

Saimaan Ammattikorkeakoulu
Tekniikka Lappeenranta
Rakennustekniikka
Ylempi ammattikorkeakoulu

Kykkänen Sakari

UPM, KAUKAAN TEHTAIDEN TUOTANTORA- KENNUSTEN KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA, ESIMERKKIKOhteena BIOPUHDISTAMO

Opinnäytetyö 2011

TIIVISTELMÄ

Kykkänen Sakari

UPM Kaukaan tehtaiden tuotantorakennusten kunnossapitosuunnitelma, esimerkikohteena biopuhdistamo. 52 sivua, 2 liitettä.

Saimaan ammattikorkeakoulu, Lappeenranta

Tekniikka, Rakennustekniikka

Ylempi ammattikorkeakoulu

Opinnäytetyö 2011

Ohjaaja: lehtori Pekka Roitto, Saimaan ammattikorkeakoulu.

Kehityspäällikkö DI Tero Junkkari, UPM, Kymi-Kaukas Tehdaspalvelu.

Tässä työssä kuvataan UPM Kaukaan jätevedenkäsittelyn kunnossapidon kokonaisprosessia, suunnittelua, toteutusta ja seuranta. Työssä on käyty läpi ”tuotanto = käyttö + kunnossapito” toiminta-ajatuksen mukaiset laadukkaan tuotannon aikaan saamiseen vaikuttavia tekijöitä. Tavoitteena on kerätä lähtötiedot biopuhdistamon kunnossapitosuunnitelman luomiseksi.

Lappeenrannassa sijaitseva UPM-Kymmene Oyj, Kaukas on jatkuvasti kehittyvä metsäteollisuusintegraatti, johon kuuluu mekaanista ja kemiallista metsäteollisuuden tuotteiden valmistusta ja tutkimustoimintaa.

Kunnossapidon suunnittelun lähtökohtana biopuhdistamolla ovat olleet kustannustehokkuus ja työturvallisuus laitosta tuotannollisessa toiminnassa käytettäessä. Elinjaksokustannusten arviointia koko jätevesilaitoksen kunnossapito ja käyttökustannusten optimointiin ei ole käytetty. Yksittäisiä osa-alueita, kuten energiatehokkuutta, on parannettu projektiluonteisesti. Elinjakson kustannuksia ja alimman hyväksyttävän kunnossapidon vaatimustason kustannuksia suhteessa tuotannon ylläpitoon ei ole määritetty. Tietoa edellä mainituista seikoista on kerätty haastatteluin sekä UPM Kaukaan tietojärjestelmistä hakemalla.

Tässä työssä on käyty läpi teroteknologiaan sisältyviä käsitteitä ja elinjaksokustannusten laskennassa sekä kunnossapidossa huomioitavia tekijöitä ja näiden tehtävien suorittamiseen liittyviä edellytyksiä.

Teollisuuden ympäristöhaittoja voidaan merkittävästi vähentää käyttämällä uutta ja entistä kehittyneempää tekniikkaa. Tämä tarkoittaa käytettävyyden, kunnossapidon ja energian käytön aikaisempaa tehokkaampaa hallintaa. Tähän päämäärään päästään vain tuntemalla nykyhetken olosuhteet, joiden pohjalta voidaan rakentaa tulevaisuuden arvioinnin malli.

ABSTRACT

Kykkänen Sakari

Maintenance plan for production plants of UPM, Kaukas mills; case study bio refinery 52 pages, 2 appendices

Saimaa University of Applied Sciences, Lappeenranta

Technology, Degree of Civil Engineering

University of Applied Sciences

Master`s thesis 2011

Instructors: Mr Pekka Roitto, Lecturer, Saimaa University of Applied Sciences.

Mr Tero Junkkari, Manager, MSc, UPM, Mill Services, Kymi-Kaukas.

In this work the waste water treatment system at UPM, Kaukas is described starting from the plans for the entire maintenance process up to realization and follow-up. In this study, the factors affecting high quality production are dealt with the operation model "production = operation + maintenance". The goal is to gather basic information for the maintenance plan of the bio refinery.

UPM-Kymmene Corporation, Kaukas, located in Lappeenranta, is a continuously developing forest industry integration producing both mechanical and chemical forest industry products. Furthermore, research activities are included.

Cost efficiency and safety at work during production have formed the starting point for the maintenance planning. Evaluation of the life cycle costs for optimization of the maintenance and production costs of the entire waste water plant have not been used. Certain areas, such as energy efficiency, have been improved in individual projects. Life cycle costs and costs for the lowest acceptable maintenance level in relation to production maintenance have not been defined. Information about these tasks have been gathered with interviews and from UPM, Kaukas data bases.

In this work, I have described terms related to terotechnology as well as factors that should be taken into account in maintenance work and calculation of the life cycle costs. Also premises connected to realization of these are involved. Environmental damages caused by industry can be remarkably reduced by using modern and more developed technology. This means more efficient management of usefulness, maintenance and energy use. This goal is reached only by knowing the existing circumstances, based on which a model for future devaluation can be made.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
1.1	Yritysesittely.....	7
1.2	Työn tavoitteet ja rajaus.....	8
2	TEROTEKNOLOGIA.....	10
2.1	Kunnossapidon määritelmät	11
2.2	Kunnossapidon tavoite	12
2.3	Käyttövarmuus.....	12
2.4	Kunnossapito laitoksen osatoimintona.....	13
2.4.1	Itsenäistyminen ja erikoistuminen	14
2.4.2	Integroituminen	14
2.4.3	Käyttäjäkeskeinen kunnossapito.....	14
2.5	Kunnossapidon terminologiaa.....	15
2.5.1	Ehkäisevä kunnossapito	15
2.6	Kunnossapidettävyys.....	17
2.7	Varastoitavien osien valinta	18
3	TUOTANTO	20
4	JÄTEVEDEN KÄSITTELY TUOTANTOPROSESSINA.....	21
4.1	Ulkoistettu operointi	21
4.1.1	Raportti Metsä-Botnia Ab:n ja UPM Kymmene Oyj:n puhdistamoiden vertailusta 2010.	22
4.2	Oma operointi	22
4.2.1	Käyttö	23
4.2.2	Kunnossapito	23
4.3	Biopuhdistamo	25
5	ELINJAKSOKUSTANNUS, ELI LIFE CYCLE COST (LCC).....	28
5.1	Elinjakson kustannusten laskennan kuusi vaihetta	29
6	BETONIRAKENTEIDEN KUNTOTUTKIMISEN MENETELMIÄ.....	32
6.1	Rakenteiden korjaukset	34
6.1.1	Jätevesitunneli	35
6.1.2	Etuneutraloinnin nousukuilu.....	35
6.1.3	Etuselkeytin 1.	35
6.1.4	Tasausallas.....	35
6.1.5	Ilmastusallas	35
6.1.6	Jälkiselkeyttimet.....	35
6.1.7	Pappilanoja	35
6.1.8	Purkupaikan vaahtoportti ja öljyvuomi	35
6.2	Laitoksen investointi, käyttö- ja kunnossapitokustannuksia	36
6.3	Toimintamalli tärkeysluokituksen tarkastukseen.	41
6.3.1	Kriittisyysluokat A – E	41
6.4	Tärkeysluokitukset – Tehdastason infran passiiviset järjestelmät.....	41
6.4.1	Kriittisyysluokat A–D	42
6.4.2	Rakennusten kuntoon perustuva kriittisyysluokitus.....	42
6.5	Kriittisyysluokan määrittely SAP-järjestelmään	43
6.6	Kriittisyysluokan hyödyntäminen kunnossapidon suunnittelussa	43
7	KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA, ELI KPS	444
7.1	Rakennetun ympäristön KPS perusteet.....	44
7.2	KPS:n toteutusvaihtoehtoja.....	46
8	SAP JA KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA.....	46

9 JOHTOPÄÄTÖKSIÄ	477
LÄHTEET.....	500

LIITTEET

Liite 1 Investointien tuotto odotuksia.

Liite 2 Kriittisyyden määrittely SAP järjestelmään.

