Lisäksi värähtelyvalvonnan ammatillinen ajan tasalla pysyminen vaatii jatkuvaa perehtymistä ja kiinnostusta kyseisiin asioihin. Myös henkilön, joka suorittaa itse mittaustapahtuman, pitäisi saada riittävän usein ja riittävän paljon koulutusta kyseiseen tehtävään, sekä riittävästi aikaa tutustua mahdollisiin värähtelyarvojen muutoksiin.

7.3 Ennakkohuoltokustannukset ja mittaavan kunnossapidon arvioidut kustannukset

Käsiteltyjä eri tyyppisiä laitteita oli yhteensä 28 ja laitepaikkoja yhteensä 134. Näistä mittaavaan kunnossapidon piiriin voidaan siirtää 26 eri laitetta ja laitepaikkojen lukumääräksi tulee 122. Kyseiset laitepaikat, jotka olivat pumppuja, kompressoreita, puhaltimia tai muita pyöriviä laitteita, jakaantuvat tasan molempien laitostyksiköiden, OL1 ja OL2 kesken.

Seuraavalla sivulla olevassa taulukossa 3 on esitetty laitepaikat numeerisessa järjestyksessä. Taulukosta näkyy saatavilla olleiden tietojen tai arvioiden perusteella laitepaikkojen nykyisen ennakkohuolto-ohjelman kustannukset ja arvioidut tulevat kustannukset siirryttäessä mittaavaan kunnossapitoon. Nykyiset ennakkohuoltokustannukset on saatu kunnossapitoanalyysissä olevista kustannuksista. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä kustannukset on arvioitu kappaleen 5.2 mukaisesti. Luonnollisesti tämä on kuitenkin vain arvio, joten kustannusarviotkin ovat suuntaa antavia ja karkeita. Mittaavaan kunnossapitoon siirtyminen on pitkäjänteistä työtä ja lopullisten tulosten saaminen kestää vuosia.

Taulukko 3. Yhteenveto nykyisen kunnossapidon ja tulevan mittaavan kunnossapidon vuotuisista kustannuksista.

nr:o	Laite	Lukumäärä kpl.	Nykyinen eh-ohjelma €/v	Mittaava kunnossapito €/v (arvio)	Muutos +/- siirryttäessä mittaavaan kunnossapitoon €/v (arvio)
1	321 P1-P2	4	120 000	96 000	24 000
2	322 P1-P4	8	3 200	3 200	0
3	323 P1-P4	8	5 600	5 600	0
4	324 P1-P2	4	2 400	2 400	0
5	324 P5-P6	4	1 200	1 200	0
6	324 P7	2	400	400	0
7	327 P1-P4	-	-	-	Liite 4
8	342 P52	2	600	600	0
9	342 Q53	2	2 000	2 000	0
10	343 P1	2	200	200	0
11	414 F2-F3	4	1 200	1 200	0
12	711 P1-P4	8	3 200	3 200	0
13	711 P5	2	800	800	0
14	712 P1-P4	8	40 000	16 000	24 000
15	713 P1-4	8	24 000	18 000	6 000
16	713 P5-P6	4	9 200	5 750	3 450
17	714 P1-P4	8	19 200	14 400	4 800
18	714 P5-P6	4	9 200	6 200	3 000
19	714 P7	2		200	-200
20	721 P1-P4	8	12 000	6 400	5 600
21	723 P1-P4	8	2 400	2 400	0
22	726 P1-P2	4	1 200	1 200	0
23	734 P1-P2	4	2 000	2 000	0
24	753 Q1-Q2	-	-	-	Liite 4
25	754 Q21-Q22	4	1 600	2 200	-600
26	763 P11-P12	4	1 200	1 200	0
27	763 P13-P14	4	1 200	1 200	0
28	763 P24	2	600	600	0
Yhteensä		122	249 400	184 950	70 050

LÄHTEET

1. Paasikivi, Jari. Pyörivien laitteiden kunnossapidon kehittäminen. 2005 (Opinnäytetyö).
2. Kaukonen, Kari. Systemaattisen kunnossapitosuunnittelun työskentelyohje. 9.3.2006. [TVO:n sisäinen asiakirja, tunnus 114210].
3. TVO:n sisäinen www- sivusto, TTKE: <http://intra2/ttke/>
4. Kanerva, Tapio, Kunnossapidon toimintaohje. 31.12.2003. [TVO:n sisäinen asiakirja, tunnus 103529].
5. Kunnossapitoyhdistys ry. Kunnossapito, Kunnossapidon julkaisusarja, n:o 10 2. täydennetty painos. Hamina: Oy Kotkan Kirjapaino Ab, Syyskuu 2004.
6. Kunnossapitoyhdistys ry [verkkodokumentti] kupinet.fi oppimateriaalit. [viitattu 10.10.2006]. Saatavissa: [sanasto] <http://www.kupinet.fi/index.asp>
<http://www.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet.html>
7. Kaukonen, Kari. Systemaattisen kunnossapitosuunnittelun periaatteet. 9.3.2006. [TVO:n sisäinen asiakirja, tunnus 114208].
8. Larri, Markku. Pyörivien laitteiden määräaikaiset värähtelymittaukset. 7.9.2005. [TVO:n sisäinen asiakirja, tunnus 103537].
9. TVO:n sisäinen www- sivusto, FSAR: \\Keskus1\Yhteiset\F SAR\FsarOL1
10. Teollisuuden Voima Oy [verkkodokumentti] <http://www.tvo.fi>. [viitattu 26.12.2006]

LIITELUETTELO

LIITE 1 ISO- normin mukainen laiteryhmäjako

LIITE 2 TVO:n kunnonseurannassa käytettävät raja-arvot

LIITE 3 Keskeisiä tietoja tarkastelluista laitepaikoista.

LIITE 4 Laitepaikkojen tarkastelu

ISO-NORMIN MUKAINEN LAITERYHMÄJAKO

		Normirajat mm/s RMS 10-1KHz			
		A/B	B/C	C/D	Ref
1	Vaakamalliset keskipakopumput		Jäykkä/joustava asennus		
1,1	-akseliteho alle 15 kW	0,71	1,8	4,5	[1]
1,2	-akseliteho 15 - 300 kW	2,3/3,5	4,5/7,1	7,1/11	[2]
1,3	-akseliteho yli 300 kW	2,3/3,5	4,5/7,1	7,1/11	[2]
2	Pystymalliset keskipakopumput		Jäykkä/joustava asennus		
2,1	-akseliteho alle 15 kW	0,71	1,8	4,5	[1]
2,2	-akseliteho 15 - 300 kW	2,3/3,5	4,5/7,1	7,1/11	[2]
2,3	-akseliteho yli 300 kW	2,3/3,5	4,5/7,1	7,1/11	[2]
3	Syrjäytyspumput (mäntäpumput)				
3,1	-teho alle 100 kW	xx	11	18	[3]
3,2	-teho yli 100 kW	xx	18	28	[3]
4	Sähkömoottorit		Jäykkä/joustava asennus		
4,1	-akseliteho alle 15 kW	0,71	1,8	4,5	[1]
4,2	-akseliteho 15 - 300 kW	1,4/2,3	2,8/4,5	4,5/7,1	[2]
4,3	-akseliteho yli 300 kW	2,3/3,5	4,5/7,1	7,1/11	[2]
5	Kompressorit				
5,1	Mäntäkompressori				
5,1,1	akseliteho alle 100 kW	xx	11	18	[3]
5,1,2	akseliteho yli 100 kW	xx	18	28	[3]
5,2	Pyörivä kompressori		Jäykkä/joustava asennus		
5,2,1	akseliteho alle 15 kW	0,71	1,8	4,5	[1]
5,2,2	akseliteho 15 - 300 kW	1,4/2,3	2,8/4,5	4,5/7,1	[2]
5,2,3	akseliteho yli 300 kW	2,3/3,5	4,5/7,1	7,1/11	[2]
6	Vaihteet		Jäykkä/joustava asennus		
6,1	akseliteho alle 15 kW	0,71	1,8	4,5	[1]
6,2	akseliteho 15 - 300 kW	1,4/2,3	2,8/4,5	4,5/7,1	[2]
6,3	akseliteho yli 300 kW	2,3/3,5	4,5/7,1	7,1/11	[2]

		A/B	B/C	C/D	Ref
7	Puhaltimet		Jäykkä/joustava asennus		
7,1	Teollisuupros. ja voimantuotanto alle 300 kW	4,5/6,3	7,1/11,8	9/12,5	[4]
7,2	Teollisuupros. ja voimantuotanto yli 300 kW	2,3/3,5	4,5/7,1	7,1/11	[2]
8	Mäntäkoneet				
8,1	Mäntäkoneet teho alle 100 kW	xx	11	18	[3]
8,2	Mäntäkoneet teho yli 100 kW	xx	18	28	[3]

[1]	ISO 10816-1
[2]	ISO 10816-3
[3]	ISO 10816-6 raja-arvot (kokonaistasot) kokemusten perusteella
[4]	ISO 14694

	Laite	Teho kW	Pyörimisnopeus	Kuvaus	Asennustapa	Toimintapiste mitattaessa	Huomio- raja	Hälytys- raja	Korjau- s- aja	Ref
Laiteryhmä 3.2	327P1-P4	250	240	Hätäsyöttövesipumppu	Jäykkä	MA- kokeen aikana TTKE	18	23	35	[3]
Syrjäytyspumppu (mäntäp) >100 kW										
Laiteryhmä 4.1										
Sähkömoottori alle 15kW										
Laiteryhmä 4.3	649M101	630	1500	Huimamassakone	Joustava		4,4	8,9	13,8	
Sähkömoottorit > 300 kW	649M102	630	1500	Huimamassakone	Joustava		4,4	8,9	13,8	[2]
	649M201	630	1500	Huimamassakone	Joustava		4,4	8,9	13,8	
	649M202	630	1500	Huimamassakone	Joustava		4,4	8,9	13,8	
	649M301	630	1500	Huimamassakone	Joustava		4,4	8,9	13,8	
	649M401	630	1500	Huimamassakone	Joustava		4,4	8,9	13,8	
	653G101-G401	1600	1500	Generaattori, TTKE	Joustava	MA- kokeen aikana TTKE	4,4	8,9	13,8	
Laiteryhmä 5.1	754Q71-Q72	22	900	Typpikompressori	Joustava		12,5	17,5	28,8	[3]
Mäntä- kompressorit										
Laiteryhmä 5.2	753Q1-Q2	250	1500		Joustava	Kuormitettuna. Valmistajan suosituksen perusteella	8	10	12,5	[2]
Pyöriävä kompressori	754Q21-Q22	15	1900		Joustava		2,9	5,6	8,9	
	741Q11-Q12	15	2170		Joustava	MA- kokeen aikana TTKE	2,9	5,6	8,9	
	342Q53	132	3700		Joustava		2,9	5,6	8,9	

nr:o	Laitepaikka	Lukumäärä	Turvallisuusluokka YVL 2.1	Kunnossapitoluokka	TTKE-ehto	Käyttöprofiili	Vian vaikutus	Nykyinen mittausaikaväli	Uusi mittausaikaväli siirryttäessä mittaavaan kunnossapitoon
8	342 P52	2	EYT	3	Ei	Jatkuva käyttö	Ei vaikuta tuotantoon	26 vk	26 vk
10	342 Q53	2	EYT	3	Ei	Toimittava tarvittaessa	Ei vaikuta tuotantoon	26 vk	26 vk
9	343 P1	2	EYT	3	Ei	Toimittava tarvittaessa (6-8 kk/v)	Ei vaikuta tuotantoon	26 vk	26 vk
11	414 F2-F3	4	EYT	2	Ei	Vuorottais-käyttö 1/2	Kasvava riski tuotannollinen/ta loudellinen	13 vk	13 vk
12	711 P1-P4	8	EYT	3	Ei	Muu ajotapa. Käynnistyy korisuodatti-mien kanssa	Ei vaikuta tuotantoon	13 vk	13 vk
13	711 P5	2	EYT	3	Ei	Muu ajotapa. Käynnistyy 711 T1 H1	Ei vaikuta tuotantoon	13 vk	13 vk
14	712 P1-P4	8	3 *	1	30 vrk- rajoitus	Toimittava tarvittaessa. Dieselin käydessä tai Wet-Wellin jäähdytyksessä	Ei vaikuta tuotantoon	12 vk	12 vk
15	713 P1-4	8	3	2	Muu TTKE-rajoitus. 3.13B	Vuorottais-käyttö 3/4	Ei vaikuta tuotantoon	8 vk	8 vk
16	713 P5-P6	4	3	2	Muu TTKE-rajoitus. 3.13B	Vuorottais-käyttö 1/2	Ei vaikuta tuotantoon	12 vk	12 vk
17	714 P1-P4	8	EYT	2	Ei	Vuorottais-käyttö 3/4	Ei vaikuta tuotantoon	8 vk	8vk
18	714 P5-P6	4	EYT	2	Ei	Vuorottais-käyttö 1/2	Ei vaikuta tuotantoon	12 vk	12 vk

nr:o	Laitepaikka	Lukumäärä	Turvallisuusluokka YVL 2.1	Kunnossapitoluokka	TTKE-ehto	Käyttöprofiili	Vian vaikutus	Nykyinen mittausaikaväli	Uusi mittausaikaväli siirryttäessä mittaavaan kunnossapitoon
19	714 P7 **	2	EYT	2	Ei	Muu ajotapa. Meriveden alhainen lämpötila	Ei vaikuta tuotantoon	-	12 kk
20	721 P1-P4	8	3	1	30 vrk- rajoitus	Toimittava tarvittaessa. Dieselin käydessä tai Wet-Wellin jäähdytyksessä	Tuotannonmenetyksriski kohoa	12 vk	12 vk
21	723 P1-P4	8	3	2	Muu TTKE-rajoitus. 3.13B	Vuorottais-käyttö 3/4	Tuotannonmenetyksriski kohoa	8 vk	8 vk
22	726 P1-P2	4	EYT	2	Ei	Vuorottais-käyttö 1/2	Ei vaikuta tuotantoon	13 vk	13 vk
23	734 P1-P2	4	EYT	2	Ei	Vuorottais-käyttö 1/2	Tuotannonmenetyksriski kohoa	13 vk	13 vk
24	753 Q1-Q2	-	-	-	-	-	-	-	Liite 4
25	754 Q21-Q22	4	EYT	2	Ei	Vuorottais-käyttö 1/2	Ei vaikuta tuotantoon	8 vk	8 vk
26	763 P11-P12	4	EYT	2	Ei	Vuorottais-käyttö 1/2	Ei vaikuta tuotantoon	12 vk	12 vk
27	763 P13-P14	4	EYT	3	Ei	Vuorottais-käyttö 1/2	Ei vaikuta tuotantoon	12 vk	12 vk
28	763 P24	2	EYT	3	Ei	Jatkuva käyttö	Ei vaikuta tuotantoon	13 vk	13 vk

* Muuttuu tulevaisuudessa luokkaan 2

** Ennakkohoito-ohjelma puuttuu

LAITEPAIKKOJEN TARKASTELU

1. Sammutetun reaktorin jäähdytysjärjestelmä 321 P1-P2

Järjestelmän 321 päätehtävänä on /9/:

- Reaktorin jäähdytys normaalisti 190 °C:sta polttoaineen vaihtolatausta tai kylmää sammutustilaa vaativaa huoltotyötä varten.
- Reaktorin jäähdytyksen aikana järjestelmä syöttää vettä reaktoripaineastian kannen ruiskutusjärjestelmään kannen jäähdytystä varten (järjestelmä 326), mikäli reaktoritankin kansi avataan.
- Polttoaineenvaihdon aikana järjestelmät 321 ja 324 yhdessä vastaavat polttoainealtaiden, reaktorialtaan ja reaktoritankin sisäosien säilytysaltaiden jäähdytyksestä.
- Järjestelmän tehtävänä on myös laitoksen kaikissa käyttötilanteissa syöttää vettä reaktoriveden puhdistusjärjestelmään 331 sekä sen jälkeen palauttaa suurin osa tästä vedestä reaktoripaineastiaan syöttövesijärjestelmän 312 kautta. Loppuosa virtauksesta palautuu reaktoriin järjestelmän 354 kautta. Tämä osa virtauksesta toimii sekä säätösauvojen toimilaitteiden puhdistusvirtauksena että pikasulkutankkien täyttövetenä.

Järjestelmä 321 muodostaa yhdessä reaktoripaineastian kanssa suljetun kiertopiirin. Kiertovirtauksen saa aikaan normaaliajossa toinen kahdesta rinnan kytketystä pumpusta. Pumput ovat suljettuja, märkämootorilla varustettuja keskipakopumppuja.