LYHENNE- JA KÄSITELUETTELO

Alcont	Honeywell yhtiön prosessiautomaation ja -informaation hallintajärjestelmä.
Elinjakso	Kohteen elinjakso on ajanjakso, joka alkaa tuotteen luonnostelu sekä määrittelyvaiheessa ja päättyy, kun kohde on poistettu käytöstä (prEN 13306. 2000 sekä SFS EN 603002. 1999).
Elinjakso-kustannus	Elinjaksokustannukset sisältää kaikki kustannukset, jotka ovat syntyneet kohteen elinjakson aikana. (prEN 13306. 2000).
ERP	Enterprise Resource Planning eli yrityksen resurssien käytön suunnittelu ohjelma.
LWC	Light Weight Coated –paper eli kevyesti päällystetty paperi tarkoittaa puupitoista paperilaatua.
Metso DNA	Metso konsernin uuden sukupolven prosessiautomaation ja -informaation hallintajärjestelmä.
RAM	Reliability, Availability, Maintenance eli Luotettavuus, Käytettävyys, Kunnossapidettävyys
RCM	Reliability Centered Maintenance eli luotettavuus keskeinen kunnossapito.
ROV	Remote Operated Vehicle eli kauko-ohjattu robotti.
SAMI	Strategic Asset Management Int`l – yhtiön. Yhdysvaltalainen kansainväliseen liikkeenjohdon konsultointiin erikoistunut yritys.
SAP	SAP AG on saksalainen maailman laajuinen ohjelmisto yritys.
TPM	Total Productive Maintenance eli tuottavassa kunnossapidossa pyritään suurimpaan kokonaistehokkuuteen eliminoimalla tuotannon häiriötekijät.
Vikaantumien	Fysikaalinen, kemiallinen tai muu tapahtuma tai -ketju, jonka tuloksena syntyy vika.

1 JOHDANTO

Metsäteollisuuden rakennemuutoksen yhteydessä on tullut esiin huoli rakennuskunnossapidon ajautumisesta hallitsemattomaan tilaan tehtaiden keskittyessä ydinliiketoimintaansa.

Tämän työn tavoitteena on tutustua tuotantoon osallistuvien organisaatioiden rooleihin kunnossapidon ja käytön ohjauksessa sekä kunnossapidon eri vaiheisiin esisuunnittelusta toteutuksen koko elinkaarenaikana.

Opinnäytetyön rajaus on tehty valitsemalla koko tehdasintegraattia palveleva kriittinen kohde, jonka katsottiin sopivan esimerkkisi kunnossapitosuunnitelmasa esitettävistä seikoista.

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda pitkän tähtäimen kunnossapitosuunnitelma biopuhdistamon laadukkaan tuotannon ylläpitämiseksi seuraavat 15 vuotta. Kunnossapitosuunnitelman tavoitteena on määrittää tuotannon hyväksyttävän tason ylläpitoon käytettävien rakennusinvestointien ja suurkorjausmäärärahojen suhde tuotantolaitteiden uushankintahintaan.

Opinnäyte työssä on tarkoitus tutustua kunnossapidon suorituskyvyn mittaamiseen elinkaariajattelun tavoitteiden saavuttamisen, budjetin suunnitellun toteutumisen, aikataulun pitävyyden ja prosessinhallinnan laadun avulla.

Apuna tässä tehtävässä on käytetty tiedonhakuun UPM:n kunnossapidosta saatavaa informaatiota sekä tuotannon eri osa-alueiden prosesseihin osallistuvien henkilöiden haastatteluja. Myös internetin kautta on haettu alaan liittyviä artikkeleita ja kirjallisuutta.

Tavoitteena on tutkia SAP ERP järjestelmän työsuunnittelun työkalujen sopimista ja mahdollisuuksia esisuunnittelun ohjaukseen, kerätyn tiedon prosessoimiseen toimenpiteiksi. Sekä SAP ERP järjestelmän soveltumista jälkilaskennan perusteella tehtävään tehokkuuden määrittelyyn.

1.1 Yritysesittely

UPM-konserni on yksi maailman johtavista monikansallisista biometsäteollisuusyrityksistä, joka luo lisäarvoa uusiutuvista ja kierrätettävistä raaka-aineista. Konsernin vuoden 2010 liikevaihto oli 8,9 miljardia euroa. Konsernin toiminta jakaantuu kolmeen liiketoimintaryhmään: Energia ja Sellu, Paperi sekä Tekniset materiaalit. Tuotantolaitoksia on 15 maassa. Henkilöstön määrä on noin 22 000 henkilöä, joista noin 10 500 työskentelee Suomessa. (UPM-Kymmene Oyj, Vuosikertomus 2009 ja Short company presentation, updated in February 2011). Energia ja Sellu -ryhmään kuuluvat UPM, Metsä, UPM:n Sahat, vesivoimalaitokset (9 kpl), energiayhtiöiden osakkuudet PVO:ssa ja Kemijoki Oy:ssä, biopolttoaineen valmistuslaitokset ja sellutehtaat Suomessa ja Uruguayissa. Paperi ryhmään kuuluvat aikakauslehti-, hieno-, sanomalehti- ja erikoispaperit, ja Tekniset-materiaalit ryhmään kuuluvat tarrat, RFID-etätunnisteet, vaneri ja puumuovikomposiitti. (UPM-konsernin Internet-sivut, 2011.)

UPM-Kymmene Oyj Kaukas on konsernin Lappeenrannassa sijaitseva tuotantoyksikkö, johon sisältyvät paperitehdas, sellutehdas ja kemiallinen tehdas. Kaukaan paperitehdas, jonka vuosikapasiteetti on 580 000 tonnia vuodessa, valmistaa korkeatasoisia päällystettyjä aikakauslehtipaperilajeja. Kaukaan sellutehtaan vuosikapasiteetti on 720 000 tonnia. Sellutehtaan yhteydessä toimivan kemiallisen tehtaan tuotteena on raakamäntyöljy. (UPM, Kaukas intranet sivut 2011)

Tehdasalueella sijaitsee myös Kaukaan Voima Oy:n biovoimalaitos, jonka omistavat yhdessä UPM, Kaukas ja Lappeenrannan kaupunki. (UPM-konsernin Internetsivut 2011.) UPM, Kaukaan tuotantoyksikön palveluksessa työskentelee noin 700 henkilöä, joista osa työskentelee edellä mainittujen tehtaiden lisäksi kunnossapito- ja hallinto-osastoilla. Tehdasalueella toimii konsernin ja sen tytäryhtiöiden yksiköitä. Suurimmat ovat UPM, Kaukaan saha sekä UPM, Kaukaan tutkimuskeskus. Tehdasalueella työskentelee noin 1200 henkilöä. Kaukaan tuotantoyksikön osastot tuottavat ja myyvät palveluita myös konsernin muille yksiköille. (UPM-konsernin Internetsivut 2011.) Kuvassa 1 UPM, Kaukaan tehdas integraatti.



22 | © UPM

Kuva 1. UPM, Kaukaan tehtaiden tehdas integraatti (UPM, Kaukas intranetsivut 2011)

Kuvassa 1 UPM, Kaukaan tehtaiden tuotantolaitokset vuonna 2010. Kuvan yläreunassa näkyvän Saimaan etelärannalla sijaitsevan UPM:n Kaukaan tehtaiden ja funktioiden muodostama tehdasintegraatti. Vasemmassa reunassa UPM, Tutkimuskeskus, jonka palveluksessa toimii tuotekehityksessä ja tutkimuksessa tänä päivänä saman verran henkilöstöä kuin sellutehtaalla. Kuvassa tutkimuskeskuksen vieressä Lappeenrannan ja Kaukaan yhteisyritys Kaukaan Voima Oy. Entisen vaneritehtaan vasemmalla puolella sijaitsee tässä opinnäytetyössä case-kohteena oleva biopuhdistamo. Kaukaan tehtaiden perinteisiä toimintoja edustavat saha kuvan oikeassa yläkulmassa, sellutehdas, kuorimot ja soodakattila kuvan keskellä. Hieman nuorempaa tuotantoa edustaa LWC-paperia tuottava kaksilinjainen paperitehdas kuva oikeassa reunassa.

1.2 Työn tavoitteet ja rajaus

Tavoitteena on selvittää rakennuskustannusten ja prosessilaitteiden investointien taloudellista suhdetta, sekä kunnossapidon taloudellista merkitystä kustannusten jakautuessa tasaisesti elinkaarelle verrattuna elinkaaren aikana tapahtuvaan kerta kunnostukseen.

Työn rajauksen periaatteena oli valita koko Kaukaan tehdasintegraattia palveleva kriittinen prosessin osa, kuten vedenotto, jäteveden käsittely tai sähköverkko jonka rakenteiden katsottiin sopivan esimerkiksi kunnossapitosuunnitelmassa

huomioitavista asioista. Tämä työ rajattiin käsittämään jätevesien käsittely mukaan lukien jätevesien kokoojakaivo sekä kokoojakaivolta biopuhdistamolle jätevedet johtava kalliotunneli.

Työn tavoitteina on koota malli jolla rakennusten ylläpidon elinjaksokustannuksia voidaan arvioida ja jonka avulla voidaan koota yhteen ne seikat, jotka tällaisessa työssä on tuotava esille päätöksen teon tueksi. Tämän lisäksi on tavoitteena luoda ohjelma, jonka mukaan rakennusten ja palveluverkkojen kunto karotetaan.

Tämä opinnäytetyö perustuu käytäntöön, joten varsinaista tutkimusongelmaa ei ole. Kuvien käytöllä olen pyrkinyt helpottamaan tekstin seurantaan lukijan näkökulmasta ja havainnollistamaan ohjelmien hyödyntämistä. Taustatiedot olen hankkinut kirjallisuuslähteistä, opinnäytetöistä, yhtiöiden internet-sivuilta sekä haastatteleamalla työntekijöitä.

Tämän opinnäytetyön odotetaan tuovan tarvittavat lähtötiedot menetelmään, jolla hallita Kaukaan laajan tehdasalueen infrastruktuurin ja rakennuskannan kunnossapitoa suhteessa prosessilaitteiden ikään sekä prosessista vapautuvien tehdastilojen hyötykäyttöä mielekkäästi muussa tarkoituksessa.

2 TEROTEKNOLOGIA

Teroteknologia on yhdistelmä johtamista, taloutta, insinööritieteitä, rakentamista sekä muita toimintoja, joiden tavoitteena on taloudellinen fyysisen omaisuuden elinjakson. Teroteknologia keskittyy sellaisen fyysisen omaisuuden luotettavuuden ja kunnossapidettävyyden määrittelyyn ja suunnitteluun kuten tuotantolaitokset, koneet, laitteet, rakennukset ja infra. Teroteknologian sovellutukset kattavat myös seuraavat toiminnot: asennus, urakointi käyttö, kunnossapito, modifiointi ja laitteen korvaaminen. Näiden toimintojen päätöksenteon perusteena on palaute, jota saadaan suunnittelun onnistumisesta, toimintakyvystä ja kustannuksista kaikkien edellä mainittujen toimintojen elinjakson ajan.

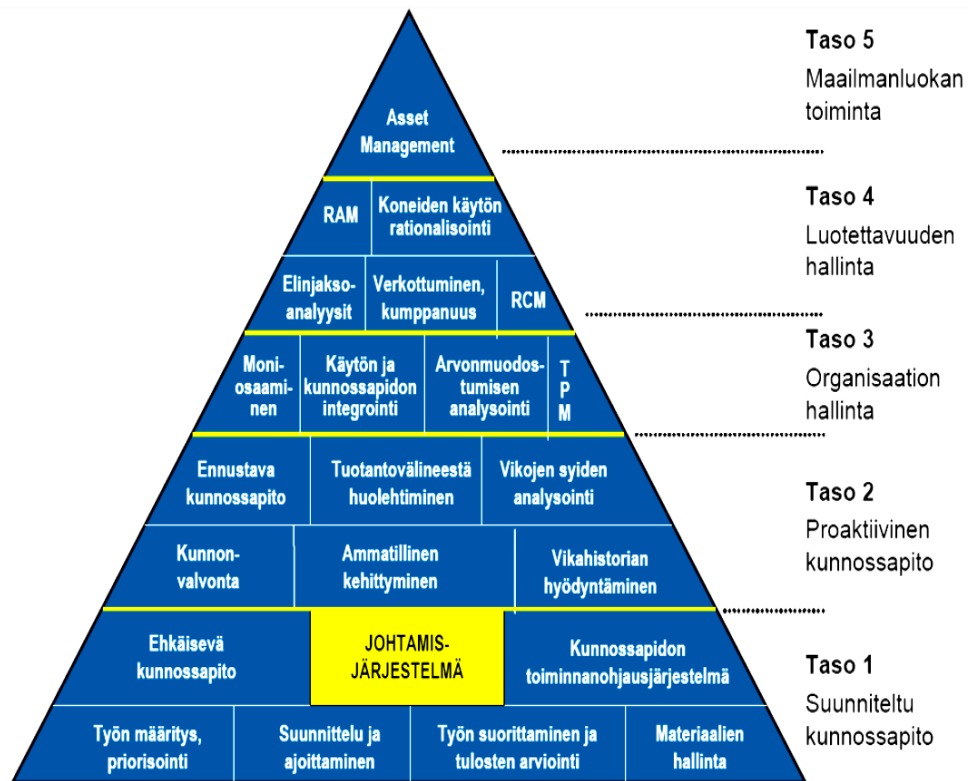
Teroteknologia soveltuu yhtä hyvin sekä omaisuudelle että tuotteille koska tuotteesta tulee omaisuutta toiselle toiminnolle. Vaikka tuote olisi yksinkertainen kulutushyödyke, sen muotoilu ja kuluttajaan vetoavuus hyötyvät teroteknologiasta, mikä heijastuu tuottajaan parempana markkinoiden pysyvyytenä.

Tehokas, luotettava teknologia ja pitkäaikainen osaaminen ovat UPM Kaukaan toimintojen taustavoima. Tehtaiden toiminta perustuu jatkuvaan parantamiseen ja kestäväen kehityksen periaatteisiin. Vuorovaikutus eri sidosryhmien kanssa on myös keskeinen osa Kaukaan toimintaa. (Sipilä, British Standards)

2.1 Kunnossapidon määritelmät

Tuotanto-omaisuuden hallintastrategiaa kuvaa SAMI -pyramidi, josta on nähtävissä kunnossapidon tasot. SAMI on Amerikassa toimiva kansainvälinen teollisuuden organisaatioiden johtamista konsultoiva yritys. (www.samicorp.com)

Kaukaan kunnossapito on tasolla 2, proaktiivinen kunnossapito (kuva2).



Kuva 2. Strategic Asset Management Int'l – yhtiön eli SAMI:n nelikylkisen omaisuuden hallinnan pyramidin kunnossapidon kylki. (www.samicorp.com)

Kaukaan kunnossapidon tämän hetken tehtävänä on kolmannen tason eli organisaation hallinnan tehtävien kuten käytön ja kunnossapidon integrointi. Integrointi alkaa koulutukseen halukkaiden kartoituksella jossa selvitetään kunnossapitoon liittyvien harrastusten, henkilökohtaisen halukkuuden, aikaisemman työkokemuksen sekä henkilöiden sosiaalisten taitojen perusteella valittujen henkilöiden koulutussuunnitelmien laatimisella ja koulutusten sovittamisesta työvuorojen ja lomapäivien mukaan. Tämä opinnäytetyö on esivalmistelua neljännen tason elinjaksoanalyysille, jotka ovat seuraava vaihe ja limittyvät TPM:n (total productive maintenance), vapaasti käännettynä tuottavan kunnossapidon sekä arvomuodostumisen analysoinnin kanssa.

Kunkin tehtävän suorittaminen on edellytys kiivetä pyramidin huipulle. Vaikka tehtävät on kuvattu hierarkkisesti pyramidi muodossa on käytännössä useiden saman tason tehtävien suorittaminen samanaikaisesti käynnissä.

2.2 Kunnossapidon tavoite

Kunnossapidon tavoitteena on huolehtia koneiden, laitteiden ja rakennusten kunnosta. Kunnossapidolla tarkoitetaan teknisiä, hallinnollisia ja työnjohdollisia toimia, joilla pyritään säilyttämään tai palauttamaan rakennusten ja laitosten, laitteiden tai kuljetusvälineiden toimintakyky ja estämään niiden vikaantuminen tai toimintakyvyn heikkeneminen. (SFS-EN 13306 2001) Tämä standardin määritelmä rajaa kunnossapidon ulkopuolelle suuren osan parantavaa kunnossapitoa, eli ne toimenpiteet, joilla kunnossapidolla avataan tuotannon pullonkauloja tai tehostetaan laitteen, laitoksen tai prosessin toimintaa (Pradhan M, K., Bhol J, P).

Omalla kunnossapidolla luodaan edulliset olosuhteet tuotannon turvallisuuden, ympäristön ja tuotannon laadun ylläpitoon optimikustannuksilla. Kunnossapidon avulla voidaan parantaa käytettävyyttä, koneiden tehoja ja prosessin laadun- tuottokykyä. Näin nostetaan myös kilpailukykyä ja tunnuslukuja.

Tavoitteet saavutetaan kehittämällä kunnossapitoa kokonaisuutena, tarkastelemalla tuotantokoneistoa myös elinkaaren pohjalta ja investoimalla tarvittaessa uuteen teknologiaan, kehittämällä nykyistä teknologiaa ja kouluttamalla henkilöstöä. (Opetushallitus)

UPM, Kaukaan kunnossapidon tavoite on luoda kilpailuetua kehittämällä toimintaa jatkuvasti ja keskittymällä kunnossapidon ydintoimintoihin sekä niihin toimintoihin, jotka on kustannustehokkainta tuottaa itse. (Junkkari)

2.3 Käyttövarmuus

Kunnossapidon tavoitteena on käyttövarmuus, jonka seurauksena investoinnin takaisinmaksuaika lyhenee ja elinjakson kustannus optimoituu. Käyttövarmuus koostuu luotettavuudesta, toimintavarmuudesta, kunnossapitovarmuudesta sekä kunnossapidettävyydestä (Tykkyläinen, I.) Suunnittelun merkitys on luonnollisesti ratkaisevan tärkeä laitteiden elinkaarta tarkasteltaessa. Käytännön tilanne on kuitenkin se, että tämän päivän ja lähitulevaisuuden toiminta tapahtuu näillä rakennuksilla, koneilla ja laitteilla, jotka ovat käytössä nyt (Chanter, B., Swallow, P.). Näin ollen ympäristön suojelun kannalta keskeisiin tavoitteisiin pyrittäessä ratkaiseviksi toiminnoiksi nousevat käyttö ja kunnossapito.