Nykyinen ennakkohuolto-ohjelma ja kustannukset

Nykyiseen 321 pumpun ennakkohuolto-ohjelmaan kuulu pumppuyksikön vaihto ja vaihdetun pumpun huolto 8 vuoden välein. Pumpun huollosta on huoltosopimus KSB Finlandin kanssa. Aksiaalisvällyksen mittaus suoritetaan 2 vuoden välein. Määräaikaismittaus suoritetaan 3 kuukauden välein. Pumpun ALG- katkaisijan vaihto 8 vuoden välein sekä huoltotarkastus vuoden välein. Laitoksella on varaosana

vaihtopumppu, jonka korroosiosuojauksen tyypipaine tarkastetaan 3 kuukauden välein.

Nykyiset ennakkohuolto-ohjelman työkustannukset yhdelle 321 pumpulle ovat noin 5 000 € vuodessa ja materiaalikustannukset ovat noin 25 000 € vuodessa. Kaikki ennakkohuoltokustannukset kyseiselle laitepaikalle ovat 120 000 € vuodessa. Mittaavaan ennakkohuoltoon siirryttäessä arvioidut kustannukset laitepaikalle ovat 96 000 € vuodessa. Mittaavan kunnossapidon kustannukset saatu arvioimalla pumpun nykyisen 8 vuoden huoltovälin pitenevän 10 vuoteen.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vikahistoriasta

Yleisimmät vikaantumissyöt 321 pumpuille noin 12 vuoden tarkastelujaksolla ovat olleet huono eristysvastus 12 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli on 4 vuotta. Korkea käyntilämpötila 2 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli on 24 vuotta. Korkea värinätao 2 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli on 24 vuotta. Sekä suuri aksiaalivälitys kerran, laskennallinen vikaantumisväli on 48 vuotta. Huono eristysvastus johtuu pumpun vanhenemisesta. Vika havaitaan määräaikaaisella eristysvastusmittauksella. Korkea käyntilämpötila on johtunut staattorin sidemuovien kulumisesta. Pumppujen lämpötilaa seurataan valvomosta ja lämpötilan noustessa voidaan varalla oleva pumppu vaihtaa käyväksi. Korkea värinätao johtuu laakerien kulumisesta. Laakerien kulumista seurataan määräaikaismittausten avulla. Suuri aksiaalivälitys johtuu myös kulumisesta. Aksiaalivälitystä seurataan mittaamalla 2 vuoden välein. Kyseisten vikojen korjaamiseksi on asennettu vaihtopumppu.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Pumpun vikaantuminen ei vaikuta laitoksen tuotantoon tai käyttöön, koska pumput ovat kahdennettu. Ne käyvät vuoroittaiskäytöllä $\frac{1}{2}$, yhden pumpun käyntijakson ollessa 3 kk. Vikaantunut pumppu korvataan vaihtopumpulla. Käynnissä olevan pumpun vikaantuessa saadaan hälytys alhaisesta virtauksesta ja ohjaaja käynnistää varapumpun käsin. Jos pumppu vikaantuu alasajossa, jolloin molemmat pumput ovat käytössä, voidaan laitoksen alasajoa jatkaa, mutta reaktorin jäähdytysaika pitenee. Kummankin pumpun vikaantuessa vähintään toinen pumppu täytyy korjata, ennen

kuin normaalia alasajoa voidaan jatkaa. Reaktori voidaan kuitenkin tarvittaessa jäähdyttää ja ajaa alas muilla järjestelmillä 314, 323, 316.

Laitoksen normaalin käytön aikana seisova pumppu ja sen takaiskuventtiili, lämmönvaihtimet E1, E2 ja säätöventtiilin moottoritoimilaite V30 ovat luoksepäästävissä huoltoa varten. Kylmäseisokissa koko järjestelmä on luoksepäästävissä.

Johtopäätökset ja muutokset

Pumpun vikaantuminen ei vaikuta suoranaisesti laitoksen turvallisuuteen tai tuotantoon. Kunnossapitoanalyysin ja vikailmoitusten perusteella ei ole esiintynyt vikoja, jotka olisi voitu ennalta ehkäistä nykyisellä ennakkohuolto-ohjelmalla. Esiintyneet viat ovat havaittavissa nykyisellä ennakkohuolto-ohjelmalla. Tärinämittausta on suunniteltu muutettavaksi jatkuvaksi, jolloin määrävälein tehtävä mittausta jäisi sen jälkeen pois. Eristysvastusta mitataan kerran vuodessa, joka on ollut riittävä pumpun huonon eristysvastuksen toteamiseksi. Pumpun moottorin lämpötilaa voidaan valvoa keskusvalvomosta käsin.

Johtopäätöksenä edellisin huomioin ja perusteluin voidaan kyseinen laitepaikka siirtää mittaavan kunnossapidon piiriin. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä jätetään 8 vuoden välein suoritettava pumppuyksikön vaihto ja vaihdetun pumpun huolto pois.

2. Suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmä 322 P1-P4

Järjestelmän 322 päätehtävänä on /9/:

- Jäähdyttää lauhdutusallasta normaalikäytön aikana.
- Johtaa vettä lauhdutusaltaaseen järjestelmästä 342 ja poistaa vettä lauhdutusaltaasta järjestelmään 342 silloin kun suoritetaan veden vaihto.
- Suojarakennuksen sisäpuolisen primääripiirin vuoto-onnettomuuden sattuessa alentaa suojarakennuksen painetta lauhduttamalla kuivatilan ja märkätilan höyryä sekä jäähdyttämällä lauhdutusallasta.

- Suojarakennuksen sisäpuolisen onnettomuuden sattuessa poistaa fissiotuotteita suojarakennuksen ilmakehästä.
- Jäähdyttää lauhdutusallasta reaktorin eristyksen tai alasajon yhteydessä, jos reaktorista puhalletaan höyryä lauhdutusaltaaseen järjestelmän 314 kautta.
- Tarvittaessa täyttää kuivatilan alempi osa lauhdutusaltaan vedellä ja jäähdyttää tätä.
- Reaktoriallasta tyhjennettäessä siirtää vettä yhdessä järjestelmän 324 kanssa reaktorialtaasta lauhdutusaltaaseen.
- Onnettomuuden jälkeen täyttää suojarakennus vedellä.
- Tyhjentää lauhdutusallas järjestelmän 342 kautta.
- Ruiskuttaa lauhdutusaltaan vesipintaa tyypitäytön aikana.
- Jäähdyttää reaktorin pinnanmittauksen referenssilinjoja.

Järjestelmä koostuu neljästä rinnakkaisesta, lähes identtisestä piiristä. Kaikissa piireissä on keskipakopumppu, lämmönvaihdin ja puoliympyrän muotoinen ruiskutusputki suojarakennuksen kuivatilassa, sekä neljännesympyrän muotoinen ruiskutusputki suojarakennuksen märkätilassa. 322- järjestelmän pumput sijaitsevat erillisissä H- tiloissa. Järjestelmä on pysäytettyä kun lauhdutusaltaassa on normaali lämpötila, mutta käyttövalmiina koko ajan. Pumput ovat dieselvarmennettuja.

Nykyinen ennakkohuolto-ohjelma ja kustannukset

Nykyiseen 322 P1-P4 ennakkohuolto-ohjelmaan kuuluu pumpun öljyn vaihto 2 vuoden välein, moottorin voiteluaineen lisäys 26 viikon välein ja määräaikaismittaus 13 viikon välein. Käyttö suorittaa 4 viikon välein pumpun kapasiteettikokeen ja tarkastaa valvontakierroksellaan päivittäin pumpun öljyypinnan.

Nykyiset ennakkohuolto-ohjelman työ- ja materiaalikustannukset yhdelle 322 pumpulle ovat noin 400 € vuodessa. Kaikki ennakkohuoltokustannukset kyseiselle laitepaikalle on 3 200 € vuodessa. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä arvioidut kustannukset pysyvät ennallaan.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vikahistoriasta

Yleisimmät vikaantumissyöt 322 pumpuille noin 14 vuoden tarkastelujaksolla ovat olleet kytkinlaitosviat 5 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli on 22 vuotta. Kippikupin tiivisteiden vuotaminen 2 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli on 56 vuotta. Liukurengastiivisteiden kulumisen kerran, laskennallinen vikaantumisväli on 112 vuotta. Kytkinlaitosviat ovat olleet kontaktorin vanhenemisestä johtuvia. Kippikuvun vuodot ovat myös olleet vanhenemisestä johtuvia. Liukurengastiivisteiden vuodot ovat kulumisesta johtuvia vikoja. Kytkinlaitosviat on havaittu pumpun käynnistyksen tai pysäytyksen yhteydessä. Pumppu ei ole joko käynnistynyt tai pysähtynyt. Kippikuvun- ja liukurengastiivisteiden vuodot on havaittu käytön valvontakierroksen yhteydessä ja ne ovat ilmenneet ulkoisena vuotona.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Järjestelmän 322 P1-P4 pumpun vikaantuminen ei vaikuta laitoksen tuotantoon. Järjestelmällä on 30 vrk TTKE- rajoitus, jonka aikana järjestelmä on saatava käyttökuntoon tai laitos on ajettava kylmään sammutustilaan /3/. Järjestelmä ei ole normaalisti käytössä, vaan se on käynnistysvalmiudessa ja käynnistyy tai käynnistetään tarvittaessa. Käyttö suorittaa päivittäin pumpun yleistarkastuksen valvontakierroksellaan.

Johtopäätökset ja muutokset

Järjestelmällä on 30 vrk TTKE- rajoitus, minkä aikana järjestelmä on saatava käyttökuntoon tai laitos on ajettava kylmään sammutustilaan /3/. Kun pumppu vikaantuu, otetaan kyseinen piiri pois käytöstä, minkä jälkeen pumppu voidaan korjata. Käyttö suorittaa myös päivittäin pumpun yleistarkastuksen valvontakierroksellaan.

Johtopäätöksenä edellisiin huomioihin ja perusteluihin voidaan kyseinen laitepaikka siirtää mittaavan kunnossapidon piiriin. Mittaavaan kunnossapitoon siirtyminen ei aiheuta muutoksia ennakkohuolto-ohjelmaan.

3. Reaktorisydämen ruiskutusjärjestelmä 323 P1-P4

Järjestelmän 323 päätehtävänä on /9/:

- Yhdessä apusyöttövesijärjestelmän 327 ja ulospuhallusjärjestelmän 314 kanssa, ehkäistä reaktorisydämen ylikuumentuminen minkä tahansa primääripiirin putken rikkoutuessa suojarakennuksen sisäpuolella.

Järjestelmä koostuu neljästä erillisestä ja toisistaan riippumattomasta identtisestä haarasta. Jokaisessa piirissä on keskipakopumppu, joka imee vettä reaktorin suojarakennuksessa olevasta lauhdutusaltaasta (järjestelmä 316). 323-järjestelmän pumput sijaitsevat erillisissä H-tiloissa. Järjestelmä ei ole normaalisti käytössä, vaan se on käynnistysvalmiudessa. Järjestelmän suojarakennuksen ulkopuoliset osat, mm. pumppu, ovat luoksepäästävässä normaalien käytön aikana. Pumput ovat dieselvarmennettuja.

Nykyinen ennakkohuolto-ohjelma ja kustannukset

Nykyiseen 323 pumpun ennakkohuolto-ohjelmaan kuuluu ALG- katkaisijan huolto 2 vuoden välein ja vaihto 8 vuoden välein. Lisäksi ennakkohuolto-ohjelmaan kuuluu öljynvaihto 2 vuoden välein, voiteluaineen lisäys 26 viikon välein ja määrääaikaismittaus 12 viikon välein. Käyttöhenkilöstö koestaa pumpun kapasiteetin 4 viikon välein ja tekevät kierroksillaan päivittäin pumpun yleistarkastuksen, johon kuuluu öljypintojen tarkastus. Pumpun sähkömoottori tai laakerit vaihdetaan kunnonvalvontamittausten perusteella.

Nykyiset ennakkohuolto-ohjelman työ- ja materiaalikustannukset yhdelle 323 pumpulle ovat noin 700 € vuodessa. Kaikki ennakkohuoltokustannukset kyseiselle laitepaikalle ovat 5 600 € vuodessa. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä arvioidut kustannukset pysyvät ennallaan.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vikahistoriasta

Yleisimmät vikaantumissyöt 323 pumpuille noin 14 vuoden tarkastelujaksolla ovat olleet ohjauspiirin vika 6 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli on 19 vuotta. Suojareleen rikkoutuminen 4 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli on 28 vuotta.

Suojareleen rikkoutuminen estää pumpun käynnistymisen. Kyseinen vika havaitaan pumpun koestuksen yhteydessä. Vikaantuminen on vanhenemisesta johtuva. Ohjauspiirin vika havaitaan myös pumppauskoestuksen yhteydessä. Vikaantuminen on myös vanhenemisesta johtuva.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Järjestelmän 323 vikaantuessa apusyöttövesijärjestelmän (327) kapasiteetti on riittävä sydämen lyhyen aikavälin jäähdytyksen turvaamiseksi. Putkirikon yhteydessä sydämen hätäjäähdytyksen onnistuminen edellyttää, että neljästä 323-haarasta vähintään kaksi toimii, pitkän aikavälin jäähdytyksen turvaamiseksi riittää yhden haaran toiminta.

Vikailmoitusten perusteella ei ole ollut sellaisia vakavia vikoja, jotka vaarantaisivat järjestelmän koko toiminnan. Vikojen esiintymistiheydet olivat myös melko pienet. Viat, jotka liittyivät pumppujen ohjaukseen voidaan havaita vain pumppujen koestuksen yhteydessä. Pumpun ja laakerien kuntoa valvotaan tärinämittauksilla. Säännöllinen tärinämittaus antaa luotettavan kuvan laakereiden kunnosta. Laitoksen normaalikäytön aikana järjestelmä on käynnistysvalmiudessa.

Johtopäätökset ja muutokset

Järjestelmällä on 30:n vuorokauden TTKE- rajoitus, minkä aikana järjestelmä on saatava käyttökuntoon tai laitos on ajettava kylmään sammutustilaan /3/. Pumpun vikaantuminen ei suoranaisesti vaikuta laitoksen tuotantoon. Järjestelmän on oltava aina kunnossa ja sitä koestetaan 12 kertaa vuodessa. Käyttö tekee pumpun yleistarkastuksen päivittäin.

Johtopäätöksenä edellisin huomioin ja perusteluin voidaan kyseinen laitepaikka siirtää mittaavan kunnossapidon piiriin. Mittaavaan kunnossapitoon siirtyminen ei aiheuta muutoksia ennakkohuolto-ohjelmaan.

4. Polttoaine- ja reaktorialtaiden puhdistus- ja jäähdytysjärjestelmä 324 P1-P2

Järjestelmän 324 päätehtävänä on /9/:

- Puhdistaa allasvettä suodattamalla siitä pois hiukkasmaiset ja liuenneet epäpuhtaudet.
- Poistaa polttoainealtaissa olevasta polttoaineesta vapautuva jälkiteho.
- Järjestelmä on suunniteltu käytettäväksi myös tyhjennettäessä ja täytettäessä muita altaita, toisin sanoen läntistä ja itäistä polttoaineallasta, höyrynerotinallasta, höyrykuivainallasta sekä pulloallasta.
- Polttoaineenvaihtoseisokin aikana järjestelmä johtaa vettä reaktorialtaasta pinnanpitosäiliön T1 kautta järjestelmään 321. Altaissa on järjestelmään liittyvät yhteet lietteen imurointia varten.

Toinen keskipakopumpuista 324 P1-P2 on käynnissä toinen on varalla. Pumppuja valvotaan virtauksen mittauksella, josta on näyttö sekä paikallisesti että keskusvalvomossa. Pumput ovat ohjattavissa keskusvalvomosta käsin. Huoltotyö, joka vaatii jäähdytyksen pysäyttämisen, voidaan suorittaa vain, jos altaissa ei ole säteilytettyä polttoainetta. Jäähdytyksen pysäyttäminen vähäksi aikaa on mahdollista, vaikka altaissa olisikin käytettyä polttoainetta.

Nykyinen ennakkohuolto-ohjelma ja kustannukset

Nykyiseen 324 P1-P2 ennakkohuolto-ohjelmaan kuulu pumpun öljyn vaihto 52 viikon välein, voiteluaineen lisäys 13 viikon välein ja käyttöhenkilökunnan suorittama öljypinnan tarkistus kerran viikossa. Määräaikaismittaus suoritetaan 8 viikon välein.