Kunnossapidolla voidaan pidentää tuotantohyödykkeiden käyttöaika ja vähentää kierrätyksen tarvetta. Kunnossapidon keskeisimpiä tehtäviä on pitää laitteet työturvallisuuden suhteen moitteettomassa kunnossa. Laitteiden kuntoa ja turvallisuutta on valvottava riskikartoituksin, vaaran arvioinnein ja jatkuvalla kunnon seurannalla. (UPM)

Kunnossapitotoiminta on kehittynyt yritysten toimintastrategiaa turvaavaksi suunnitelmalliseksi jatkuvasti kehittyväksi toiminnaksi. Nykyinen matalan investointiasteen tuotantopolitiikka on tullut jäädäkseen metsäteollisuuden niin sanottuun kypsään liiketoimintaan, joka ei enää merkittävästi kasva, vaan keskittyy tehostamaan toimintaansa. Tämä merkitsee sitä, että yhä useammin uusinvestointien sijaan päädytään nykyisten tuotantolaitteiden modifiointiin, käytön ja kunnossapidon tehostamiseen.

2.4 Kunnossapito laitoksen osatoimintona

Tuotannon virtausmallissa kunnossapidon asemaa voidaan havainnollistaa kuviolla tuotantotoiminnan eri termien liittymisestä toisiinsa (kuvassa 3).



Kuva 3. Tuotantotoiminnan eri termien liittyminen toisiinsa.

Kuvassa 3 on kuvattu selvästi kunnossapidon kenttään kuuluvat tehtävät tuotannossa, kuten kunnonvalvonta ja ennakkohuolto sekä kaksoisroolien mukaiset tehtävät korjaavassa kunnossapidossa, jotka ovat yhteisiä kunnossapidolle ja käytölle. Käytön tehtäviin kuuluu selkeästi käytönseuranta.

Toiminnallisesti kunnossapidon rooli on kehittynyt ja kehittymässä kahteen näennäisesti päinvastaiseen suuntaan; itsenäistymiseen omaksi eriytetyksi toiminnakseen tai integroitumiseen käytön tehtävien kanssa. (Opetushallitus)

2.4.1 Itsenäistyminen ja erikoistuminen

Kunnossapito itsenäistyy ja sillä on oma organisaatio, oma budjetti ja omat toiminnan tulosta tarkkailevat kriteerit, jopa oma yritys. (Opetushallitus) Oma tulosyksikkönään toimivalla kunnossapidolla on erityispiirteinä sisäänrakennettu pyrkimys tehokkuuteen ja kustannusten karsintaan, asiakassuhteesta seuraava palvelualltius, kustannusvaikutusten näkyminen pelkästään kunnossapidon tulosyksikön kannalta ja byrokratian lisääntyminen eriytetyn kustannuslaskennan ja laskutuksen vuoksi.

2.4.2 Integroituminen

Kunnossapito kokonaisvaltaisena kaikkien toimintojen osana tulee välttämättömäksi. Kunnossapitoa suorittaa koko henkilökunta osana omaa työtään, ja kunnossapito-organisaation tuloksellisessa toiminnassa nousee ratkaisevaan asemaan se, miten yhteydenpito muiden toimintojen kanssa toimii.

Tuotantolaitteen käyttäjä suorittaa jatkuvasti kunnossapitoa ja koneensa tarkkailla pienessä mittakaavassa. Käyttäjän ja kunnossapito-organisaation saumaton yhteistoiminta on välttämätöntä, jotta kunnossapitotoiminto onnistuu. Kunnossapidon merkitystä pohdittaessa on huomattava, että tuotesuunnittelu ja tuotanto ovat yrityksen primääritoimintoja. Kunnossapito on aputoiminto, joka on välttämätön yrityksen tavoitteiden saavuttamisessa. (Opetushallitus)

2.4.3 Käyttäjäkeskeinen kunnossapito

Käyttäjäkeskeiseen kunnossapitoon, ODR-Operator Driven Reliability, kuuluvat kunnossapitotehtävät, jotka käytön henkilöt suorittavat, johtavat ja hallinnoivat. Termi pitää sisällään kaikki ne tehtaan käyttövarmuuteen vaikuttavat kunnossapidon toimenpiteet, jotka käyttöhenkilöstö suorittaa yhdessä kunnossapidon, muiden tehtaan osastojen ja toimintojen kanssa. Käytön kunnossapitotehtävät ovat yleensä ennalta ehkäiseviä ja niiden tarkoituksena on käyttövarmuutta parantamalla optimoida laitteiston elinjakso-kustannukset.

Käytöllä on yleensä jonkinlainen kosketuspinta kunnossapitoon. Vähintään avunpyytäjänä tilanteissa joissa kunnossapitoa tarvitaan tutkimaan ja korjaamaan mahdollista vikaantumista, jonka käyttö on havainnut. Käyttö osallistuu kunnossapitoon ainakin käyttövarmuuden parantamiseen tähtäävien vikaantumisien juurisyy-analyysien yhteydessä tai tarkasteltaessa kunnossapitostrategian soveltumista tuotannon tavoitteisiin. ODR tähtää käytön ja kunnossapidon raja-aidan häivyttämiseen sekä painottaa yhteisvastuuta ja laitteiden omistajuutta laitoksen käyttövarmuuden parantamiseksi (SKS 2011).

Tärkeimpänä tavoitteena käytön sitouttamisessa kunnossapitoon on aikaan saada toimintaohjelma jolla parannetaan käyttöseurantaa. Suurin osa alkavista vikaantumisista voidaan havaita pelkästään ihmisen aistein. Tämän perusteella voidaan todeta, että käyttäjillä on suuri rooli laitteen käyttövarmuuden parantamisessa. Koneenkäyttäjät ovat lähimpänä koneita jatkuvasti ja tuntevat prosessin ja siihen vaikuttavat tekijät parhaiten Käytön sitouttamisella käyttöseurantaan varmistetaan käytön henkilöiden täysipainoinen osallistuminen tuotantoprosessin käyttövarmuuden parantamiseen prosessi jokaisella osa-alueella.

2.5 Kunnossapidon terminologiaa

Kunnossapidon termit ja käsitteet on määritelty EU:n standardissa SFS-EN13306. Suomessa toimii lisäksi PSK Standardisointiyhdistys, joka laatii suomenkielisiä standardeja pääosin teollisuudelle. PSK standardisointi on laatinut standardin PSK 6201 nimeltään Kunnossapito. käsitteet ja määritelmät, joka on sopusoinnussa EN -normien kanssa. Seuraavassa on esitelty kunnossapitoon läheisesti liittyviä käsitteitä, jotka on myös mainittu PSK 6201 standardissa.

2.5.1 Ehkäisevä kunnossapito

Kaikki ne tarkastus-, testaus- ja huoltotoimenpiteet, joita tehdään ilman, että laitteessa tiedettäisiin olevan vikaa. Ennen vian ilmenemistä tapahtuvan niin sanotun ehkäisevän kunnossapidon erottelu käyttöseurantaan, jaksotettuihin huoltoihin ja kunnonvalvontaan on vaikeaa. Periaatteellisena jakona voidaan pitää seuraavaa jaottelua: käyttöseuranta, kunnonvalvonta, jaksotettu huolto, tarkastus, testaus, huolto, korjaus, väliaikainen korjaus, toimintakyvyn ennalleen palauttava korjaus, parantava kunnossapito, peruskorjaus, modernisointi ja käytöstä poisto.

Käyttöseuranta

Käyttöseuranta on kaiken kunnossapitotoiminnan lähtökohta. Käyttöseuranta on jatkuvaa, pienimuotoista pääasiassa käyttäjän normaalin toiminnan ohessa ja lomassa suorittamaa tarkkailua, hoitoa ja huoltoa. Vanhan mallin mukaan kunnossapitohenkilökunta on paikallaan korjatessaan vikaantuneita laitteita, mutta häiriöksi suorittaessaan huoltoa. Käyttöseuranta tekee ennakoivasta kunnossapidosta yhteisen tavoitteen. Käyttöseurannalle on luotava perusedellytykset koulutuksella ja motivoinnilla. Käyttöseurannalle on töiden suunnittelussa varattava riittävästi aikaa. Seurannan suorittamista on valvottava ja ohjattava palautteella aktiivisesti. Käyttöseuranta on kunnossapitopyramidin perustus, joka vaatii panostusta, asennemuutosta ja koulutusta. Käyttöseuranta onnistuu vain pitkäjänteisellä, tavoitteellisella työllä.

Kunnonvalvonta

Kunnonvalvonta tai ennakoiva kunnossapito on laitteen kuntoon perustuva lähestymistapa seurata laitteen kuntoa ja pidentää sen käyttöikää. Kunnonvalvonta on jatkuvaa toimintaa, jossa toiminnon tilaa seurataan erilaisten mittausten avulla. Mittaukset voivat olla jatkuvia tai tietyin välein suoritettavia. Tavoitteena on alkavan vikaantumisen havaitseminen ja vian korjaaminen ennen kuin se estää halutun toiminnon toteutumisen. Tyypillistä on, että toimenpiteet ovat laajempia kuin käyttöseurannassa sekä jatkuvampia ja pidempikestoisia kuin jaksotetuissa huolloissa. Esimerkkinä mainittakoon viemäreiden kunnontarkastus kauko-ohjattavalla kameralla tai vuotojen paikantaminen lämpökameralla.

Jaksotettu huolto

Jaksotetut tai ennalta ehkäisevät huollot muodostavat selvästi etukäteen ohjelmoidun, suunnitellun toimenpidekokonaisuuden. Mikä on käyttöajan, käyttökerrojen tai muun vastaavan periaatteen mukaan jaksottuva huoltotoimenpide, joka tehdään kohteen tilasta riippumatta. Jaksotettujen huoltojen vaatimukset ja tavoitteet suunnittelee kohteen valmistaja yhdessä käyttäjän kanssa. Käyttäjä luo kohteelle omaan järjestelmäänsä sopivan huoltomenettelyn. Käyttäjän on han-

kittava resurssit joko ostopalveluna tai organisoitava tehtävä omaksi työksi, jotta huoltotyöt voidaan suorittaa. Käyttäjällä on oltava järjestelmä, jolla huolto toiminnan tulokset todennetaan, kokemukset kerätään ja analysoidaan. Tavoitteena on, että huoltoja ja niiden jaksoja jatkuvasti kehitetään käyttökokemuksen ja yleisen tekniikan kehityksen myötä. Esimerkiksi jätevesitunnelin nousukuilun ruoppaus kuuluu edellä kuvattuihin jaksotettuihin tai ennalta ehkäiseviin huoltoihin.

Tarkastus

Tarkastus on kohteen toimintakyvyn toteamista, joka ei sisällä päätelmiä tai analyysijä. Failure Developing Period (FDP) eli Vikaantumisjakso määrittää tarkastusten jaksotuksen.

Testaus

Testaus on kohteen toimintakyvyn tarkastamista vertaamalla saatuja mittaustuloksia kohteelle spesifioituihin arvoihin. Se sisältää myös mittaustuloksiin liittyvät päätelmät.

Huolto

Huoltoja ovat ennalta laaditun ohjelman mukaiset kunnonvalvonta- ja huoltotoimenpiteet.

Korjaus

Korjauksen tarkoituksena on poistaa kohteesta paikannettu vika. Vikaantuminen voi olla kokonaisvika, joka estää kohteen kaikki toiminnot tai osittaisvika, joka estää osan sen toiminnoista.

Väliaikainen korjaus

Väliaikaisella korjauksella on tarkoituksena katkosajan minimointi.

Toimintakyvyn entiselleen palauttava korjaus

Laitteen korjaus paikan päällä tai vikaantuneen laitteen vaihtaminen kunnossa olevaan ja vikaantuneen korjaaminen korjausyksikössä.

Parantava kunnossapito

Parantava kunnossapito tarkoittaa laitteiden suorituskykyä, käytettävyyttä, luotettavuutta ja turvallisuutta lisäävää toimintaa, jonka avulla voidaan poistaa esimerkiksi suunnitteluvirheistä johtuvat ongelmatapaukset tai vaurioiden perussyyt ja siten vähentää kunnossapidon tarvetta. Parantavan kunnossapidon perustana on ongelman juurisyyanalyysi (Root Cause Analysis tai Root Cause Failure Analysis), jonka avulla ongelman perussyy pyritään ensin tarkentamaan ja tämän jälkeen löytämään ratkaisu perussyyn poistamiseen. Esimerkiksi rakennuksen energian kulutuksen pienentämiseksi tehtävä painekoe ongelmien kartoittamiseksi ja analyysien perusteella tehtävä tiiveyden parantaminen ovat tällaisia parantavan kunnossapidon toimenpiteitä. Modernisoinnissa tehdään huomattavan laajoja toimenpiteitä, joilla lisätään kohteen käyttövarmuutta tai parannetaan ja muutetaan käyttöominaisuuksia.

Peruskorjaus

Peruskorjauksessa tuotantohyödyke puretaan osittain peruskomponenttitasolle niin, että sen osat voidaan tarkastaa ja että osille voidaan tehdä tarkastusten vaatimat kunnostustoimenpiteet. Kuluja osia uusitaan varsin runsaasti.

Modernisointi

Modernisoinnit ja peruskorjaukset toteutetaan tyypillisesti projektiluonteisina. Toteuttamisvastuu voi joko olla omalla kunnossapito-organisaatiolla, tai työ voidaan ostaa kokonaisvastuulliselta ulkopuoliselta yritykseltä. Modernisoinnin toteuttaminen yrityksen omana toimintana edellyttää yleensä erilaisten palvelujen ja toimintojen alihankintaa, koska peruskorjauksien ja modernisointien yhteyteen liitetään mahdollisimman paljon normaalin kunnossapidon toimintoja. Toteutus voi edellyttää laitteiston pidempiaikaista alasajoa.

Käytöstä poisto

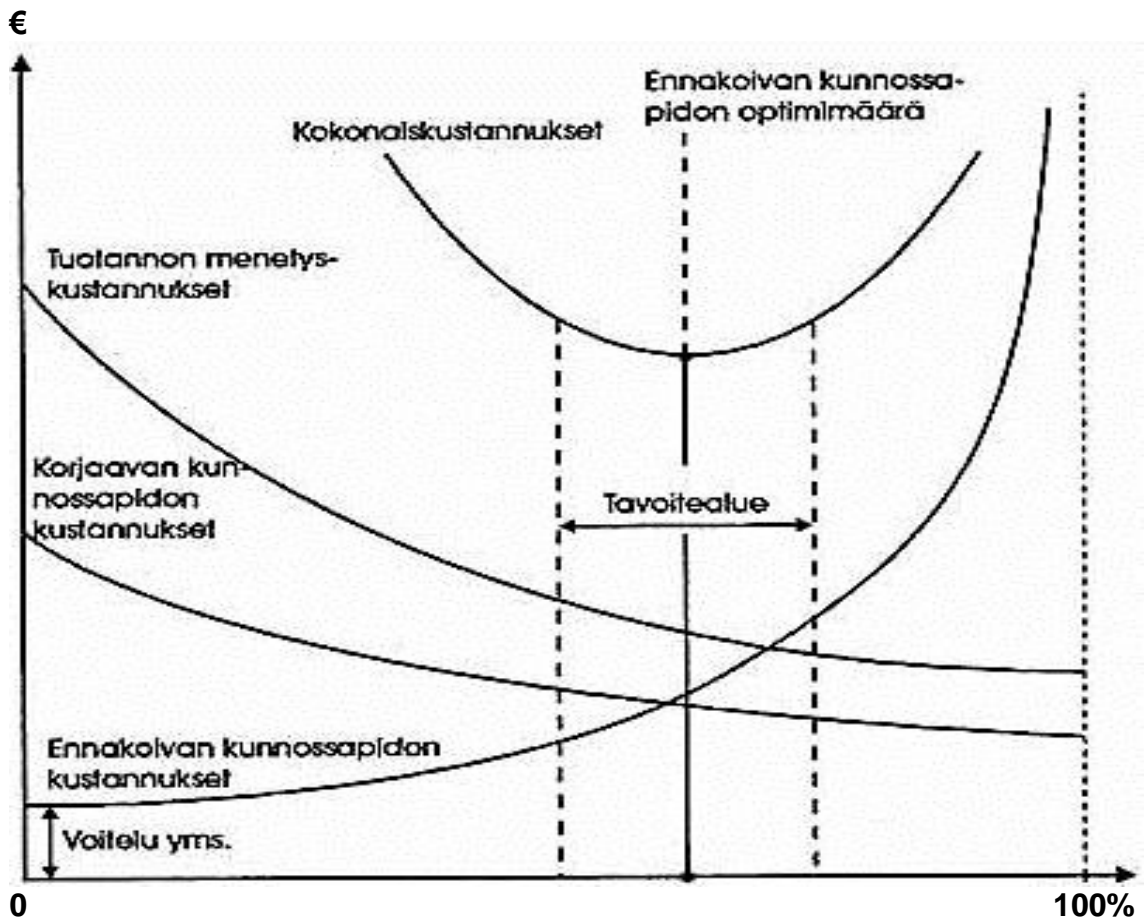
Käytöstä poisto, joko osan tai koko kohteen käytöstä poistaminen, on perusteltua spesifioidun eliniän täyttymisen, taloudellisesti kannattamattoman korjauksen tai kohteen modifioinnin vuoksi. On huomattava, että käytöstä poistaminen sisältää myös käytöstä poistetun kohteen osien asianmukaisen kierrätyksen sen purkamisen jälkeen. Käytöstä poiston vaihtoehtoja ovat: myynti, varastointi ja romutus. Käytöstä poiston yhteydessä on pidettävä huolta kohteeseen liittyvien dokumenttien asianmukaisesta poistamisesta kunnossapidon tietojärjestelmästä.