Nykyiset ennakkohuolto-ohjelman työ- ja materiaalikustannukset yhdelle 324 pumpulle (P1-P2) ovat noin 600 € vuodessa. Kaikki ennakkohuoltokustannukset kyseiselle laitepaikalle ovat 2 400 € vuodessa. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä arvioidut kustannukset pysyvät ennallaan.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vikahistoriasta

Yleisimmät vikaantumissyöt 324 P1-P2:lle noin 14 vuoden tarkastelujaksolla ovat olleet liukurengastiivistevuoto 5 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli on 11 vuotta. Voiteluöljyvuoto 3 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli on 18 vuotta. Laakerin kiinnileikkautuminen 3 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli on 18 vuotta. Kontaktorin eristysvastus kerran, laskennallinen vikaantumisväli on 56 vuotta. Liukurenkaan vaurioituminen on kulumisesta johtuva. Vika havaitaan pumpun vuotamisena huonetilaan. Vika heikentää pumppauskykyä tai estää sen kokonaan. Voiteluöljyn vuotaminen johtuu huulitiivisteiden vaurioitumisesta, joka on myös kulumisesta johtuva. Molemmat edellisistä vioista havaitaan yleensä käytön kiertolistan valvontakierroksella. Laakerin kiinnileikkautuminen havaitaan pumpun matalasta virtauksesta tai/ja kytkinlaitosviasta, josta saadaan hälytys keskusvalvomoon. Pumpun rakenne on herkkä asennusvirheelle. Osa kiinnileikkautumisista on saattanut johtua asennusvirheestä. Kiinnileikkautumisvaurio asennusvirheen takia on niin nopea, että sitä ei pystytä estämään normaalilla määräaikaismittauksella.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Pumpun vikaantuminen ei vaikuta laitoksen tuotantoon tai käyttöön. Pumput käyvät vuoroittaiskäytöllä ½ ja tarvittaessa varalla oleva pumppu voidaan käynnistää käsin. Pumpun virtauksesta on näyttö keskusvalvomossa ja pumpun ylikuormasta saadaan hälytys keskusvalvomoon. Pumppu voidaan korjata tai vaihtaa normaalin käytön aikana.

Johtopäätökset ja muutokset

Pumpun vikaantuminen ei suoranaisesti vaikuta laitoksen turvallisuuteen, käyttöön tai tuotantoon. Polttoainealtaiden ja reaktorialtaan veden jäähdytystoiminnan varmuus heikkenee. Järjestelmän pumput ovat kahdennettu ja ne käyvät vuorottain. Siten varalla oleva korvaa tarvittaessa rikkoutuneen pumpun. Vikahistoriassa ilmenneet viat ovat sellaisia, että ne voidaan havaita nykyisellä silmämääräisellä valvonnalla ja ennakkohuoltomittauksella. Näin ollen viallinen pumppu voidaan siten vaihtaa ennen kuin se rikkoutuu kokonaan.

Johtopäätöksenä edellisin huomioin ja perusteluin voidaan kyseinen laitepaikka siirtää mittaavan kunnossapidon piiriin. Mittaavaan kunnossapitoon siirtyminen ei aiheuta muutoksia ennakkohuolto-ohjelmaan.

5. Polttoaine- ja reaktorialtaiden puhdistus- ja jäähdytysjärjestelmä 324 P5-P6

Järjestelmä 324 P5-P6 lisäpiirin tehtävänä on /9/:

- Mahdollistaa polttoaineenvaihtoseisokin aikana järjestelmän 321 pysäytys huoltoa varten tai tarvittaessa 4 vuorokauden kuluttua laitoksen alasajosta. Sen jälkeen piiri huolehtii yhdessä varsinaisen 324-järjestelmän kanssa jälkitechon jäähdytyksestä siten, että polttoainealtaiden keskilämpötila ei ylitä 44°C, edellyttäen, että meriveden lämpötila on korkeintaan 12°C.

Keskipakopumppujen 324 P5-P6 antamasta virtauksesta saadaan näyttö paikallisesti pumppujen ohjauspaikalle sekä hälytys keskusvalvomoon matalasta virtauksesta. Yhden käynnissä olevan pumpun vikaantuessa saadaan hälytys matalasta virtauksesta keskusvalvomoon. Keskilämpötila altaissa ei tällöin ylitä 48°C, vaikka vikaantuminen sattuisi välittömästi lisäpiirin käyttöönoton jälkeen. Lisäpiiri eristetty muusta 324- järjestelmästä. Lisäpiiri on luoksepäästävässä myös laitoksen normaalin käynnin aikana ja koska lisäpiiri ei ole käytössä tällöin, on huolto luonnollisesti pyrittävä tekemään käynnin aikana, polttoaineenvaihtoseisokkien ulkopuolella.

Nykyinen ennakkohuolto-ohjelma ja kustannukset

Nykyiseen 324 P5-P6 ennakkohuolto-ohjelmaan kuulu pumpun ja moottorin voiteluaineen lisäys kerran vuodessa. Määräaikaismittaus suoritetaan kerran vuodessa. Käyttöhenkilökunta suorittaa kapasiteettikokeen ja järjestelmän koestuksen kerran vuodessa. Lisäksi käyttöhenkilökunta suorittaa kerran päivässä vuosihuollon aikana pumpun yleis- ja öljypinnantarkistuksen.

Nykyiset ennakkohuolto-ohjelman työ- ja materiaalikustannukset yhdelle 324 pumpulle (P5-P6) ovat noin 300 € vuodessa. Kaikki ennakkohuoltokustannukset

kyseiselle laitepaikalle ovat 1 200 € vuodessa. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä arvioidut kustannukset pysyvät ennallaan.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vikahistoriasta

Yleisimmät vikaantumissyöt 324 P5-P6:lle noin 10 vuoden tarkastelujaksolla ovat olleet pumpun imukartion ja juoksupyörän välissä ollut epäpuhtaus (roska) kerran, laskennallinen vikaantumisväli on 40 vuotta. Sekä kytkentäkotelon kiinnityskynsien löystyminen kerran, laskennallinen vikaantumisväli on 40 vuotta. Roskan aiheuttama pumpun jumittuminen on tapahtunut kyseisen järjestelmän käyttöönoton aikana, eikä vika ole esiintynyt kuin sen kerran. Kytkentäkotelon löystyminen havaittiin käytön valvonnalla.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Kyseinen 324- piiri huolehtii yhdessä 324- järjestelmän kanssa jälkitechon lisäjäähdytyksestä polttoainevaihtoseisokissa. Pumpun 324 P5-P6 vikaantuminen polttoainevaihtoseisokissa ei nosta altaiden keskilämpötilaa yli 48°C, vaikka vikaantuminen sattuisi välittömästi lisäpiirin käyttöönoton jälkeen. Kyseinen piiri on eristetty muusta 324-piiristä normaali käytön aikana. Lisäpiirin tehtävä on mahdollistaa (nopeuttaa) 321- pumppujen pysäyttämisen noin neljän vuorokauden kuluttua vuosihuollon alusta alkaen esimerkiksi 321- piirin huoltoa varten.

Vikailmoitusten perusteella ei ole ollut sellaisia vakavia vikoja, jotka vaarantaisivat järjestelmän koko toiminnan. Järjestelmä on normaalisti pois käytöstä ja se koestetaan juuri ennen vuosihuoltoa. Pumppujen virtauksesta on paikallinen näyttö ja matalasta virtauksesta saadaan hälytykset keskusvalvomoon (L1 ja L2). Käytön kiertolistalla on pumppuille päivittäin oma tarkastus kun ne ovat käytössä.

Johtopäätökset ja muutokset

Yhden pumpun vikaantuminen ei vaikuta järjestelmän toimintaan siten että altaiden keskilämpötilaa ylittäisi 48°C, vaikka vikaantuminen sattuisi välittömästi lisäpiirin käyttöönoton jälkeen. Piirille tehdään koestus ja määräaikaismittaukset juuri ennen vuosihuoltoa sen toiminnan varmistamiseksi. Järjestelmän vikataajuus on ollut pieni.

Johtopäätöksenä edellisin huomioin ja perusteluin voidaan kyseinen laitepaikka siirtää mittaavan kunnossapidon piiriin. Mittaavaan kunnossapitoon siirtyminen ei aiheuta muutoksia ennakkohuolto-ohjelmaan.

6. Polttoaine- ja reaktorialtaiden puhdistus- ja jäähdytysjärjestelmä 324 P7

Talteenottojärjestelmän 324P7 tehtävänä on /9/:

- Mahdollistaa reaktoritankin kannen avaamisen ja sulkemisen yhteydessä reaktorialtaan veden talteenoton, puhdistuksen ja uudelleenkäytön.
- Normaalin käynnin aikana on mahdollista käyttää talteenottojärjestelmän putkistoa, varastosäiliötä ja pumppua puhtaan veden siirtoon ja varastointiin järjestelmistä 316, 342.

Virtaus- lämpötila- ja pintanäytöt sekä pumpun- että moottoriventtiilien ohjaus on lauhteenkäsittelyn valvomossa. Keskipakopumpun vikaantuessa ei reaktorialtaan täyttöä voida suorittaa varastosäiliön 324 T7 vedellä. Tällöin täyttö tapahtuu järjestelmästä 733, kuten tähän asti on ennenkin tehty.

Nykyinen ennakkohuolto-ohjelma ja kustannukset

Nykyiseen 324 P7 ennakkohuolto-ohjelmaan kuuluu käytön tekemä toimintakoe, joka suoritetaan kerran vuodessa ennen vuosihuoltoa. Pumpun öljynvaihto suoritetaan joka toinen vuosi.

Nykyiset ennakkohuolto-ohjelman työ- ja materiaalikustannukset 324 pumpulle (P7) ovat noin 200 € vuodessa. Kaikki ennakkohuoltokustannukset kyseiselle laitepaikalle ovat 400 € vuodessa. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä arvioidut kustannukset pysyvät ennallaan.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vikahistoriasta

Yleisimmät vikaantumissyöt 324 P7:lle noin 6 vuoden tarkastelujaksolla ovat olleet pehmökäynnistimen vikaantuminen 3 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli on 4 vuotta. Kontaktorin vikaantuminen kerran, laskennallinen vikaantumisväli on 12

vuotta. Pehmökäynnistimen vikaa voidaan pitää alunperin vääranlaisella pehmökäynnistimellä, joka on vaihdettu ja muutettu toimivaksi. Kontaktorivika on korjattu vaihtamalla uusi kontaktori vioittuneen tilalle.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Pumpun 324 P7 vikaantuminen ei suoranaisesti vaikuta laitoksen turvallisuuteen, käyttöön tai tuotantoon. Pumpulla ei ole TTKE- rajoituksia. Pumpun vikaantuessa ei reaktorialtaan täyttöä voida suorittaa varastosäiliön 324 T7 vedellä. Tällöin täyttö tapahtuu järjestelmästä 733, kuten tähän asti on ennenkin tehty. Järjestelmä on kokonaan luokse päästävässä myös normaalin käytön aikana. Järjestelmä on normaalisti pois käytöstä ja sitä käytetään vain vuosihuollossa ja se koetetaan ennen vuosihuoltoa. Huollot on tehtävä normaalin käynnin aikana, koska järjestelmää tarvitaan polttoainevaihtoseisokin aikana.

Johtopäätökset ja muutokset

Pumpun vikaantuminen ei vaikuta laitoksen turvallisuuteen eikä tuotantoon. Pumpun vikaantuessa vesitäytön voi tehdä järjestelmästä 733.

Johtopäätöksenä edellisin huomioin ja perusteluin voidaan kyseinen laitepaikka siirtää mittaavan kunnossapidon piiriin. Mittaavaan kunnossapitoon siirtyminen ei aiheuta muutoksia ennakkohuolto-ohjelmaan.

7. Apusyöttövesijärjestelmä 327 P1-P4

Järjestelmän 327 päätehtävänä on /9/:

- Reaktorin pinnan ylläpitäminen reaktorisydämessä, kun syöttövesijärjestelmä ei ole toiminnassa, mutta käyttötilanne on muuten normaali.
- Ylläpitää reaktorisydämen vesimäärää onnettomuustilanteissa, jotka ovat seurausta mistä tahansa toimintahäiriöstä, siihen asti kunnes tämä tehtävä siirtyy järjestelmälle 323.
- Jäähdyttää reaktorisydäntä yhdessä järjestelmän 323 kanssa primääripiirin putkikatkosonnettomuuksien yhteydessä.

Järjestelmä koostuu neljästä lähes identtisestä ja erillisestä toisistaan riippumattomasta piiristä. Pumput ovat normaalisti valmiustilassa, josta ne voivat käynnistyä automaattisesti tarpeen mukaan. Pumput voidaan käynnistää myös käsin, siten ettei reaktoriin tarvitse pumpata vettä eli pumppu on niin sanotulla kierrätysajolla. Pumput saavat sähkönsyöttönsä dieselvarmennetusta kiskosta (660 V, järjestelmä 662).

Nykyinen ennakkohuolto-ohjelma ja kustannukset

Nykyiseen 327 pumppujen ennakkohuolto-ohjelmaan kuuluu kiilahihnojen vaihto 10 vuoden välein. Venttiili- ja poksihuolto suoritetaan 8 vuoden välein, siten että ne osuvat 4 vuoden välein toisiinsa nähden. ALG- katkaisijan vaihto ja koestus suoritetaan 8 vuoden välein, sekä tarkastus vuoden välein. Varoventtiilin koestus vuoden välein. Voiteluaineen lisäys 26 viikon välein. Määräaikaismittaus 12 viikon välein. Käyttöhenkilökunta tarkistaa päivittäin pumpun voiteluöljypinnan ja mäntien vesivoitelun. Pumpun koestus on 4 viikon välein. Sisään pumppauksen koestus reaktoriin riippuu piiristä ja se suoritetaan 3-12 kk välein.

Nykyiset ennakkohuolto-ohjelman työ kustannukset yhdelle 327 pumpulle ovat noin 2000 € vuodessa ja materiaalikustannukset ovat noin 2000 € vuodessa. Kaikki ennakkohuoltokustannukset kyseiselle laitepaikalle ovat 32 000 € vuodessa.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vikahistoriasta

Yleisimmät vikaantumissyöt 327 pumpuille noin 7 vuoden tarkastelujaksolla ovat olleet poksien kulumisesta aiheutuva vuotaminen 12 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli 5 vuotta. Männän ja kulumisesta ja laippatiivisteiden vanhenemisesta aiheutuneita vuotamisia 6 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli 9 vuotta. Paineakun tiivistevuoto 3 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli 19 vuotta. Kiilahihnojen luistaminen 2 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli 28 vuotta. Mäntien vesivuodot ovat havaittu määräaikaiskokeiden yhteydessä. Paineakkujen vuodot ovat havaittu kaasupaineakokeen yhteydessä ja ne ovat johtuneet vanhenemisesta. Nykyisin paineakuille on paikallinen jatkuva mittaus, joten niiden vuoto havaitaan käytön suorittamalla kierroksella paineen alenemisena. Kiilahihnojen luistaminen on

havaittu pumppauskokeessa pumppauskapasiteetin heikkenemisellä. Vika johtuu kiilahihnojen sekä hihnapyörien kulumisesta.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Järjestelmän 327 pumpun vikaantuminen ei vaikuta suoranaisesti laitoksen tuotantoon. Järjestelmällä on 30 vuorokauden TTKE- rajoitus, minkä aikana järjestelmä on saatava käyttökuntoon tai laitos on ajettava kylmään sammutustilaan /3/. Suurien sydämen yläpuolisten vuotojen tapauksessa järjestelmä 323 huolehtii reaktorin hätäjähdytyksestä, kun reaktorin paine on laskenut riittävän alas. Turvallisuusanalyseissä vain kahden järjestelmän 327 neljästä piiristä on oletettu toimivan. Laitoksen normaalikäytön aikana järjestelmä on käynnistysvalmiudessa.

Pumppujen viat, kuten poksien vuodot, mäntien vuodot, paineakun vuodot ja pumppauskyvyn aleneminen ovat tulleet esiin määräaikaiskoestuksen yhteydessä.

Johtopäätökset ja muutokset

Järjestelmällä on 30 vrk TTKE- rajoitus, minkä aikana järjestelmä on saatava käyttökuntoon tai laitos on ajettava kylmään sammutustilaan /3/. Järjestelmän vikaantuminen ei suoranaisesti vaikuta laitoksen tuotantoon. Järjestelmän on oltava aina kunnossa ja sitä koestetaan 12 kertaa vuodessa. Määräaikaismittaus suoritetaan 12 viikon välein. Käyttö tekee pumpun yleistarkastuksen päivittäin.