Mikäli käytöstä poistettavalla laitteella on kaupallista arvoa, on myynti useimmiten yrityksen kannalta ongelmattomin vaihtoehto. Käytöstä poiston on oltava suunnitelmallista, organisoitua toimintaa. Sille on nimitettävä vastuuhenkilöt ja varattava riittävät aika-, raha- ja tilaresurssit. Mikäli näin ei menetellä, niin valittavan usein käytöstä poistetut materiaalit jäävät huonolle hoidolle tilapäisvarastoihin uusien kiireellisten töiden viedessä kunnossapito henkilökunnan ajan.

Käytöstä poistoon liittyviin toimenpiteisiin vaikuttaa voimakkaasti se, millaista käytöstä poistettava materiaali on ja liittyykö sen käsittelyyn mahdollisesti terveys- tai ympäristönsuojeluriskejä. Kunnossapidon seurauksena jää käsiteltäväksi aineita, jotka käyttökänsä päätteeksi muodostuvat ongelmajätteiksi, kuten voitelu- ja muuntajaöljyt tai puhdistuksessa käytetyt liuottimet.

2.6 Kunnossapidettävyys

Korjaavan ja ennakoivan kunnossapidon toisiaan täydentävää vaikutusta voidaan havainnollistaa oheisella periaatekuvalla (kuva 4).



Kuva 4. Ennakoivan kunnossapidon optimimäärä kokonaiskustannuksista. (Opetushallitus 2011)

Korjaavaa kunnossapitoa on välttämättä oltava keskimäärin 5 %, vaikka ennakkoivaa kunnossapitoa lisätään. Ennakoivan ja korjaavan kunnossapidon suhteelle voidaan kuvan mukaisesti löytää taloudellinen optimi. Optimi ei ole numeerolaskelmilla kovinkaan tarkasti määritettävissä, koska kunnossapitomenetelmän valintaan liittyviä näkökohtia, kuten turvallisuutta, toimitusaikoja, ympäristövaikutuksia, joita on vaikea mitata rahassa.

Yllä oleva taloudellisen optimoinnin periaate on yksi yrityksen kunnossapitostrategian määrittämisen lähtökohta. Oheisen kuvan (kuva 4) arviointikaavio selvittää kriteereitä, kun pohditaan kunnossapitotoimien ajoitusta ennen vikaantumista tai sen jälkeen. Kunnossapidon tarvitsemien materiaalien, komponenttien ja resurssien saatavuudessa on aina kyse taloudellisesta optimoinnista. Vertailtavana ovat sekä varastointikustannukset ja toimitusten nopeuttamisesta aiheutuvat lisäkustannukset että tuotannon keskeytyksistä aiheutuvat kustannukset.

2.7 Varastoitavien osien valinta

Pohdittaessa kunkin osan tai komponentin varastointitarvetta ja kriittisyyttä on otettava huomioon ainakin seuraavat tekijät:

- kriittisyys, eli osan tai komponentin vikaantumisen vaikutus tuotannon keskeytyskustannuksiin
- rinnakkaisten tuotantolaitteiden kapasiteetin nostamismahdollisuus hankintahinta
- toimitusaika ja hankintakanavan luotettavuus
- varalaitemahdollisuus
- varastoinnin kustannukset
- välivarastot
- korvattavuus
- vikaantumisen todennäköisyys
- vikaantuneen osan korjausmahdollisuudet
- koko laitteen jäljellä oleva käyttöikä.

Yksi selvä suuntaus on varastojen keskittäminen isoihin keskusvarastoihin ja tietoliikennepalvelujen ja varaosien toimituspalvelujen kehittäminen. Pyrkimyksenä on, että tarvitsija saa vaivatta tiedon siitä, missä varastossa tarvittava varaosa on, ja että osa myös pystytään hänelle toimittamaan tietyn ennalta luvattun aikarajan kuluessa, esimerkiksi 24 tunnissa.

Ongelmakohtaan muodostavat kalliit pääkomponentit, jotka vikaantuessaan pysäyttävät koko toiminnan ja joiden vikaantumisen todennäköisyys on pieni. Tällaisten komponenttien kohdalla on usein omaa varastointia edullisempaa pyrkiä tilanteeseen, jossa valmistaja varastoi kyseistä komponenttia. Voidaan myös muodostaa varaosapooli, jossa useat saman laitteen omistajat yhteisesti hankkivat ja jossa he varastoivat kyseisen komponentin. Poolimenettely on edullinen varsinkin silloin, kun on paljon sellaisia "pientuottajia", joilla on vain yksi tai muutama kallis tuotantoväline. Näille yrityksille ainoan tuotantovälineen seisokki on taloudellisesti ongelmallinen.

Kunnossapidon varastointitarve on normaalin tuotannon varastointitarvetta selvästi vaativampi, koska:

- varastossa on paljon nimikkeitä
- yksittäisiä varastoitavia kohteita saatetaan tarvita vain harvoin
- varastossa saattaa olla vaativiakin osakokonaisuuksia, jotka vaativat erikoisolosuhteita
- varastoinnin on taattava osien moitteeton toiminta pitkänkin varastointikauden jälkeen.

Tärkeätä on, että kunnossapidon tietojärjestelmä kattaa myös varaston ja varastokirjanpidon. Tietojärjestelmän luotettavuus on sen toimivuuden edellytys. Tämä tarkoittaa sitä, että

- voidaan luottaa tietojärjestelmän antamaan tietoon, että komponentti on varastossa
- osien ja komponenttien löytäminen ja identifiointi on järjestetty luotettavasti ja helppolukuisesti.

Kunnossapidon laatujärjestelmän keskeisenä tavoitteena on yrityksen itsensä määrittelemän tuotelaadun pysyvyyttä turvaavan kunnossapitotoiminnan järjestäminen. Kunnossapidon laatujärjestelmäkuvaus on varsin vaativaa ja myös ongelmallista. Poikkeamat kirjataan ja varmistetaan vielä jälkikäteen. Kirjaamat-

tomien toimintojen määrä kasvaa, kunnes se on niin suuri, että kirjaaminen jätetään kokonaan tekemättä. Tämän kunnossapitotoiminnossa keskeisen ongelman ratkaisemiseksi on luotava selkeät toimintaohjeet.

Kunnossapidon suoria kustannuksia voidaan tarkastella jaoteltuna usealla eri tavalla ja eri tapojen yhdistelminä:

- työtehtävän mukaan (työnumero)
- kohteen mukaan (kustannuspaikka)
- kustannuslajin mukaan (kustannuslaji)
- toimenpiteiden kunnossapitojaottelun mukaan (toimenpidelaji)
- suorittajan tai tekniikan alan (kone-, sähkö-, rakennustekniikka jne.) mukaan (työlaji).