Yhdelle 327 P1-P4 on suunnitteilla perusteellinen kunnontarkastus. Tämä antaa paremman kuvan pumpun todellisesta kunnosta ja näin saadaan selville mahdolliset viat, jotka eivät nykyisissä huoltotoimissa ja pumpun koeajoissa tule esille. Kunnontarkastuksen kohteeksi pitää valita sellainen pumppu, jolla on eniten pumppauskertoja tai käyttötunteja.

Johtopäätöksenä edellisin huomioin ja järjestelmän tärkeyttä ajatellen laitoksen epänormaaleissa käyttötilanteissa, kyseisiä pumppuja ei tule siirtää mittaavaan kunnossapitoon, vaan jatkaa huoltoja nykyisen huolto-ohjelman mukaisesti edellä olevaa poikkeusta lukuun ottamatta.

8. Nestemäisien jätteiden käsittelyjärjestelmä 342 P52

Järjestelmän 342 päätehtävänä on /9/:

- Ottaa vastaan ja käsitellä radioaktiivinen nestemäinen jäte valvotuilta alueilta, sekä vesipitoinen öljy, joka erotetaan 345-järjestelmästä (vain OL1).

Järjestelmä käsittelee radioaktiivisen jätteen sillä tavalla, että vesi voidaan joko käyttää uudelleen voimalaitoksella, tai siirtää jäähdytysvesikanavaan. Jäljelle jäävät dekantterin/separaattorin liete, haihdutinkonsentraatti sekä ioninvaihto- ja suodatinmassat siirretään järjestelmään 343, jossa ne saatetaan varastointikelpoiseen muotoon. Järjestelmä on jaettu linjoihin 1-6, joilla on omat tehtävät. Pumppu P52 kuuluu linjaan 5.

Potkuripumppu 342 P52 kuuluu haihdutin linjan pääkiertopiiriin jossa haihdutinkonsentraatti kierrätetään lämmönvaihtimen ja höyrystimen kautta. Linja 5:n tehtävänä, on suorittaa jätevesien puhdistus, joiden liuenneessa muodossa olevan aktiivisuuden määrä on niin korkea, ettei kyseistä vettä voida pumpata jäähdytysvesikanavaan. Jos jokin haihduttimen käynnille välttämätön komponentti vikaantuu, voidaan vesi hätätilassa puhdistaa linjoissa 1 tai 2 ja 3.

Nykyinen ennakkohuolto-ohjelma ja kustannukset

Nykyiseen 342 P52 ennakkohuolto-ohjelmaan kuuluu kiilahihnojen tarkastus sekä voiteluaineen lisäys ja määräaikaismittaus 26 viikon välein. Pumpputyyppejä on uusittu molemmille laitoksille. Laitokselle OL1 vuonna 2002 ja OL2 vuonna 2003.

Nykyiset ennakkohuolto-ohjelman työ- ja materiaalikustannukset 342 pumpulle ovat noin 300 € vuodessa. Kaikki ennakkohuoltokustannukset kyseiselle laitepaikalle ovat 600 € vuodessa. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä arvioidut kustannukset pysyvät ennallaan.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vikahistoriasta

Koska pumpputyyppejä on vaihdettu molemmille laitoksille noin 4 vuotta sitten niin vikahistoriassa ei ole tähän asti kuin yksi pumpun poksivesi vuoto 4 vuoden aikana,

laskennallinen vikaantumisväli 8 vuotta. Kyseinen poksivesi vuoto lakkasi säätämällä poksiveden painetta.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Pumpun 342 P52 vikaantuminen ei suoranaisesti vaikuta laitoksen turvallisuuteen, käyttöön tai tuotantoon. Järjestelmällä ei ole TTKE- ehtoa. Jos jokin haihduttimen käynnille välttämätön komponentti vikaantuu, voidaan vesi hätätilassa puhdistaa linjoissa 1 tai 2 ja 3 /9/. Jos pumppu vikaantuu, se on korjattavissa laitoksen normaalin käytön aikana. Keskusvalvomoon tulee jatkohälytyksenä koontihälytys tarpeellisten toimenpiteiden aloittamiseksi, kun järjestelmän 342 käyttötila vaatii toimenpiteitä. Esimerkkeinä tällaisesta voidaan mainita jonkin vastaanottosäiliön täyttyminen tai tyhjeneminen tai kytkinlaitosvika.

Johtopäätökset ja muutokset

Pumpun vikaantuminen ei vaikuta suoranaisesti laitoksen turvallisuuteen, käyttöön tai tuotantoon eikä järjestelmällä ole TTKE- ehtoa. Laite on toiminut luotettavasti ja sillä on riittävä kunnonvalvonta.

Johtopäätöksenä edellisin huomioin ja perusteluin voidaan kyseinen laitepaikka siirtää mittaavan kunnossapidon piiriin. Mittaavaan kunnossapitoon siirtyminen ei aiheuta muutoksia ennakkohuolto-ohjelmaan.

9. Nestemäisien jätteiden käsittelyjärjestelmä 342 Q53

Järjestelmän 342 päätehtävänä on /9/:

- Ottaa vastaan ja käsitellä radioaktiivinen nestemäinen jäte valvotuilta alueilta, sekä vesipitoinen öljy, joka erotetaan 345-järjestelmästä (vain OL1).

Korkeapaine puhallin 342 Q53, joka on tyypiltään keskipakopuhallin, kuuluu myös 342 linja 5:een. Korkeapaine puhallin imee höyryn höyrystimestä pisaraerottimen kautta. Toiminta perustuu höyryn mekaaniseen puristukseen. Puhaltimen puristustyö antaa energialisän höyryyn, minkä jälkeen höyry lauhdutetaan päälämmönvaihtimen putkien ulkopinnoille. Haihduttimen vähimmäiskapasiteetti on noin 4000 kg tunnissa. Jos jokin haihduttimen käynnille välttämätön komponentti vikaantuu, voidaan vesi hätätilassa puhdistaa linjoissa 1 tai 2 ja 3.

Nykyinen ennakkohoito-ohjelma ja kustannukset

Nykyiseen 342 Q53 ennakkohoito-ohjelmaan kuuluu öljyn- ja suodattimen vaihto vuoden välein. Öljypinnan tarkistus ja voiteluaineen lisäys sekä määräaikaismittaus 26 viikon välein. Korkeapaine puhallin 342 Q53 on uusittu molemmille laitoksille. Laitokselle OL1 vuonna 2002 ja OL2 vuonna 2003.

Nykyiset ennakkohoito-ohjelman työ- ja materiaalikustannukset 342 korkeapaine puhaltimelle ovat noin 1 000 € vuodessa. Kaikki ennakkohoitokustannukset kyseiselle laitepaikalle ovat 2 000 € vuodessa. Mittavaan kunnossapitoon siirryttäessä arvioidut kustannukset pysyvät ennallaan.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vikahistoriasta

Korkeapaine puhallin on vaihdettu molemmille laitoksille noin 4 vuotta sitten. Vikahistoriassa ei ole tähän asti kuin yksi akselitiivisteiden vuoto 4 vuoden aikana, laskennallinen vikaantumisväli on 8 vuotta. Vika oli korkeapaine puhaltimen käyttöönoton alkuaikana. Vika korjattu vaihtamalla hiilirengassarja.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Korkeapainepuhaltimen 342 Q53 vikaantuminen ei suoranaisesti vaikuta laitoksen turvallisuuteen, käyttöön tai tuotantoon. Järjestelmällä ei ole TTKE- ehtoa. Kyseinen korkeapainepuhallin kuuluu haihdutin linjaan jätteenkäsittelylaitokselle ja se imee höyryn höyrystimestä pisaraerottimen kautta. Jos 342 Q53 vikaantuu, se on korjattavissa laitoksen normaalin käytön aikana. Jos jokin haihduttimen käynnille välttämätön komponentti vikaantuu, voidaan vesi hätätilassa puhdistaa linjoissa 1 tai 2 ja 3.

Johtopäätökset ja muutokset

Korkeapainepuhaltimen vikaantuminen ei vaikuta suoranaisesti laitoksen turvallisuuteen, käyttöön tai tuotantoon eikä järjestelmällä ole TTKE- ehtoa. Laite on toiminut luotettavasti ja sillä on riittävä kunnonvalvonta.

Johtopäätöksenä edellisin huomioin ja perusteluin voidaan kyseinen laitepaikka siirtää mittavaan kunnossapidon piiriin. Mittavaan kunnossapitotoon siirtyminen ei aiheuta muutoksia ennakkohuolto-ohjelmaan.

10. Kiinteiden jätteiden käsittelyjärjestelmä 343 P1

Järjestelmän 343 päätehtävänä on /9/:

- Vastaanottaa valvotuilta alueilta peräisin olevat kiinteät jätteet, kuten jätepaperit ja -muovit. Kiinteä jäte lajitellaan käsin lajittelukaapissa.
- Käsitellä haihdutinkonsentraatti, raemainen ja pulverimainen ioninvaihtomassa vapaasti juoksevaan kuivaan olotilaan.
- Väkevöidä valvotun alueen 345-pumppukuopista sekä jätelaitoksen vastaanottosäiliöistä kerätty lietepitoinen jätevesi kiinteityskelpoiseen väkevyyteen.
- Täyttää 200 l peltitynnyrit kuivatulla massalla tai kuivatun massan ja bitumin seoksella ja laittaa niihin kannet, sekä siirtää ne varastotilaan.

Kierrätyspumppu 343 P1 kuuluu kuivausasemaan ja se on tyypiltään keskipakopumppu. Pumpun tehtävänä on aikaansaada virtaus ejektorille ennen kuin nestemäinen jäte pumpataan kuivaajaan. Kierrätyspumppun vikaantuessa voi käyttövesivirtaus ejektorille pienentyä, mikä johtaa paineen kohoamiseen 343 T1:ssä. Tällöin saadaan hälytys paikallisvalvomoon ja sen jälkeen jatkohälytys 100 sekunnin viiveellä keskusvalvomoon.

Nykyinen ennakkohuolto-ohjelma ja kustannukset

Nykyiseen 343 P1 ennakkohuolto-ohjelmaan kuuluu määräaikaismittaus, joka suoritetaan 26 viikon välein. Pumput ovat vaihdettu molemmille laitoksille vuonna 2000. Pumppujen tyypistä johtuen niille ei ole voiteluöljyhuoltoa.

Nykyiset ennakkohuolto-ohjelman työ- ja materiaalikustannukset 343 pumpulle ovat noin 100 € vuodessa. Kaikki ennakkohuoltokustannukset kyseiselle laitepaikalle ovat 200 € vuodessa. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä arvioidut kustannukset pysyvät ennallaan.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vikahistoriasta

Järjestelmän 343 P1 pumpulle ei ole ollut yhtään vikaa pumppujen vuonna 2000 tapahtuneen vaihdon jälkeen.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Kierrätyspumppun vikaantuminen ei vaikuta suoranaisesti laitoksen turvallisuuteen, käyttöön tai tuotantoon eikä järjestelmällä ole TTKE- ehtoa. Pumpun kokonaisikäntaika on noin 2 kuukautta vuodessa. Kierrätyspumppun 343 P1 vikaantuessa voi käyttövesivirtaus ejektorille 343 Q1 pienentyä ja tämä voi johtaa paineen kohoamiseen 343 T1:ssä. Mittapiste 343 K102 antaa tällöin hälytyksen. Jatkohälytys menee keskusvalvomoon 100 sekunnin viiveellä. Jos 343 P1 vikaantuu, se on korjattavissa laitoksen normaalin käytön aikana.

Johtopäätökset ja muutokset

Kierrätyspumpun vikaantuminen ei vaikuta suoranaisesti laitoksen turvallisuuteen, käyttöön tai tuotantoon eikä järjestelmällä ole TTKE- ehtoa. Laite on toiminut luotettavasti ja sillä on riittävä kunnonvalvonta.

Johtopäätöksenä edellisin huomioin ja perusteluin voidaan kyseinen laitepaikka siirtää mittaavan kunnossapidon piiriin. Mittaavaan kunnossapitoon siirtyminen ei aiheuta muutoksia ennakkohuolto-ohjelmaan.

11. Laakeriöljyjärjestelmä 414 F1-F2

Järjestelmän 414 päätehtävänä on /9/:

- Syöttää turpiinin ja generaattorin laakereille öljyä voitelua ja jäähdytystä varten (voiteluöljypiiri).
- Nostaa turpiini- ja generaattoriakselit ennen paaksauksen käynnistämistä käynnistysvääntömomentin vähentämiseksi (nostoöljypiiri).
- Paaksauslaitteiston hammaspyörien voitelu ja jäähdytys.
- Syöttää öljyä säätö- ja laukaisuöljyjärjestelmän.

Puhaltimet 414F1-F2, jotka ovat öljysumuimureita, imevät pääöljytankin ilmatilasta kosteaa öljysumua ja kierrättää sen jäähdytysosan (jossa tapahtuu kosteuden tiivistyminen) kautta takaisin tankkiin. Kondenssivesi johdetaan säiliön ulkopuolella olevaan erilliseen keräilyastiaan. Normaalisti on yksi puhallin käytössä, toinen varalla. Riittämätön alipaine ennen öljysumuimureita antaa hälytyksen keskusvalvomoon ja käynnistää toisen öljysumuimurin.

Nykyinen ennakkohuolto-ohjelma ja kustannukset

Nykyiseen 414 F2-F3 huolto-ohjelmaan kuuluu 3- kuukauden välein tehtävä määräaikaismittaus. Käyttö suorittaa päivittäin yleistarkastuksen huonetilassa valvontakierroksellaan.

Nykyiset ennakkohoolto-ohjelman työ- ja materiaalikustannukset yhdelle 414 puhaltimelle ovat noin 300 € vuodessa. Kaikki ennakkohoitokustannukset kyseiselle laitepaikalle ovat 1 200 € vuodessa. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä arvioidut kustannukset pysyvät ennallaan.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vikahistoriasta

Vikaantumissyitä 414 F2-F3 puhaltimilla on ollut vain yksi 10 vuoden tarkastelujakson aikana. Puhaltimen värinäarvot olivat yli korjausrajan. Laskennallinen vikaantumisväli 40 vuotta. Värinäarvot johtuivat moottorin laakereiden kulumisesta. Korjaustoimena on ollut puhaltimen moottorin vaihtaminen.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Puhaltimen 414 F1-F2 vikaantuminen ei vaikuta suoranaisesti laitoksen turvallisuuteen, käyttöön tai tuotantoon, eikä puhaltimella ole TTKE- ehtoa. Puhaltimet käyvät vuoroittaiskäytöllä. Kuitenkin puhaltimen vikaantuminen aiheuttaa kasvavan riskin tuotannon menetykselle. Puhaltimilla on ollut vain yksi vika viimeisten 10 vuoden aikana. Se on havaittu määräaikaismittauksella. Puhallin voidaan korjata normaalin käytön aikana. Liian pienestä alipaineesta ennen puhaltimia saadaan hälytys keskusvalvomoon ja varalla oleva puhallin käynnistyy.

Johtopäätökset ja muutokset

Puhaltimen vikaantuminen aiheuttaa kasvavan riskin tuotannon menetykselle. Vikaantuminen ei kuitenkaan vaikuta suoranaisesti laitoksen turvallisuuteen, käyttöön tai tuotantoon. Puhallin pystytään korjaamaan normaalin tehoajon aikana ja määräaikaismittauksella saa hyvän kuvan laitteen kunnosta.

Johtopäätöksenä edellisin huomioin ja perusteluin voidaan kyseinen laitepaikka siirtää mittaavan kunnossapidon piiriin. Mittaavaan kunnossapitoon siirtyminen ei aiheuta muutoksia ennakkohoolto-ohjelmaan.

12. Meriveden puhdistusjärjestelmä 711 P1-P4

Järjestelmän 711 päätehtävänä on /9/:

- Puhdistaa merivedestä epäpuhtaudet, jotka ovat erotettavissa mekaanisesti.
- Meriveden puhdistuslaitoksen jätteen kerääminen ja hävittäminen.

Merivettä käytetään turpiinilauhduttimen ja merivesijäähdytysjärjestelmien (712, 713, 714 ja 715) laitteiden jäähdyttämiseen. Pumput 711P1-P4 toimivat huuhtelupumppuina ja ovat tyypiltään keskipakopumppuja. Ne käyvät samaan aikaan korisuodattimien kanssa ja huuhtelevat niitä. Korisuodattimet käynnistyvät kellokytkimen asettelun mukaan tai kun likaantumisen seurauksena pinnakorkeusero suodattimen yli kasvaa. Huuhteluvesi epäpuhtauksineen huuhtoutuu kouruun ja siitä eteenpäin murskaimeen ja edelleen ulos laitokselta.

Nykyinen ennakkohoolto-ohjelma ja kustannukset

Nykyiseen 711 P1-P4 ennakkohoolto-ohjelmaan kuuluu pumpun sekä moottorin voiteluaineen lisäys 13 viikon välein, sekä määräaikaismittaus 13 viikon välein. Käyttö suorittaa päivittäin yleistarkastuksen huonetilassa valvontakierroksellaan.

Nykyiset ennakkohoolto-ohjelman työ- ja materiaalikustannukset yhdelle 711 pumpulle (P1-P4) ovat noin 400 € vuodessa. Kaikki ennakkohoitokustannukset kyseiselle laitepaikalle ovat 3 200 € vuodessa. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä arvioidut kustannukset pysyvät ennallaan.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vikahistoriasta

Vikaantumissytyt 711 P1-P4:lle noin 19 vuoden tarkastelujaksolla ovat olleet imuputken ilmavuodot 10 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli 15 vuotta. Pumpun pesän syöpyminen 8 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli 19 vuotta. Sähkömoottorin vikaantuminen on tapahtunut 3 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli 50 vuotta. Pumpun ilmavuodot on havaittu kun pumppu ei pumppaa vettä. Vika on vanhenemisesta johtuva. Pumpun pesän syöpyminen havaitaan viime kädessä pumpun pumppaamattomuudella, mutta myös tärinätasotkin nousevat. Vika

on vanhenemisesta ja kulumisesta johtuva. Sähkömoottorivian takia pumppu ei käynnisty. Vika on vanhenemisesta johtuva.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Pumpun 711 P1-P4 vikaantuminen ei vaikuta suoranaisesti laitoksen turvallisuuteen, käyttöön tai tuotantoon, eikä pumpulla ole TTKE- ehtoa. Pumput käyvät samaan aikaan korisuodattimien käydessä joko ajastimen- tai korisuodattimien pinnankorkeuseron ohjaamana. Pumpun vikaantuminen aiheuttaa kyseisen korisuodattimen huuhtelun estymisen ja likaantumisen. Koreja voidaan kuitenkin huuhdella letkulla käsin. Käyttö suorittaa päivittäin huonetilassa yleistarkastuksen valvontakierroksellaan. Pumppu voidaan korjata tai vaihtaa normaalin käytön aikana.

Johtopäätökset ja muutokset

Pumpun vikaantuminen ei vaikuta laitoksen turvallisuuteen tai käyttöön, eikä pumpulla ole TTKE- ehtoa. Koreja voidaan huuhdella käsin vesiletkun avulla pumpun vikaantuessa.

Johtopäätöksenä edellisin huomioin ja perusteluin voidaan kyseinen laitepaikka siirtää mittaavan kunnossapidon piiriin. Mittaavaan kunnossapitoon siirtyminen ei aiheuta muutoksia ennakkohuolto-ohjelmaan.

13. Meriveden puhdistusjärjestelmä 711 P5

Järjestelmän 711 päätehtävät ja toiminta on selostettu kohdan 12 alussa.

Puhdistamolta tulevat epäpuhtaudet, kuten roskat, johdetaan murskaimeen, jossa ne jauhetaan ennen niiden poistoa poistopumpun 711 P5 avulla laitokselta. Tämä tapahtuu automaattisesti samaan aikaan kun merivesilaitoksen merivettä puhdistavat korisuodattimet ovat käynnissä. Poistopumpun vikaantuessa saadaan hälytys keskusvalvomoon 711 T2 altaan korkeasta pinnasta. Murskattujen epäpuhtauksien poisto estyy, mutta järjestelmä on rakennettu siten, ettei tulvaa tämän takia synny. Lisäksi pumput 711 P1-P4 pysähtyvät, joten veden tulo lakkaa 711 T2:een. /9/

Nykyinen ennakkohuolto-ohjelma ja kustannukset

Nykyiseen 711 P5 ennakkohuolto-ohjelmaan kuuluu pumpun öljyn vaihto ja sähkömoottorin eristysvastusmittaus vuoden välein, sekä määräaikaismittaus 13 viikon välein. Käyttö suorittaa päivittäin yleistarkastuksen huonetilassa valvontakierroksellaan.

Nykyiset ennakkohuolto-ohjelman työ- ja materiaalikustannukset 711 pumpulle (P7) ovat noin 400 € vuodessa. Kaikki ennakkohuoltokustannukset kyseiselle laitepaikalle ovat 800 € vuodessa. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä arvioidut kustannukset pysyvät ennallaan.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vikahistoriasta

Yleisimmät vikaantumissyöt 711 P5 noin 19 vuoden tarkastelujaksolla ovat olleet pumpun osien kulumisesta johtunut pumppauskapasiteetin heikkeneminen. Vikoja on ollut yhteensä 7, laskennallinen vikaantumisväli 5 vuotta. Moottorin sähköisiä vikoja on ollut 6 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli on 6 vuotta. Muita sähköisiä vikoja on ollut 5 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli 8 vuotta. Moottorin sähköiset viat sekä muut sähköiset viat ovat johtuneet vanhenemisestä. Viat on aiheuttaneet pumpun toimimattomuuden. Kyseisten vikojen johdosta on vikaantuneen pumpun tilalle vaihdettu uusi pumppu.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Pumpun 711 P5 vikaantuminen ei vaikuta suoraan laitoksen turvallisuuteen, käyttöön tai tuotantoon, eikä pumpulla ole TTKE- ehtoa. Murskattujen epäpuhtauksien poisto estyy, mutta rakenteesta johtuen huonetila ei tulvi. Pumppu voidaan vaihtaa normaalin käytön aikana yhdessä työpäivässä. Nykyisellä määräaikaismittauksella kyetään seuraamaan pumpun ja moottorin kunnan kehitystä riittävän hyvin. Käyttö suorittaa kyseisen pumpun toiminnan valvontaa päivittäin.

Johtopäätökset ja muutokset

Pumpun vikaantuminen ei vaikuta laitoksen turvallisuuteen tai käyttöön eikä pumpulla ole TTKE- ehtoa.

Johtopäätöksenä edellisin huomioin ja perusteluin voidaan kyseinen laitepaikka siirtää mittaavan kunnossapidon piiriin. Mittaavaan kunnossapitoon siirtyminen ei aiheuta muutoksia ennakkohuolto-ohjelmaan.

14. Sammutetun reaktorin merivesijärjestelmä 712 P1-P4

Järjestelmän 712 päätehtävänä on /9/:

- Toimittaa tarvittava jäähdytysvesivirtaus järjestelmän 721 lämmönvaihtimille.
- Toimittaa jäähdytysvettä dieselmootoreiden jäähdyttimille.
- Lauhdutusaltaan 316 jäähdyttäminen välillisesti.

Järjestelmä 712 on avoin merivettä käyttävä jäähdytysjärjestelmä joka koostuu neljästä identtisestä ja toisistaan riippumattomasta piiristä. Kuhunkin piiriin kuuluu dieselvarmennettu pumppu, joka ottaa vettä jäähdytysvesikanavasta. Yhden piirin vikaantuessa voi laitosta käyttää rajoitetun ajan. Piirin vikaantuminen ei vaikuta suoranaisesti laitoksen tuotantoon. Pumppujen virtauksesta on näyttö keskusvalvomossa. Laitoksen toimiessa normaalisti järjestelmä 712 on yleensä pysähdyksissä ja valmiustilassa, joko käsi- tai automaattikäynnistystä varten.

Nykyinen ennakkohuolto-ohjelma ja kustannukset

Nykyiseen 712 P1-P4 ennakkohuolto-ohjelmaan kuuluu pumpun vaihto ja varastoon palautus huollettuna 4vuoden välein. Pumpun voiteluaineen lisäys 26 viikon välein ja moottoriin 1 vuoden välein. Määräaikaismittaus suoritetaan 12 viikon välein. Käyttö suorittaa pumpun kapasiteettikokeen 4 viikon välein. Lisäksi pumpun toiminta tulee testattua 4 viikon välein varavoimadieselin koeajon yhteydessä. Käyttö suorittaa myös päivittäin pumpun yleistarkastuksen valvontakierroksellaan.

Nykyiset ennakkohuolto-ohjelman työ kustannukset yhdelle 712 pumpulle ovat noin 2 500 € vuodessa ja materiaalikustannukset ovat noin 2 500 € vuodessa. Kaikki ennakkohuoltokustannukset kyseiselle laitepaikalle ovat 40 000 € vuodessa. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä arvioidut kustannukset ovat 16 000 € vuodessa. Mittaavan kunnossapidon kustannukset on saatu arvioimalla pumpun nykyisen 4 vuoden huoltovälin pitenevän 10 vuoteen. Sinkkianodeille suunniteltua tulevaa ennakkohuolto-ohjelmaa ei ole mukana laskelmissa, mutta arviolta se on suuruusluokaltaan alle 1 000 € vuodessa.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vikahistoriasta

Yleisimmät vikaantumissyöt 712 pumpuille noin 7 vuoden tarkastelujaksolla ovat olleet pumppauskyvyn heikkeneminen 3 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli 18 vuotta. Pumpun akselitiivisteen vuoto 2 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli 28 vuotta. Laakerivaurio kerran, laskennallinen vikaantumisväli 56 vuotta. Pumppauskyvyn heikkeneminen on johtunut vieraista esineistä pumpun juoksupyörän siivistössä. Vika on havaittu pumpun kapasiteettikokeella. Akselitiiviste vuodot on johtuneet kulumisesta ja ne ovat havaittu käytön valvontakierroksella. Laakerivaurio on kulumisesta johtuva ja se on havaittu määräaikaissä väärtelymittauksessa.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Järjestelmän 712 P1-P4 pumpun vikaantuminen ei vaikuta laitoksen tuotantoon. Järjestelmällä on 30 vrk TTKE- rajoitus, minkä aikana järjestelmä on saatava käyttökuntoon tai laitos on ajettava kylmään sammutustilaan /3/. Järjestelmä ei ole normaalisti käytössä, vaan se on käynnistysvalmiudessa ja käynnistetään tai käynnistyy tarvittaessa. Säännöllinen värinämittaus antaa luotettavan kuvan laakereiden kunnosta ja siten voidaan ennakoida laakereiden vikaantuminen. Käyttö suorittaa päivittäin pumpun yleistarkastuksen valvontakierroksellaan. Pumpeissa olleet viat on pystytty havaitsemaan nykyisellä kunnonvalvonnalla. Pumppeita voidaan korjata laitoksen normaalin käytön aikana.

Johtopäätökset ja muutokset

Järjestelmällä on 30 vrk TTKE- rajoitus, minkä aikana järjestelmä on saatava käyttökuntoon tai laitos on ajettava kylmään sammutustilaan /3/. Kun pumppu vikaantuu, otetaan kyseinen piiri pois käytöstä, minkä jälkeen pumppu voidaan viasta riippuen korjata tai vaihtaa kunnostettuun pumppuun. Pumpun ja laakerien kuntoa valvotaan värinämittauksilla. Käyttö suorittaa myös päivittäin pumpun yleistarkastuksen valvontakierroksellaan.

Pumppujen 712 P1-P4 nousuputkien ulkopuolella, on sinkkianodit. Sinkkianodeille tulee perustaa ennakkohuolto-ohjelmaan työ niiden määräaikaista tarkastusta ja vaihtoa varten.

Johtopäätöksenä edellisin huomioin ja perusteluin voidaan kyseinen laitepaikka siirtää mittaavan kunnossapidon piiriin. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä jätetään pois 4 vuoden välein suoritettava pumppuyksikön vaihto ja toteutetaan edellä olevat toimenpiteet. Vaikutukset myös tehoajon ennakkohuoltopaketteihin ns. dieselpaketteihin tulee huomioida.

15. Dieselvarmennettu merivesijärjestelmä 713 P1-P4

Järjestelmän 713 päätehtävänä on /9/:

- Antaa tarvittava jäähdytysvesivirtaus järjestelmän 723 merivesilämmönvaihtimille ja turbiinirakennuksen ilmastoinnin jäähdyttimille.
- Pitää järjestelmän 712 piirit 1 ja 3 vesitäytettynä kun nämä piirit eivät ole käynnissä.

Järjestelmä 713 on avoin merivesijäähdytysjärjestelmä, ja se koostuu kahdesta pääpiiristä, matalapaine- ja korkeapainepiiristä. Matalapainepiirissä on neljä rinnankytkettyä pumppua P1-P4, joista kolme on normaalisti käynnissä. Meriveden lämpötilan ollessa riittävän alhainen voidaan ajaa myös kahdella pumpulla. Korkeapainepiirin kaksi rinnankytkettyä paineenkorotuspumppua P5-P6 on liitetty sarjaan pumppujen P1-P4 kanssa. Toinen pumpuista P5 tai P6 on normaalisti

käynnissä ja toinen varalla. Pumppujen virtauksesta on näyttö keskusvalvomossa, lisäksi matalapainepiirin virtauksen pienentyessä alle rajan 713K301 L1 saadaan hälytys. Kaikki pumput ovat dieselvarmennettuja.

Laitteisto on huollettavissa normaalin käytön aikana, lukuun ottamatta turbiinilaitoksen ilmajäähdyttimiä putkistoineen.

Nykyinen ennakkohuolto-ohjelma ja kustannukset

Nykyiseen 713 P1-P4 ennakkohuolto-ohjelmaan kuuluu pumpun huolto ja varastoon palautus 6 vuoden välein. Voiteluaineen lisäys 13 viikon välein. Määräaikaismittaus 8 viikon välein. Käyttö suorittaa päivittäin pumpun yleistarkastuksen valvontakierroksellaan.

Nykyiset ennakkohuolto-ohjelman työ kustannukset yhdelle 713 pumpulle (P1-P4) ovat noin 2 000 € vuodessa ja materiaalikustannukset ovat noin 1 000 € vuodessa. Kaikki ennakkohuoltokustannukset kyseiselle laitepaikalle ovat 24 000 € vuodessa. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä arvioidut kustannukset laitepaikalle ovat 18 000 € vuodessa. Mittaavan kunnossapidon kustannukset on saatu arvioimalla pumpun nykyisen 6 vuoden huoltovälin pitenevän 8 vuoteen. Sinkkianodeille suunniteltua tulevaa muutostyötä ja ennakkohuolto-ohjelman muutosta ei ole mukana laskelmissa, mutta arviolta se on suuruusluokaltaan alle 1 000 € vuodessa.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vikahistoriasta

Yleisimmät vikaantumissytyt 713 P1-P4 noin 6 vuoden tarkastelujaksolla ovat olleet liukurengastiivisteiden kulumisen 3 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli 16 vuotta. Laakerivaurio kerran, laskennallinen vikaantumisväli 48 vuotta. Liukurengastiivisteiden vuodot on johtuneet kulumisesta ja ne ovat havaittu käytön valvontakierroksella. Laakerivaurio on kulumisesta johtuva ja se on havaittu määräaikaissä värehtelymittauksessa.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Järjestelmän 713 P1-P4 pumpun vikaantuminen ei vaikuta laitoksen turvallisuuteen tai tuotantoon, eikä sillä ole suoranaista TTKE- ehtoa. Pumput käyvät vuoroittaiskäytöllä siten että normaalisti neljästä pumpusta kolme käy. Matalasta virtauksesta saadaan hälytys keskusvalvomoon. Pumpun vikaantuessa varalla ollut pumppu voidaan käynnistää käsin. Pumpun ja laakerien kuntoa valvotaan värinämittauksilla. Säännöllinen värinämittaus antaa luotettavan kuvan laakereiden kunnosta ja siten voidaan ennakoida laakereiden vikaantuminen. Pumppu voidaan korjata tai vaihtaa varastossa olevaan huollettuun pumppuun laitoksen normaalin käytön aikana. Käyttö suorittaa myös päivittäin pumpun yleistarkastuksen valvontakierroksellaan.

Pumppujen 713 P1-P4 korjausajankohta tulisi mahdollisuuksien mukaan ennakoida siten, että niitä ei joutuisi erottamaan korkean meriveden lämpötilan aikana (kesä). Tämä siksi, että merivesijärjestelmien jäähdytyskapasiteetti on alentunut korkean meriveden lämpötilan johdosta. Pumpun kunnan kehittymisessä voidaan seurata värinämittauksen avulla.

Johtopäätökset ja muutokset

Matalapainepiirissä on neljä rinnankytkettyä pumppua, joista kolme on normaalisti käynnissä. Pumpun vikaantuminen ei vaikuta laitoksen turvallisuuteen tai käyttöön. Pumpun ja laakerien kuntoa valvotaan värinämittauksilla. Käyttö tekee pumpun yleistarkastuksen päivittäin.