3 TUOTANTO

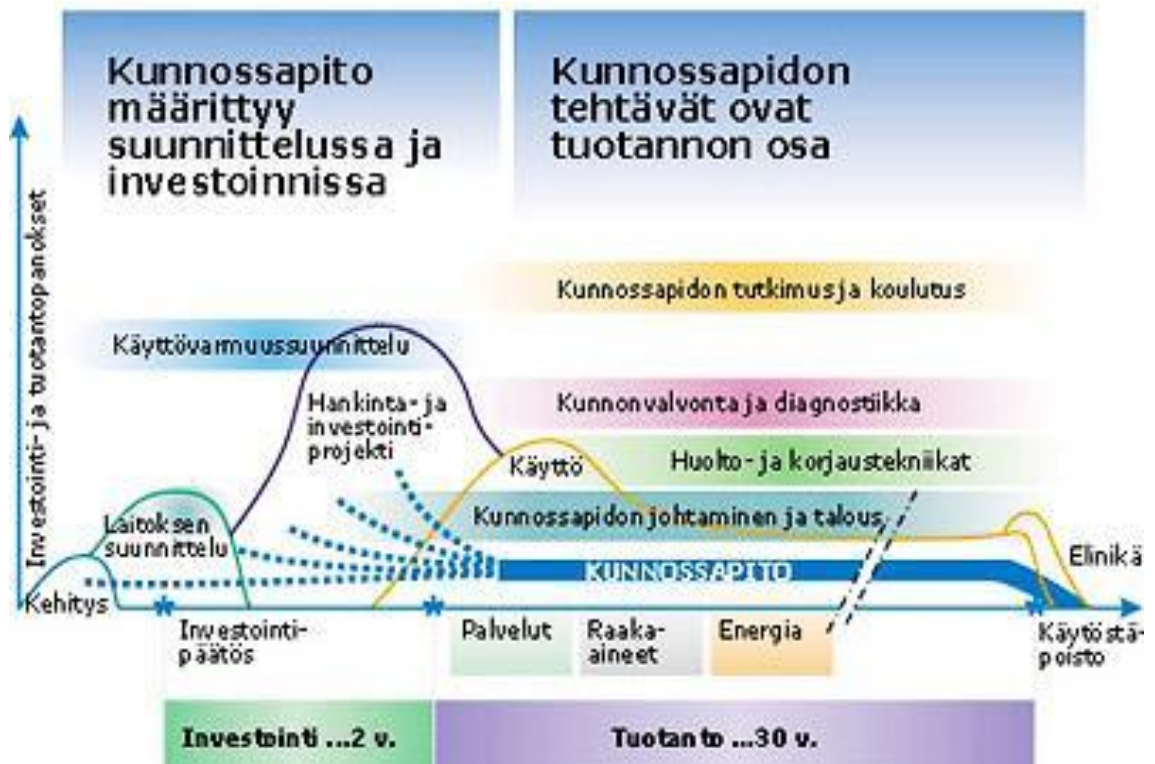
Tuotanto on kaikkien inhimillisten tarpeiden tyydyttämiseen tähtäävää toimintaa. Tuotanto voidaan jakaa kolmeen luokkaan: metsä- ja maataloutta kutsutaan alkutuotannoksi, teollisuustoimintaa ja rakentamista jalostukseksi ja kaupan, liikenteen ja julkisten palveluiden tuottamista palvelutuotannoksi.

Oleellista tuotannossa on tuotantovälineiden yhdistely niin, että syntyy uusia välineitä eli tavaroita, palveluja ja niiden yhdistelmiä. Osan tuotantovälineistä tuottaja hankkii markkinoilta, osa on tuottajan hallussa. Tuotannon välineiden yhdistelyssä tarvitaan osaamista, jota kutsutaan teknologiaksi tai tuotanto-osaamiseksi.

Tuotannonohjaus on menettely, jolla yritys pyrkii ohjaamaan tuotantoa, jotta tuotanto pystyisi täyttämään tilattujen tuotteiden valmistamisen vaatimukset laadusta, määrästä ja toimitusajasta. Tuotannonohjaukseen on perinteisesti kuulunut tuotannon ajoitus, varastojen valvonta ja tuotantokapasiteetin tehokas hyödyntäminen. Nykyään tuotannonohjaukseen sisällytetään koko toimitusketjun kustannusten ja laadun hallinta, sekä tavaravirtojen lisäksi myös informaatiovirrat. Tuotannonohjauksen tehtävänä on toteuttaa yrityksen valitsemaa tuotantostrategiaa.

Käyttö on tuotantolaitteiden hyödyntämistä haluttujen hyödykkeiden valmistamiseksi. Käsite sisältää olennaisimmat toimet, kuten prosessinohjauksen ja koneen käytön. Siihen kuuluu myös työkalunvaihdot, uudelleenohjelmointi, kytkentämuutokset sekä mahdollisesti komponenttien vaihdot.

Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson ajan (SFS-EN 13306 2001). Alla kuvataan kunnossapitoa suhteessa tuotantoon ja tuotantolaitoksen elinjaksoon (kuva 5).



Kuva 5. Kunnossapito tuotantolaitoksen elinjakson aikana. (Opetushallitus 2011)

Kuvassa 5 vasemmalla puolella mainittu käyttövarmuussuunnittelu määrittää kunnossapidon tason suunnittelun lähtökohtana olevan tuotannon pysyvyyden ja määrän maksimoinnin kautta. Hankittavien laitteiden ostopäätöksiin vaikuttaa ensisijassa tuotanto kyky ja laitteen hinta, ei kunnossapidettävyyden. Kuvassa oikealla kunnossapidon koulutus ja tutkimus, kunnonvalvonta, huollettavuus ja taloudellisuusvaatimukset ohjaavat kunnossapidon optimointiin ja alimman hyväksyttävän kunnossapidon tason määrittelyyn.

4 JÄTEVEDEN KÄSITTELY TUOTANTOPROSESSINA

4.1 Ulkoistettu operointi

Ulkoistettu operointi tarkoittaa, että laitoksen operointi on järjestetty jonkin ulkopuolisen toimijan liiketoimintana, mutta omistukseen ei ole tehty muutoksia. Esimerkkinä ulkoistetusta operoinnista UPM Kaukaan tehtailla on hapen valmistuksen ulkoistus AGA Oy:lle omistajan vastatessa kunnossapidosta. Ulkoistaminen voi koskea yksittäisen tehtaan osatoiminnan lisäksi koko liiketoimintaryhmän tai koko konsernin osatoimintaa useassa maassa, jolloin toiminnan volyyymi olisi kiinnostavaa ulkopuoliselle yrittäjälle.

Ulkoistamiseen voi sisältyä myös omistajuuden ulkoistaminen. Omistuksen ulkoistaminen voidaan suorittaa esimerkiksi seuraavin askelin; palvelusopimus, management-sopimus, leasing-sopimus, Build, own, (operate) and transfersopimus ja omaisuuden myyntisopimus. Operoinnin ulkoistaminen voi myös sisältää

esimerkiksi osatoimintojen ulkoistamista, kunnossapidon, ennakoidun huollon, näytteenoton ja analysoinnin ulkoistamista. Esimerkiksi teollisuuslaitosten ulkoistettua yhteispuhdistamoja varten on perustettu oma osakeyhtiö Kotkaan, Sunilan Puhdistamo Oy.

Jätevedenkäsittely on metsäteollisuudessa tuotantoa palveleva aputoiminto, eikä osa sen keskeisintä liiketoimintaa ja ydinosaamista. Metsäteollisuuslaitosten omalla henkilökunnalla on harvoin muuten kuin käyttökokemuksen kautta syvällistä tietämystä jätevesijärjestelmien erityispiirteistä eikä henkilöstö laajan vastuualueensa takia useinkaan voi erikoistua yhteen osa-alueeseen. Ainakin osittain edellisen seurauksena syvintä alan osaamista ja asiantuntemusta ei aina löydy omasta organisaatiosta. Erikoisosaamiselle on siis kysyntää esimerkiksi konsulttipalvelujen muodossa. Huolellisemmalla ja asiantuntevammalla ajamisella ja ennakoidun kunnossapitoa tehostamalla puhdistustuloksia voisi vielä monilla laitoksilla parantaa.

Konsernilla on ulkoistamisen vaihtoehtona konsernin sisäinen yhteistyö. Ulkoistamisen seurauksena eri organisaatioissa toimiminen saattaisi heikentää tuotannon ja jätevesien esikäsittelyn operoijan välistä tiedonsiirtoa. Metsäteollisuuden keskusliitto ry ja Paperiliitto ry ovat työehtosopimuksen osana sopineet, että toistaiseksi metsäteollisuudessa ei mitään toimintoja ulkoisteta ilman molempien osapuolten hyväksymistä.

Ulkoistamisesta huolimatta jätevettä tuottava teollisuus on aina vastuussa ympäristöpäästöistään ja niiden vaikutuksista ympäristöön. Jätevesien käsittelyn tehokkuus on mitä suurimmassa määrin imago-kysymys mille tahansa teollisuuden haaralle.

4.1.1 Raportti Metsä-Botnia Ab:n ja UPM Kymmene Oyj:n puhdistamoiden vertailusta 2010.

UPM, Kaukaan puhdistamo on otettu käyttöön 1992 eikä siihen ole tehty merkittäviä muutoksia. Puhdistamon lupaehdot ovat osa koko tehdas integraatin lupaehtoja. Puhdistamon energian kulutuksen pienentämiseksi on opinnäytetyö meneillään.

UPM Kaukaan jäteveden puhdistamo on kustannustehokkain tutkituista 5 laitoksesta. Prosessin hyvä hallinta näkyy parhaana puhdistustuloksena. Raportti toteaa että: *Käyttöhenkilöstön kustannustietoutta olisi hyvä kohentaa.* (Hännikäinen, H ja Vatka, S.)