Pumppujen 713 P1-P4 nousuputkien sisäpuolella, on sinkkianodit. Muutostyöllä sinkkianodit pitäisi asentaa nousuputkien ulkopuolelle seuraavissa perushuolloissa. Tämä siksi, että ne voitaisiin tarkistaa ja vaihtaa tarvittaessa. Lisäksi sinkkianodeille tulee perustaa ennakkohuolto-ohjelmaan työ niiden määräaikaista tarkastusta ja vaihtoa varten. Tarkastus voitaisiin tehdä joko sukeltamalla tai silloin kun pumppukuoppa on tyhjennetty sen tarkastusta varten.

Johtopäätöksenä edellisin huomioin ja perusteluin voidaan kyseinen laitepaikka siirtää mittaavan kunnossapidon piiriin. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä jätetään pois 6 vuoden välein suoritettava pumppuyksikön vaihto ja toteutetaan edellä olevat toimenpiteet.

16. Dieselvarmennettu merivesijärjestelmä 713 P5-P6

Järjestelmän 713 päätehtävät ja toimintaa on selostettu kohdan 15 alussa.

Korkeapainepiirin kaksi rinnankytkettyä paineenkorotuspumppua 713 P5-P6 on liitetty sarjaan pumppujen 713 P1-P4 kanssa. Tämä korkeapainepiiri on liitetty turbiinirakennuksen ilmastoinnin jäähdyttimiin. Toinen pumpuista on käynnissä ja toinen varalla. Varapumppu käynnistyy automaattisesti jos korkeapainepiirin virtaus pienenee. Virtauksesta on näyttö keskusvalvomossa ja lisäksi saadaan myös hälytys keskusvalvomoon. /9/

Nykyinen ennakkohuolto-ohjelma ja kustannukset

Nykyiseen 713 P5-P6 ennakkohuolto-ohjelmaan kuuluu pumpun huolto 5 vuoden välein. Voiteluaineen lisäys kerran vuodessa. Määräaikaismittaus 12 viikon välein. Käyttö suorittaa päivittäin pumpun yleistarkastuksen valvontakierroksellaan.

Nykyiset ennakkohuolto-ohjelman työ kustannukset yhdelle 713 pumpulle (P5-P6) ovat noin 700 € vuodessa ja materiaalikustannukset ovat noin 1 600 € vuodessa. Kaikki ennakkohuoltokustannukset kyseiselle laitepaikalle ovat 9 200 € vuodessa. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä arvioidut kustannukset laitepaikalle ovat 5 750 € vuodessa. Mittaavan kunnossapidon kustannukset on saatu arvioimalla pumpun nykyisen 5 vuoden huoltovälin pitenevän 8:aan vuoteen.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vikahistoriasta

Yleisimmät vikaantumissytyt 713 P5-P6 noin 6 vuoden tarkastelujaksolla ovat olleet liukurengastiiivisten vuotaminen 2 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli 12 vuotta. Laakerivaurio 2 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli 12 vuotta. Molemmat viat

ovat olleet kulumisesta johtuvia. Liukurengastiivisteiden vuotaminen on havaittu käytön valvontakierroksella. Laakerivaurioista toinen on havaittu pumpun pysähtymisenä ja toinen määräaikaismittauksella kohonneena tärinätasona.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Järjestelmän 713 P5-P6 pumpun vikaantuminen ei vaikuta laitoksen turvallisuuteen tai tuotantoon eikä sillä ole suoranaista TTKE- ehtoa. Pumpun vikaantuessa, varalla oleva pumppu käynnistyy automaattisesti. Pumpun ja laakerien kuntoa valvotaan tärinämittauksilla. Käyttö suorittaa päivittäin pumpun yleistarkastuksen valvontakierroksellaan. Pumppu voidaan korjata laitoksen normaalin käytön aikana.

Johtopäätökset ja muutokset

Pumpun vikaantuminen ei vaikuta laitoksen turvallisuuteen tuotantoon tai käyttöön. Pumput käyvät vuoroittaiskäytöllä $1/2$. Käyttö suorittaa myös päivittäin pumpun yleistarkastuksen valvontakierroksellaan ja pumppuilla on säännöllinen määräaikaismittaus.

Johtopäätöksenä edellisin huomioin ja perusteluin voidaan kyseinen laitepaikka siirtää mittaavan kunnossapidon piiriin. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä jätetään pois 5 vuoden välein suoritettava pumppuyksikön huolto.

17. Dieselvarmentamaton merivesijärjestelmä 714 P1-P4

Järjestelmän 714 päätehtävänä on /9/:

- Jäähdyttää lämmitysjärjestelmän 763 lämmönvaihtimia.
- Jäähdyttää päämerivesipumppuja (434).
- Toimittaa jäähdytysvesi turbiinilaitoksen ilmajäähdyttimille.
- Jäähdyttää muita isoja pumppuja (mm. 441, 445)

Järjestelmä 714 on avoin merivesijäähdytysjärjestelmä, ja se koostuu kahdesta pääpiiristä, matalapaine- ja korkeapainepiiristä. Matalapainepiirissä on neljä rinnankytkettyä pumppua P1-P4, joista normaalisti kolme käy yhden ollessa varalla.

Korkeapainepiiriin kaksi rinnankytkettyä paineenkorotuspumppua P5-P6 on liitetty sarjaan pumppujen P1-P4 kanssa. Toinen pumpuista on käynnissä ja toinen varalla. Varapumppu käynnistyy automaattisesti jos korkeapainepiirin virtaus pienenee. Virtauksesta on näyttö keskusvalvomossa ja lisäksi saadaan myös hälytys keskusvalvomoon. Pumput ovat dieselvarmentamattomia.

Laitteisto on huollettavissa normaalin käytön aikana, lukuun ottamatta turbiinilaitoksen ilmajäähdyttimiä putkistoineen.

Nykyinen ennakkohuolto-ohjelma ja kustannukset

Nykyiseen 714 P1-P4 ennakkohuolto-ohjelmaan kuuluu takaiskuventtiilin huolto 12 vuoden välein sekä pumpun huolto 6 vuoden välein. Pumpun ALG- katkaisijan vaihto 8 vuoden välein sekä sen huolto kerran vuodessa. Voiteluaineen lisäys pumppuun ja moottoriin 12 viikon välein. Määräaikaismittaus suoritetaan 8 viikon välein. Käyttö suorittaa päivittäin pumpun yleistarkastuksen valvontakierroksellaan.

Nykyiset ennakkohuolto-ohjelman työ kustannukset yhdelle 714 pumpulle (P1-P4) ovat noin 1 600 € vuodessa ja materiaalikustannukset ovat noin 800 € vuodessa. Kaikki ennakkohuoltokustannukset kyseiselle laitepaikalle ovat 19 200 € vuodessa. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä arvioidut kustannukset laitepaikalle ovat 14 400 € vuodessa. Mittaavan kunnossapidon kustannukset on saatu arvioimalla pumpun nykyisen 6 vuoden huoltovälin pitenevän 8:aan vuoteen. Sinkkianodeille suunniteltua tulevaa muutostyötä ja ennakkohuolto-ohjelman muutosta ei ole mukana laskelmissa, mutta arviolta se on suuruusluokaltaan alle 1 000 € vuodessa.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vikahistoriasta

Yleisimmät vikaantumissyöt 714 P1-P4 noin 6 vuoden tarkastelujaksolla ovat olleet liukurengastiivisteiden vuotaminen 14 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli 3 vuotta. Laakerin vioittuminen 6 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli 8 vuotta. Viat ovat kulumisesta johtuvia. Liukurengastiivisteiden vuotaminen on havaittu käytön valvontakierroksella. Laakereiden vioittuminen on havaittu värinämittauksella.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Järjestelmän 714 P1-P4 pumpun vikaantuminen ei vaikuta laitoksen turvallisuuteen tai tuotantoon eikä sillä ole TTKE- ehtoa. Pumput käyvät vuoroittaiskäytöllä siten että normaalisti neljästä pumpusta kolme käy. Matalasta virtauksesta saadaan hälytys keskusvalvomoon. Pumpun vikaantuessa varalla ollut pumppu voidaan käynnistää käsin. Pumppu voidaan korjata tai vaihtaa varastossa olevaan huollettuun pumppuun laitoksen normaalin käytön aikana. Pumpun ja laakerien kuntoa valvotaan värinämittauksilla ja näin nähdään pumpun kunnan kehittyminen. Käyttö suorittaa myös päivittäin pumpun yleistarkastuksen valvontakierroksellaan.

Pumppujen 714 P1-P4 korjausajankohta tulisi mahdollisuuksien mukaan ennakoida siten, että niitä ei joutuisi erottamaan korkean meriveden lämpötilan aikana (kesä). Tämä siksi, että merivesijärjestelmien jäähdytyskapasiteetti on alentunut korkean meriveden lämpötilan johdosta. Pumpun kunnan kehittämisessä voidaan seurata värinämittauksen avulla.

Johtopäätökset ja muutokset

Matalapainepiirissä on neljä rinnankytkettyä pumppua, joista kolme on normaalisti käynnissä. Pumpun vikaantuminen ei vaikuta laitoksen turvallisuuteen tai käyttöön. Pumpun ja laakerien kuntoa valvotaan värinämittauksilla. Käyttö suorittaa pumpun yleistarkastuksen päivittäin.

Pumppujen 714 P1-P4 nousuputkien sisäpuolella on sinkkianodit. Muutostyöllä sinkkianodit pitäisi asentaa nousuputkien ulkopuolelle seuraavissa perushuolloissa. Tämä siksi, että ne voitaisiin tarkistaa ja vaihtaa tarvittaessa. Lisäksi sinkkianodeille tulee perustaa ennakkohuolto-ohjelmaan työ niiden määräaikaista tarkastusta ja vaihtoa varten. Tarkastus voitaisiin tehdä joko sukeltamalla tai silloin kun pumppukuoppa on tyhjennetty sen tarkastusta varten.

Johtopäätöksenä edellisin huomioin ja perusteluin voidaan kyseinen laitepaikka siirtää mittaavan kunnossapidon piiriin. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä jätetään pois 6 vuoden välein suoritettava pumppuyksikön vaihto ja toteutetaan edellä olevat toimenpiteet.

18. Dieselvarmentamaton merivesijärjestelmä 714 P5-P6

Järjestelmän 714 päätehtävät ja toimintaa on selostettu kohdan 17 alussa.

Korkeapainepiirin kaksi rinnankytkettyä paineenkorotuspumppua 714P5-P6 on liitetty sarjaan pumppujen 714 P1-P4 kanssa. Tämä korkeapainepiiri on liitetty joihinkin turbiinirakennuksen ilmastoinnin jäähdyttimiin. Toinen pumpuista on käynnissä ja toinen varalla. Varapumppu käynnistyy automaattisesti jos korkeapainepiirin virtaus pienenee. Virtauksesta on näyttö keskusvalvomossa ja lisäksi saadaan myös hälytys keskusvalvomoon. Pumput ovat dieselvarmentamattomia. /9/

Nykyinen ennakkohuolto-ohjelma ja kustannukset

Nykyiseen 714 P5-P6 ennakkohuolto-ohjelmaan kuuluu pumpun huolto 4 vuoden välein. Voiteluaineen lisäys kerran vuodessa. Määräaikaismittaus 12 viikon välein. Käyttö suorittaa päivittäin pumpun yleistarkastuksen valvontakierroksellaan.

Nykyiset ennakkohuolto-ohjelman työ kustannukset yhdelle 714 pumpulle (P5-P6) ovat noin 1 000 € vuodessa ja materiaalikustannukset ovat noin 1 300 € vuodessa. Kaikki ennakkohuoltokustannukset kyseiselle laitepaikalle ovat 9 200 € vuodessa. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä arvioidut kustannukset ovat 6 200 € vuodessa. Mittaavan kunnossapidon kustannukset on saatu arvioimalla pumpun nykyisen 4 vuoden huoltovälin pitenevän 6:een vuoteen.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vikahistoriasta

Yleisimmät vikaantumissyöt 714 pumpuille (P5-P6) noin 7 vuoden tarkastelujaksolla ovat olleet liukurengastiivisteiden vuotaminen 8 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli 3 vuotta. Vika on ollut kulumisesta johtuva. Liukurengastiivisteiden vuotaminen on havaittu käytön valvontakierroksen yhteydessä.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Järjestelmän 714 pumpun (P5-P6) vikaantuminen ei vaikuta laitoksen turvallisuuteen tai tuotantoon eikä sillä ole suoranaista TTKE- ehtoa. Pumpun vikaantuessa, varalla oleva pumppu käynnistyy automaattisesti. Pumpun ja laakerien kuntoa valvotaan tärinämittauksilla. Käyttö suorittaa päivittäin pumpun yleistarkastuksen valvontakierroksellaan.

Johtopäätökset ja muutokset

Pumpun vikaantuminen ei vaikuta laitoksen turvallisuuteen tai käyttöön. Pumput käyvät vuoroittaiskäytöllä $1/2$. Pumppu voidaan korjata laitoksen normaalin käytön aikana. Käyttö suorittaa myös päivittäin pumpun yleistarkastuksen valvontakierroksellaan ja pumpuilla on säännöllinen määräaikaismittaus.

Johtopäätöksenä edellisin huomioin ja perusteluin voidaan kyseinen laitepaikka siirtää mittaavan kunnossapidon piiriin. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä jätetään pois 4 vuoden välein suoritettava pumppuyksikön huolto.

19. Dieselvarmentamaton merivesijärjestelmä 714 P7

Järjestelmän 714 päätehtävät ja toimintaa on selostettu kohdan 17 alussa.

Keskipakotyypin pumpun 714 P7 tehtävä on ruiskuttaa lämmintä merivettä korisuodattimiin kun meriveden lämpötila laskee hyvin lähelle jäätympistettä. Lämmintä merivettä saadaan 714- järjestelmän poistupuolelta. Pumpun kytkentä 711- järjestelmän korisuodattimiin tehdään manuaalisesti operatiivisella käskyllä tai kun meriveden lämpötila laskee alle tietyn lämpötilan.

Nykyinen ennakkohuolto-ohjelma ja kustannukset

Pumpulla 714 P7 ei ole ennakkohuolto-ohjelmaa. Käyttöhenkilökunta suorittaa pumpun koestuksen kerran vuodessa.

Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä arvioidut kustannukset olisivat noin 200 € vuodessa.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vikahistoriasta

Pumpulle 714 P7 ei ole ollut yhtään vikaa 7 vuoden tarkastelujakson aikana.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Pumpun 714 P7 vikaantuminen ei suoranaisesti vaikuta laitoksen turvallisuuteen, tuotantoon tai käyttöön. Pumpun vikaantuminen aiheuttaa kuitenkin kasvavan riskin tuotannon menetykselle tilanteessa, jossa meriveden lämpötila on lähellä jäätymisspistettä.

Johtopäätökset ja muutokset

Kyseiselle laitepaikalle pitää laatia ennakkohuolto-ohjelma ja se pitää ottaa mittaavan kunnossapidon piiriin.

20. Sammutetun reaktorin välijäähdytysjärjestelmä 721 P1-P4

Järjestelmän 721 päätteävänä on /9/:

- Toimittaa järjestelmien 321 ja 322 lämmönvaihtimille jäähdytysvettä näiden järjestelmien toiminnan turvaamiseksi.
- Toimittaa jäähdytysvettä järjestelmän 741 ilmajäähdyttimille, järjestelmien 322, 323 ja 327 pumppujen moottoreita jäähdyttävälle ilmajäähdyttimille ja järjestelmän 327 lämmönvaihtimille.
- Jos järjestelmä 723 ei ole käytettävissä, järjestelmä 721 voi toimittaa jäähdytysvettä myös järjestelmän 324 lämmönvaihtimille ja järjestelmän 321 pumppujen moottoreille.
- Järjestelmään liittyvän kemikaalien annostelulaitteiston avulla voidaan järjestelmiin 721, 723 ja 763 syöttää tarvittaessa hydratsiinia.

Järjestelmä 721 on suljettu jäähdytysjärjestelmä, joka koostuu kahdesta lähes identtisestä ja riippumattomasta rinnakkaisesta piiristä. Piiriin kuuluu kaksi dieselvarmennettua 50 %:n pumppua. Kumpaankin piiriin kuuluu kaksi lämmönvaihdinta, joita jäähdytetään sammutetun reaktorin merivesijärjestelmällä (712).

Nykyinen ennakkohuolto-ohjelma ja kustannukset

Nykyiseen 721 P1-P4 ennakkohuolto-ohjelmaan kuuluu pumpun perushuolto 8 vuoden välein, pumpun öljynvaihto 2 vuoden välein, moottorin voiteluaineen lisäys 12 viikon välein ja määräaikaismittaus 13 viikon välein. Käyttö suorittaa pumpun kapasiteettikokeen 4 viikon välein ja tämän lisäksi päivittäin pumpun öljynpinnan tarkastuksen valvontakierroksellaan.

Nykyiset ennakkohuolto-ohjelman työ kustannukset yhdelle 721 pumpulle ovat noin 500 € vuodessa ja materiaalikustannukset ovat noin 1 000 € vuodessa. Kaikki ennakkohuoltokustannukset kyseiselle laitepaikalle ovat 12 000 € vuodessa. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä arvioidut kustannukset ovat 6 400 € vuodessa. Mittaavan kunnossapidon kustannukset on saatu arvioimalla pumpun nykyisen 8 vuoden huoltovälin pitenevän 15 vuoteen.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vikahistoriasta

Yleisimmät vikaantumissyöt 721 pumpuille noin 7 vuoden tarkastelujaksolla ovat olleet liukurengastiivisteiden kulumisen kerran, pumpun laakerin kiinnileikkautuminen kerran ja sähkömoottorin virran huojuminen kerran, laskennallinen vikaantumisväli 56 vuotta. Liukurengastiivisteiden vuotaminen ja pumpun laakerin kiinnileikkautuminen ovat kulumisesta johtuvia vikoja. Sähkömoottorin virran heiluminen on vanhenemisestä johtuva vika. Liukurengastiivisteiden kulumisen näkyy öljyvuotona ulos. Tämä havaitaan normaalissa käytön suorittamassa päivittäisessä tarkastuksessa. Pumppauskapasiteetti nähdään määräaikaistestien yhteydessä, sekä normaalin lauhdutusaltaan jäähdytyksen yhteydessä.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Järjestelmän 721 P1-P4 pumpun vikaantuminen ei vaikuta laitoksen tuotantoon. Järjestelmällä on 30 vrk TTKE- rajoitus, minkä aikana järjestelmä on saatava käyttökuntoon tai laitos on ajettava kylmään sammutustilaan /3/. Järjestelmä ei ole normaalisti käytössä, vaan se on käynnistysvalmiudessa ja käynnistyy tai käynnistetään tarvittaessa. Käyttö suorittaa päivittäin pumpun yleistarkastuksen valvontakierroksellaan.

Johtopäätökset ja muutokset

Järjestelmällä on 30 vrk TTKE- rajoitus, minkä aikana järjestelmä on saatava käyttökuntoon tai laitos on ajettava kylmään sammutustilaan /3/. Kun pumppu vikaantuu, otetaan kyseinen piiri pois käytöstä, minkä jälkeen pumppu voidaan viasta riippuen korjata tai vaihtaa.

Johtopäätöksenä edellisin huomioin ja perusteluin voidaan kyseinen laitepaikka siirtää mittaavan kunnossapidon piiriin. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä jätetään pois 8 vuoden välein suoritettava pumppuyksikön perushuolto.

21. Dieselvarmennettu välijäähdytysjärjestelmä 723 P1-P4

Järjestelmän 723 päätehtävänä on /9/:

- Toimia välijäähdytyspiirinä merivesijärjestelmän 713 ja reaktori-, jäte-, apu- ja turbiinirakennuksissa sijaitsevien jäähdytystä tarvitsevien laitteiden välillä.

Järjestelmä 723 on suljettu jäähdytysjärjestelmä, joka käsittää kaksi pääpiiriä, joiden läpi vesi kierrätetään neljällä rinnankytketyllä pumpulla. Järjestelmän normaalikäytössä kolme neljästä pumpusta on käynnissä. Automaattinen kolmitieventtiili pitää jäähdytysveden tulolämpötilan vakiona 25°C. Jos yksi käynnissä olevista pumpuista vikaantuu tai virtaus jostain muusta syystä pienenee paluulinjassa, saadaan hälytys keskusvalvomoon. Varalla oleva pumppu käynnistetään tällöin käsin. Kolmen pumpun kapasiteetti on riittävä järjestelmän tehtäviä varten, mutta viallinen pumppu tai moottori on vaihdettava tai korjattava

mahdollisimman pian, jotta järjestelmän käytettävyys säilytetään. Pumput ovat dieselvarmennettuja.

Nykyinen ennakkohuolto-ohjelma ja kustannukset

Nykyiseen 723 P1-P4 ennakkohuolto-ohjelmaan kuuluu öljyn vaihto kahden vuoden välein, voiteluaineen lisäys 13 viikon välein, määräaikaismittaus 8 viikon välein. Käyttö suorittaa päivittäin pumpun yleistarkastuksen sekä öljynpinnan tarkastuksen valvontakierroksellaan.

Nykyiset ennakkohuolto-ohjelman työ- ja materiaalikustannukset yhdelle 723 pumpulle ovat noin 300 € vuodessa. Kaikki ennakkohuoltokustannukset kyseiselle laitepaikalle ovat 2 400 € vuodessa. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä arvioidut kustannukset pysyvät ennallaan.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vikahistoriasta

Yleisimmät vikaantumissyöt 723 pumpuille noin 7 vuoden tarkastelujaksolla ovat olleet pumpun huulitiivisteiden kulumisesta johtuneet viat yhteensä 8 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli 7 vuotta. Viat ovat havaittu öljynvuotona. Kunnossapitoanalyysin vikahistoriassa ei ollut muita vikoja tarkastelujaksolla.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Järjestelmän 723 P1-P4 pumpun vikaantuminen ei vaikuta suoraan laitoksen turvallisuuteen, tuotantoon tai käyttöön, mutta viallinen pumppu tai moottori on vaihdettava tai korjattava niin pian kuin mahdollista, jotta järjestelmän käytettävyys säilytetään. Pumput käyvät vuoroittaiskäytöllä siten että normaalisti neljästä pumpusta kolme käy. Matalasta virtauksesta saadaan hälytys keskusvalvomoon. Pumpun vikaantuessa varalla ollut pumppu voidaan käynnistää käsin.

Käyttö seuraa pumppujen kuntoa päivittäin ja pumpuilla on säännöllinen määräaikaismittaus. Pumppujen kuntoa voidaan mitata myös imu- ja painepuolella olevien yhteiden avulla.

Johtopäätökset ja muutokset

Pumpun vikaantuminen ei suoranaisesti vaikuta laitoksen turvallisuuteen tai käytettävyyteen. Pumpun vikaantuessa otetaan kyseinen piiri pois käytöstä, minkä jälkeen pumppu voidaan viasta riippuen korjata tai vaihtaa varapumppuun. Pumpun ja laakerien kuntoa valvotaan värinämittauksilla. Käyttö suorittaa myös päivittäin pumpun yleistarkastuksen valvontakierroksellaan.

Johtopäätöksenä edellisin huomioin ja perusteluin voidaan kyseinen laitepaikka siirtää mittaavan kunnossapidon piiriin. Mittaavaan kunnossapitoon siirtyminen ei aiheuta muutoksia ennakkohuolto-ohjelmaan.

22. Ilmastoinnin jäähdytysjärjestelmä 726 P1-P2

Järjestelmän 726 päättehtävänä on /9/:

- Jäähdyttää 746 järjestelmän (mm. keskusvalvomon, kytkinlaitostilojen ja sähkötilojen) jäähdytyspattereita.

Järjestelmän 726 keskipakopumput P1-P2 kierrättävät vesi-glykoliseosta jäähdytyspiirissä. Normaalisti yksi kierrätyspumppuista on käynnissä. Pumpun vikaantuessa varapumppu käynnistetään käsin. Kummankin jäähdytyspiirin nimelliskapasiteetti on 50 %, mutta jäähdytystarpeen mukaan molemmat yksiköt voivat käydä myös samanaikaisesti. Vesi-glykoliseoksen lämpötila on noin 5°C.

Nykyinen ennakkohuolto-ohjelma ja kustannukset

Nykyiseen 726 P1-P2 ennakkohuolto-ohjelmaan kuuluu öljyn vaihto ja voiteluaineen lisäys vuoden välein. Määräaikaismittaus 13 viikon välein. Käyttö suorittaa päivittäin pumpun öljypinnan tarkastuksen.

Nykyiset ennakkohuolto-ohjelman työ- ja materiaalikustannukset yhdelle 726 pumpulle ovat noin 300 € vuodessa. Kaikki ennakkohuoltokustannukset kyseiselle laitepaikalle ovat 1 200 € vuodessa. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä arvioidut kustannukset pysyvät ennallaan.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vikahistoriasta

Yleisimmät vikaantumissyöt 726 P1-P2 noin 6 vuoden tarkastelujaksolla ovat olleet pumpun akselin punostiivisteiden kulumisesta johtuneet viat yhteensä 7 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli 3 vuotta. Laakerin kulumisvika kerran, laskennallinen vikaantumisväli 24 vuotta. Moottorin rikkoontuminen kerran, laskennallinen vikaantumisväli 24 vuotta. Poksivuoto on havaittu vesi-glykoli vuotona ulos.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Pumpun 726 P1-P2 vikaantuminen ei suoranaisesti vaikuta laitoksen turvallisuuteen, tuotantoon tai käyttöön, eikä pumpuilla ole TTKE- ehtoa. Pumput käyvät vuoroittaiskäytöllä ½, varalla oleva pumppu käynnistetään tarvittaessa käsin. Käyttö seuraa pumppujen kuntoa päivittäin ja pumpuilla on säännöllinen määräaikaismittaus. Pumppu voidaan korjata tai vaihtaa normaalin käytön aikana.

Johtopäätökset ja muutokset

Pumpun vikaantuminen ei vaikuta laitoksen turvallisuuteen, tuotantoon tai käyttöön. Pumpuilla ei ole TTKE- ehtoa. Käyttö seuraa päivittäin pumppujen kuntoa ja pumpuilla on säännöllinen määräaikaismittaus.

Johtopäätöksenä edellisissä huomioin ja perusteluin voidaan kyseinen laitepaikka siirtää mittaavan kunnossapidon piiriin. Mittaavaan kunnossapitoon siirtyminen ei aiheuta muutoksia ennakkohuolto-ohjelmaan.

23. Painevesijärjestelmä 734 P1-P2

Järjestelmän 734 päätehtävänä on /9/:

- Toimittaa happivapaata painevettä järjestelmien 313 ja 321 pumpuille pitäen pumput näin puhtaana.

Järjestelmän 734 pumput P1-P2 ovat tyypiltään mäntäpumppuja. Pumpuille tulevasta täyssuolanpoistetusta vedestä on poistettu happi kiehuttamalla. Normaalisti

pumpuista toinen käy ja toinen on varalla. Virtausmäärä on 0.06-0.28 kg/s ja paine 80 bar. Matalasta tai korkeasta virtauksesta saadaan hälytys keskusvalvomoon. Pumpun pysähtyessä varapumppu käynnistetään käsin.

Nykyinen ennakkohuolto-ohjelma ja kustannukset

Nykyiseen 734 P1-P2 ennakkohuolto-ohjelmaan kuuluu variaattorin öljynvaihto vuoden välein. Pumpun öljynvaihto, kiilahihnojen tarkastus ja moottorin määräaikaismittaus suoritetaan 13 viikon välein. Käyttö suorittaa pumpun ja variaattorin öljypinnantarkastuksen päivittäin.

Nykyiset ennakkohuolto-ohjelman työ- ja materiaalikustannukset yhdelle 734 pumpulle ovat noin 500 € vuodessa. Kaikki ennakkohuoltokustannukset kyseiselle laitepaikalle ovat 2 000 € vuodessa. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä arvioidut kustannukset pysyvät ennallaan.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vikahistoriasta

Yleisimmät vikaantumissyöt 734 pumpuille noin 6 vuoden tarkastelujaksolla ovat olleet pörsähtäminen ja siitä johtuva vuotaminen 24 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli 1 vuosi. Pumppauskyvyn heikkeneminen 8 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli 3 vuotta. Mäntäpumpun venttiilin vuotaminen 6 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli 4 vuotta. Kiilahihnan kulumisen 2 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli 12 vuotta.

Pumppauskyvyn heikkeneminen johtuu mäntien kulumisesta ja se havaitaan alentuneena virtauksena. Venttiilien vuotaminen johtuu niiden kulumisesta ja se havaitaan alentuneena virtauksena tai virtauksen loppumisena. Kiilahihnojen kulumisen havaitaan myös alentuneena virtauksena.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Pumpun 734 P1-P2 vikaantuminen ei suoranaisesti vaikuta laitoksen turvallisuuteen, tuotantoon tai käyttöön. Matalasta tai korkeasta virtauksesta saadaan hälytys keskusvalvomoon. Pumput käyvät vuoroittaiskäytöllä ½. Pumpun pysähtyessä

varapumppu käynnistetään käsin. Pumppu voidaan korjata tai vaihtaa normaalin käytön aikana.

Johtopäätökset ja muutokset

Pumpun vikaantuminen ei vaikuta laitoksen turvallisuuteen tai suoraan laitoksen käyttöön. Pitää ottaa kuitenkin huomioon, että järjestelmän 734-huuhteluvirtaus 313-pumpuille saa olla pois käytöstä enintään 15 tuntia. Jos tätä ehtoa ei pystytä täyttämään, joudutaan laitos ajamaan alas (TTKE) /3/. Pumpuissa on ollut paljon vikoja, etenkin poksivuotoja. Kyseisiä vikoja ei kuitenkaan pystytä poistamaan lisäämällä ennakkohuoltoa. Vikojen olennainen vähentäminen onnistuisi todennäköisesti vain uusimalla kyseiset pumput.

Johtopäätöksenä edellisin huomioin ja perusteluin voidaan kyseinen laitepaikka siirtää mittaavan kunnossapidon piiriin. Mittaavaan kunnossapitoon siirtyminen ei aiheuta muutoksia ennakkohuolto-ohjelmaan.

24. Dieselvarmentamaton paineilmajärjestelmä 753 Q1-Q2

Järjestelmän 753 päätehtävänä on /9/:

- Tehtävänä on tuottaa, varastoida ja jaella paineilmaa sekoitusilmaksi reaktori- ja jäterakennuksessa sekä suodattimien vastavirtahuuhteluun järjestelmissä 324, 332 ja 342.
- Toimittaa paineilmaa laboratoriotarkoituksiin ja työilmaa koko laitokselle sekä säätöilmaa tietyille säätöventtiileille turpiiniprosessissa.
- Antaa käyttöpainetta turpiini- ja jäterakennuksen savutuuletusluukuille.
- Syöttää paineilmaa generaattorikiskojärjestelmiin 632/631.
- Normaalien käyttöolosuhteiden vallitessa syöttää dieselvarmennettua paineilmajärjestelmää 751.

Täysin öljyvapaata paineilmaa tuotetaan kahdella rinnan kytketyllä ruuvikompressorilla, joiden kummankin kapasiteetti on 35 m³/min NTP. Paineilman kulutuksen vaihtelua tasataan paineilman varastosäiliöllä. Kompressorit on varustettu

tyhjäkäyntiautomaatiikalla, joka varmistaa, että kompressori käy tyhjäkäyntiä 30 min ajan paineen saavutettua 8 bar arvon.

Toinen kompressoreista käy toisen ollessa varalla. Varalla oleva kompressori käynnistyy automaattisesti, jos käyvä kompressori ei yksin kykene tuottamaan tarpeeksi paineilmaa tai jos se pysähtyy vikaantumisen vuoksi. Kompressorien ja kylmäkuivaimien käyntiä valvotaan paikallisilla laitteissa olevilla painemittareilla, painekytkimillä, näkölaseilla, lämpömittareilla ja lämpötila-antureilla. Keskusvalvomoon saadaan hälytykset mm. korkeasta- ja matalasta paineesta, kylmäkuivaimien vikaantumisesta. Kylmäkuivaimen vikaantuessa on vastaavan kompressorin käynti estetty.

Nykyinen ennakkohuolto-ohjelma ja kustannukset

Nykyiseen 753 Q1-Q2 ennakkohuolto-ohjelmaan kuuluu ALG- katkaisijan vaihto 8 vuoden välein, sekä huolto 2 vuoden välein, kompressorin 4 000 tunnin ja 8 000 tunnin huollot 2 vuoden välein. Moottorin voiteluaineen lisäys 26 viikon välein. Määräaikaismittaus suoritetaan 8 viikon välein. Käyttö suorittaa kompressorin öljynpinnan tarkastuksen sekä -vesityksen viikoittain.

Nykyiset ennakkohuolto-ohjelman työ- ja materiaalikustannukset yhdelle 753 kompressorille ovat noin 2 000 € vuodessa. Kaikki ennakkohuoltokustannukset kyseiselle laitepaikalle ovat 8 000 € vuodessa.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vikahistoriasta

Yleisimmät vikaantumissyöt 753 Q1-Q2 noin 15 vuoden tarkastelujaksolla ovat olleet kevennysventtiilin kalvon puhkeaminen 24 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli on 2 vuotta. Sähköisiä ohjausjärjestelmävikoja on ollut 20 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli on 3 vuotta. Jäähdytyslaitteiston vuotoja on ollut 6 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli on 10 vuotta. Öljyvuotoja on ollut 4 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli on 15 vuotta. Kompressorin kiinnileikkautumisia on ollut 3 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli on 20 vuotta.

Kevennysventtiilin kalvon puhkeaminen on johtunut vanhenemisesta ja se on havaittu 753- järjestelmän paineen nousuna. Ohjausjärjestelmäviat on havaittu varakompressorin käynnistymisenä. Jäähdytyslaitteiston vuodot on havaittu paineen nousuna järjestelmässä 723. Öljyvuodot on havaittu käyttöhenkilökunnan suorittamien kierroksien yhteydessä. Kompressorin kiinnileikkautuminen havaitaan kytkinlaitosvikana sekä varakompressorin käynnistymisenä.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Kompressorin 753 Q1-2 vikaantuminen ei suoranaisesti vaikuta laitoksen turvallisuuteen, tuotantoon tai käyttöön, eikä sille ole TTKE- ehtoa. Kompressorit käyvät vuoroittaiskäytöllä ½. Paineen laskiessa liian alas, varalla oleva kompressori käynnistyy automaattisesti. Lisäksi toiselta laitokselta on mahdollisuus saada paineilmaa avaamalla venttiili laitosten väliltä. Käyttö seuraa kompressorien kuntoa päivittäin ja kompressoreilla on säännöllinen määräaikaismittaus. Kompressori voidaan korjata normaalin käytön aikana.

Johtopäätökset ja muutokset

Kompressorin vikaantuminen ei suoranaisesti vaikuta laitoksen turvallisuuteen tai tuotantoon. Kompressorin vikaantuessa otetaan kyseinen piiri pois käytöstä, minkä jälkeen se voidaan korjata. Kompressorin kuntoa valvotaan värinämittauksilla. Käyttö suorittaa myös viikoittain kompressorin öljynpinnan tarkastuksen valvontakierroksellaan. Ennakkohuoltotoimista huolimatta kompressoreille on tapahtunut joitakin äkillisiä ennalta arvaamattomia kiinnileikkautumisia.

Johtopäätöksenä edellisin huomioin ja perusteluin laitepaikan ennakkohuolto-ohjelma kannattaa pitää ennallaan, eikä sitä kannata siirtää pelkästään mittavaan kunnossapidon piiriin, ennen kuin äkillisistä kiinnileikkautumisongelmista on päästy eroon.

25. Painetyypijärjestelmä 754 Q21-Q22

Järjestelmän 754 päätehtävänä on /9/:

- Varastoida ja jakaa painetyypeä suojarakennuksen pneumaattisten eristysventtiilien ja prosessijärjestelmien pneumaattisten venttiilien ohjaukseen suojarakennuksen sisäpuolella.
- Jakaa tyypeä reaktorin paineastiaan, järjestelmän 314 alaspuhallusputkiin, neutronivuon mittauslaitteille järjestelmässä 531 sekä eräille järjestelmille suoja-rakennuksen ulkopuolella.
- Tuottaa tyypeä järjestelmän 354 typpisäiliöön, kun säiliön paine laskee alle 160 bar.

Järjestelmä 754 koostuu kahdesta eri pääpiiristä joista kumpaankin kuuluu oma kompressoriasema. Ensimmäinen piiri (8 bar paine) ohjaa pneumaattisia venttiileitä suojarakennuksen sisäpuolella ja toinen tuottaa tyypeä järjestelmän 354 typpisäiliöihin, toimien samalla ensimmäisen piirin varajärjestelmänä. Venttiilien ohjauspiiriin kuuluu kaksi ruuvikompressoria 754 Q21-Q22, kaksi ilmajäähdytettyä jälkijäähdytintä, kaksi kylmäkuivainta, painesäiliö, vesitystankki ja näihin liittyvät putkistot. Järjestelmän 354 täyttöpiiriin kuuluu kaksi mäntäkompressoria, kaksi ilmajäähdytteistä jälkijäähdytintä, kaksi öljynerotinta typen varastosäiliö sekä näihin liittyvät putkistot.

Toinen kompressoreista Q21 tai Q22 on käynnissä koko ajan. Kompressorin vikaantuessa vaihdetaan toinen kompressori käyttöön. Jos molemmat kompressorit ovat vialla, saa venttiilien ohjauspiiri typen 354-järjestelmän varastosäiliöstä automaattisesti paineenalennusventtiilin 754 V106 kautta. Myös kylmäkuivaimen vikaantuessa saadaan tyyppi saman venttiilin kautta. Erittäin matalasta ja erittäin korkeasta paineesta saadaan hälytys keskusvalvomoon ja tarvittaessa operaattori voi vaihtaa käyvää kompressoria. Varalla oleva kompressori käynnistyy automaattisesti mikäli käyvän kompressorin lämpösuojarele laukeaa.

Nykyinen ennakkohoolto-ohjelma ja kustannukset

Nykyiseen 754 Q21-Q22 ennakkohoolto-ohjelmaan kuuluu voiteluöljyhuolto ja suodattimen vaihto 26 viikon välein. Moottorin voiteluaineen lisäys 26 viikon välein. Määräaikaismittaus suoritetaan 8 viikon välein. Käyttö suorittaa kompressorin öljynpinnan tarkastuksen viikoittain.

Nykyiset ennakkohoolto-ohjelman työ- ja materiaalikustannukset yhdelle 754 kompressorille ovat noin 400 € vuodessa. Kaikki ennakkohuoltokustannukset kyseiselle laitepaikalle ovat 1 600 € vuodessa. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä arvioidut kustannukset kasvavat noin 2 200:aan € vuodessa, koska kompressorin hammashihna tullaan vaihtamaan tulevaisuudessa kahden vuoden välein.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vikahistoriasta

Yleisimmät vikaantumissyöt 754 kompressoreille (Q21-Q22) noin 7 vuoden tarkastelujaksolla ovat olleet hammashihnan vaurioituminen 5 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli 5 vuotta. Öljyn joukkoon sekoittunut vettä 2 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli 14 vuotta. Hammashihnan vaurioituminen on kulumisesta johtuva vika ja se on havaittu paineen laskemisena kyseisessä järjestelmässä. Veden sekoittuminen kompressorin öljyn joukkoon on havaittu kompressorin epävarmana toimintana. Syynä veden joutumiseen järjestelmään on ollut kuivaimen vika.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Kompressorin 754 Q21-22 vikaantuminen ei suoranaisesti vaikuta laitoksen turvallisuuteen, tuotantoon tai käyttöön, eikä sille ole TTKE- ehtoa. Kompressorit käyvät vuoroittaiskäytöllä ½. Kompressorin vikaantuessa varalla oleva käynnistetään käsin. Jos molemmat kompressorit ovat vialla, saa venttiilien ohjauspiiri tyypin 354-järjestelmän varastosäiliöstä automaattisesti paineenalennusventtiilin 754 V106 kautta. Käyttö suorittaa kompressorin öljynpinnan tarkastuksen viikoittain ja kompressoreilla on säännöllinen määräaikaismittaus. Kompressorin voidaan korjata normaalin käytön aikana.

Johtopäätökset ja muutokset

Kompressorin vikaantuminen ei suoranaisesti vaikuta laitoksen turvallisuuteen tai tuotantoon. Kompressorin vikaantuessa otetaan kyseinen piiri pois käytöstä, minkä jälkeen se voidaan korjata. Kompressorin kuntoa valvotaan värinämittauksilla. Käyttö suorittaa myös viikoittain kompressorin öljynpinnan tarkastuksen valvontakierroksellaan.

Johtopäätöksenä edellisin huomioin ja perusteluin voidaan kyseinen laitepaikka siirtää mittaavan kunnossapidon piiriin. Kompressorin hammashihnan vaihto pitää lisätä laitepaikan ennakkohuoltotehtävään suoritettavaksi 2 vuoden välein.

26. Lämmitysjärjestelmä 763 P11-P12

Järjestelmän 763 päättehtävänä on /9/:

- Lämmitteä laitoksen huonetiloja järjestelmän 331 ylimääräisellä lämpöenergialla.
- Poistaa ylimääräinen lämpöenergia järjestelmästä 331 (reaktoriveden puhdistusjärjestelmä) yhdessä järjestelmän 714 (dieselvarmentamaton merivesijärjestelmä) kanssa.

Kierrätyspumput 763 P11-P12 kuuluvat sekundäärispiiriin ja ovat tyypiltään keskipakopumppuja. Pumput poistavat ylimääräistä lämpöenergiaa järjestelmästä 331 mereen ja siirtävät tarvittavan määrän lämpöä laitoksen lämmitysjärjestelmän lämmönvaihtimille. Pumpuista toinen on käynnissä ja toinen varalla. Keskusvalvomoon saadaan hälytys pumpun matalasta virtauksesta ja varalla oleva pumppu käynnistyy automaattisesti.

Nykyinen ennakkohuolto-ohjelma ja kustannukset

Nykyiseen 763 P11-P12 ennakkohuolto-ohjelmaan kuuluu pumpun öljynvaihto vuoden välein ja moottorin voiteluaineen lisäys 26 viikon välein. Määräaikaismittaus suoritetaan 13 viikon välein. Käyttö suorittaa päivittäin pumpun öljypinnan tarkastuksen.

Nykyiset ennakkohuolto-ohjelman työ- ja materiaalikustannukset yhdelle 763 pumpulle (P11-P12) ovat noin 300 € vuodessa. Kaikki ennakkohuoltokustannukset kyseiselle laitepaikalle ovat 1 200 € vuodessa. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä arvioidut kustannukset pysyvät ennallaan.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vika historiasta

Kyseisellä tarkastelujaksolla kunnossapitoanalyysiin ei ollut raportoitu yhtään vikaa.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Pumpun 763 P11-P12 vikaantuminen ei suoranaisesti vaikuta laitoksen turvallisuuteen, tuotantoon tai käyttöön eikä pumpuilla ole TTKE- ehtoa. Pumput käyvät vuoroittaiskäytöllä ½, varalla oleva pumpu käynnistyy automaattisesti. Käyttö seuraa pumppujen kuntoa päivittäin ja pumpuilla on säännöllinen määräaikaismittaus. Pumpu voidaan korjata normaalin käytön aikana.

Johtopäätökset ja muutokset

Pumpun vikaantuminen ei vaikuta laitoksen turvallisuuteen, tuotantoon tai käyttöön. Pumpuilla ei ole TTKE- ehtoa. Käyttö seuraa päivittäin pumppujen kuntoa ja pumpuilla on säännöllinen määräaikaismittaus.

Johtopäätöksenä edellisin huomioin ja perusteluin voidaan kyseinen laitepaikka siirtää mittaavan kunnossapidon piiriin. Mittaavaan kunnossapitoon siirtyminen ei aiheuta muutoksia ennakkohuolto-ohjelmaan.

27. Lämmitysjärjestelmä 763 P13-P14

Järjestelmä 763 P13-P14 tehtävänä on /9/:

- Siirtää lämpö sekundäärispiiristä tai keskuslämmityskattilasta ilmanvaihtojärjestelmän ilmalämmittimille, lämpöpattereille, ja kuumavesihanoihin.

Kierrätyspumput 763 P13-P14 ovat tyypiltään keskipakopumppuja ja kuuluvat jakelupiiriin. Pumpuista toinen on käynnissä ja toinen varalla. Käynnissä olevan pumpun pysähtyessä varalla oleva pumppu käynnistetään käsin keskusvalvomosta.

Nykyinen ennakkohuolto-ohjelma ja kustannukset

Nykyiseen 763 P13-P14 ennakkohuolto-ohjelmaan kuuluu pumpun öljynvaihto kerran vuodessa ja moottorin voiteluaineen lisäys 26 viikon välein. Määräaikaismittaus suoritetaan 13 viikon välein. Käyttö suorittaa päivittäin pumpun öljypinnan tarkastuksen.

Nykyiset ennakkohuolto-ohjelman työ- ja materiaalikustannukset yhdelle 763 pumpulle (P13-P14) ovat noin 300 € vuodessa. Kaikki ennakkohuoltokustannukset kyseiselle laitepaikalle ovat 1 200 € vuodessa. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä arvioidut kustannukset pysyvät ennallaan.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vikahistoriasta

Yleisimmät vikaantumissyöt 763 P13-P14 noin 7 vuoden tarkastelujaksolla ovat olleet liukurengastiivisteiden vuotaminen 2 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli on 14 vuotta. Sähkömoottorin rikkoutuminen 2 kertaa, laskennallinen vikaantumisväli on 14 vuotta. Molemmat viat ovat kulumisesta johtuvia. Liukurengastiivisteiden vuotaminen on ilmennyt ulosvuotona ja se on havaittu käytön valvonnalla. Sähkömoottorin rikkoutuminen on havaittu pumppua käynnistettäessä.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Pumpun 763 P13-P14 vikaantuminen ei suoranaisesti vaikuta laitoksen turvallisuuteen, tuotantoon tai käyttöön eikä pumpuilla ole TTKE- ehtoa. Pumput käyvät vuoroittaiskäytöllä ½, ja varalla oleva pumppu käynnistetään tarvittaessa käsin. Käyttö seuraa pumppujen kuntoa päivittäin ja pumpuilla on säännöllinen määräaikaismittaus. Pumppu voidaan korjata normaalin käytön aikana.

Johtopäätökset ja muutokset

Pumpun vikaantuminen ei vaikuta laitoksen turvallisuuteen, tuotantoon tai käyttöön. Pumpuilla ei ole TTKE- ehtoa. Käyttö seuraa päivittäin pumppujen kuntoa ja pumpuilla on säännöllinen määräaikaismittaus.

Johtopäätöksenä edellisin huomioin ja perusteluin voidaan kyseinen laitepaikka siirtää mittaavan kunnossapidon piiriin. Mittaavaan kunnossapitoon siirtyminen ei aiheuta muutoksia ennakko-ohjelmaan.

28. Lämmitysjärjestelmä 763 P24

Järjestelmä 763 P24 tehtävänä on /9/:

- Siirtää lämpöä turbiinirakennuksen ilmastoinnin (744) lämmityspatterille ja lämmittää siten turbiinilaitosta.

Kierrätyspumppu 763 P24 on tyypiltään keskipakopumppu. Pumppu toimii kierrätyspumppuna 763 E11-E12 lämmönvaihtimille, jotka edelleen siirtävät lämmön muun muassa turbiinisaliin. Pumpulla ei ole ohjausta keskusvalvomossa.

Nykyinen ennakko-ohjelma ja kustannukset

Nykyiseen 763 P24 ennakko-ohjelmaan kuuluu pumpun öljynvaihto vuoden välein ja moottorin voiteluaineen lisäys 26 viikon välein. Määräaikaismittaus suoritetaan 13 viikon välein. Käyttö tarkastaa päivittäin pumpun öljypinnan ja tyhjentää glykolivuotoastian.

Nykyiset ennakko-ohjelman työ- ja materiaalikustannukset yhdelle 763 pumpulle (P24) ovat noin 300 € vuodessa. Kaikki ennakko-ohjelmakustannukset kyseiselle laitepaikalle ovat 600 € vuodessa. Mittaavaan kunnossapitoon siirryttäessä arvioidut kustannukset pysyvät ennallaan.

Kunnossapitoanalyysin perusteella tehty yhteenveto vikahistoriasta

Kyseisellä noin 7 vuoden tarkastelujaksolla kunnossapitoanalyysissä oli vain yksi vika. Moottorin laakeri oli vioittunut. Laskennallinen vikaantumisväli on 14 vuotta. Vika havaittiin moottorin epänormaalina äänenä.

Perustelut ennakkohuoltomuutoksille

Pumpun 763 P24 vikaantuminen ei suoranaisesti vaikuta laitoksen turvallisuuteen, tuotantoon tai käyttöön eikä pumpuilla ole TTKE- ehtoa. Käyttö seuraa pumpun kuntoa päivittäin ja pumpulla on säännöllinen määräaikaismittaus. Pumppu voidaan korjata normaalin käytön aikana.

Johtopäätökset ja muutokset

Pumpun vikaantuminen ei vaikuta laitoksen turvallisuuteen, tuotantoon tai käyttöön. Pumpuilla ei ole TTKE- ehtoa. Käyttö seuraa päivittäin pumppujen kuntoa ja pumpuilla on säännöllinen määräaikaismittaus.

Johtopäätöksenä edellisin huomioin ja perusteluin voidaan kyseinen laitepaikka siirtää mittaavan kunnossapidon piiriin. Mittaavaan kunnossapitoon siirtyminen ei aiheuta muutoksia ennakkohuolto-ohjelmaan.