4.2 Oma operointi

UPM Kaukaalla jätevesilaitosta operoidaan kaukokäytettynä talteenotto-osaston valvomosta. Jätevesilaitoksen käyttö ja kunnossapito on integroitu tehtaan yhteisiin järjestelmiin. Tehtaan viemärijärjestelmät kuuluvat olennaisesti jäteveden käsittelyyn, mutta niiden merkitys ei ole niin suuri kuin kunnallisella puolella toimialueen pienuudesta johtuen. Teollisuuslaitos ei ole välttämättä yhtä pysyvä

ilmiö kuin taajamat, sillä toiminta voi sisältää seisokkeja ja toiminta voi loppua lyhyelläkin varoitusajalla.

4.2.1 Käyttö

Ohjaamonhoitaja, eli operaattori, suorittaa biopuhdistamon jätevedenkäsittelyn ohjauksen samanaikaisesti Meesauunin, Kaustisoinnin ja Biovoimalaitoksen, KauVon, käytön ohjauksen kanssa. Laitteiden ohjaukset ja toiminnot suoritetaan Alcont-järjestelmällä. Tiedon keruu ja raportointityökaluna käytetään Metson DNA-järjestelmää.

Tyypillisesti tehtaalla vesijärjestelmistä vastaavalla ylemmällä toimihenkilöllä on muitakin vastuualueita, kuten jonkin päätuotanto-osaston käyttövastuu, terveys- turvallisuus-, laatu- tai laboratorioasiat. Alueen osastomestarilla on yhtäläisesti useampia vastuualueita. Päivittäisessä toiminnassa osastomestari tukeutuu alueen laitos- ja automaatiomiehen apuun.

Käyttötehtävät suoritetaan oma-aloitteisesti, osittain ryhmätyönä huomioiden laatu-, tuottavuus- ja turvallisuustekijät. Käyttö toteuttaa työnjohdon kyseiselle tehtävälle määrittelemät laadulliset sekä tuotannolliset tavoitteet.

Laitoksen kemikaalitäydennykset hoitaa kemikaalien toimittaja omatoimisesti. Saimaan vesiensuojeluyhdistys ry suorittaa jäteveden käsittelyn seurantaan ja ohjaukseen liittyvän näytteenoton ja analysoinnin.

4.2.2 Kunnossapito

Jätevesilaitoksen kunnossapito kuuluu niin alueellisen kuin myös keskitetyn kunnossapidon henkilöstön tehtäviin. Keskitetyn kunnossapidon henkilöstön vastuualueena on koko tehdas. Keskitettyyn kunnossapitoon kuuluvat automaatio, koneenkorjaus ja rakennustekniset kunnossapito- ja investointitehtävät. Puhdistamon laitteet ovat Sellun kunnonvalvonnan piirissä. Kunnonvalvonnan tehtävää hoitaa ennakko- huollon työntekijä laitteiden kriittisyyden ja käyttövarmuuden pohjalta suunnitellun reittityö-ohjelman mukaan.

Kunnonvalvontakierros tehdään kerran kuukaudessa, ja sen yhteydessä kerätään tiedot 21 laitteen kunnosta 313 pisteestä. Tiedon keruuseen ja analysointiin kuluu aikaa noin 8–12 tuntia riippuen analyysin tuloksesta. Ennakko- huollon työntekijät suorittavat analyysit tiimityönä. Löydetyt vauriot ja tarkempaa seuranta- vaativat kohteet raportoidaan vikailmoituksella alueen työnsuunnittelijalle, joka toimii myös ennakko- huollon työntekijöiden esimiehenä. Työnsuunnittelija tekee vikailmoitusten pohjalta työtilauksen joko mekaaniselle tai automaatio- kunnossapidolle.

Laitteiden kunnonseuranta ja kunnossapitoa päivittäisenä toimintana hoitaa alueen laitospäällikö. Alueen automaatiomiehelle kuuluu laitoksen sähkön syöttöön, sähkölaitteisiin ja automaatioon liittyvät kunnonseurannan ja kunnossapidon tehtävät. Laitoksen kunnossapidosta vastaavat alueen automaatio- ja kunnossapitomestari Sellun kunnossapitopäällikön alaisuudessa. Rakentamiseen ja rakenteiden kunnossapitoon ja investointeihin liittyvät asiantuntija- ja rakennut-

tajapalvelut ostetaan UPM, Kymi–Kaukas Tehdaspalvelun Kaukaan keskuskorjaamolta. Rakennuspalvelut toimivat projekti-insinöörin alaisuudessa.

4.3 Biopuhdistamo

UPM Kaukaan aktiivilietelaitos, eli biopuhdistamo on kuvattuna kaakosta luoteeseen kuvassa 6. Poiketen yhdyskuntajätevesistä teollisuuden jätevedet ovat vähäravinteisia ja makroravinteita, typpeä ja fosforia, joudutaan lisäämään prosessiin mikrobitoiminnan turvaamiseksi.

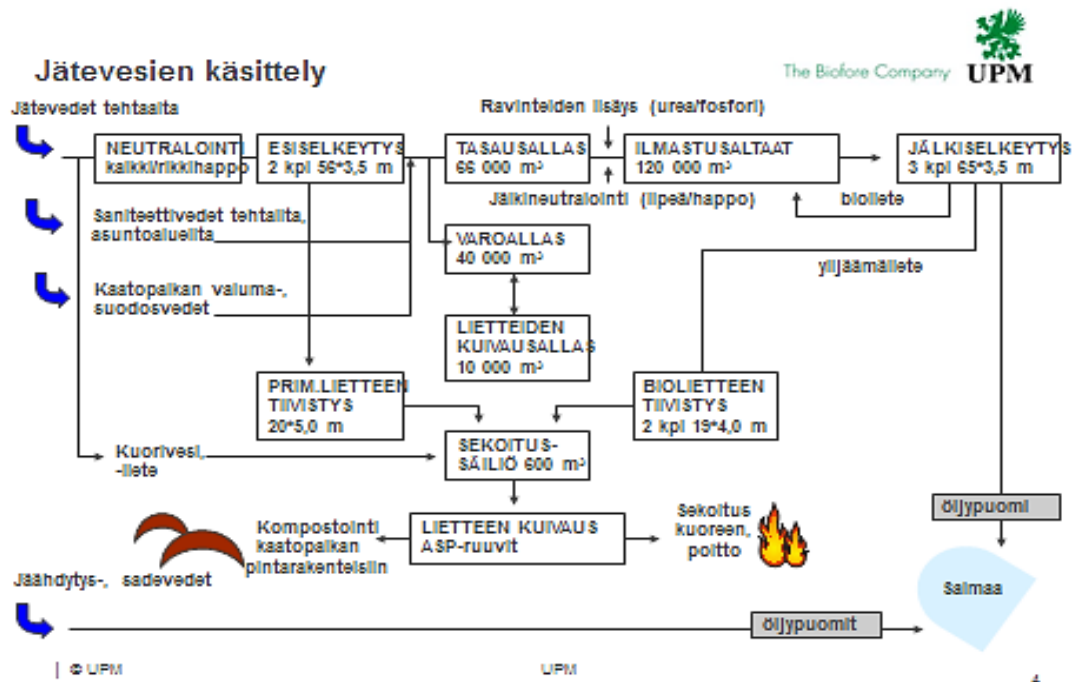


Kuva 6. UPM, Kaukaan biopuhdistamo. (UPM, Kaukas intranet 2010)

4.4 Prosessin kuvaus

UPM Kaukaan puhdistamo on aktiivilietelaitos. Jätevedet neutraloidaan ennen puhdistamoä etuneutraloinnissa sammuttamattomalla kalkilla tai rikkihapolla. Etuneutraloinnin jälkeen kiintoainetta erotetaan etuselkeyttimillä. Etuselkeytyksen jälkeen jätevesi ohjataan tasausaltaan kautta ilmastukseen, jossa varsinainen puhdistus tapahtuu. Ennen ilmastusta veden pH:ta on vielä mahdollista säätää NaOH:lla tai rikkihapolla. Prosessin vaatimat ravinteet, urea ja fosforihappo syötetään ilmastusaltaaseen menevään jätevesi virtaan. Oikeanlaisissa olosuhteissa (lämpötila 35–40 C°, pH 6,5-8, happipitoisuus 1-3,5 mg/l) ilmastusaltaan mikrobikanta hajottaa metsäteollisuuden jätevesien sisältämät epäpuhtaudet. Jälkiselkeyttimillä syntynyt liete laskeutetaan ja osa siitä palautetaan ilmastusaltaaseen. Ylimääräliete poistetaan biolietteen tiivistykseen ja siitä edelleen lietteenkäsittelyyn. Jälkiselkeyttimiltä puhdistettu jätevesi johdetaan Pappilanojaan, Kaukaan purkupaikkaan Saimaassa (Maunus-Tiihonen 2011).

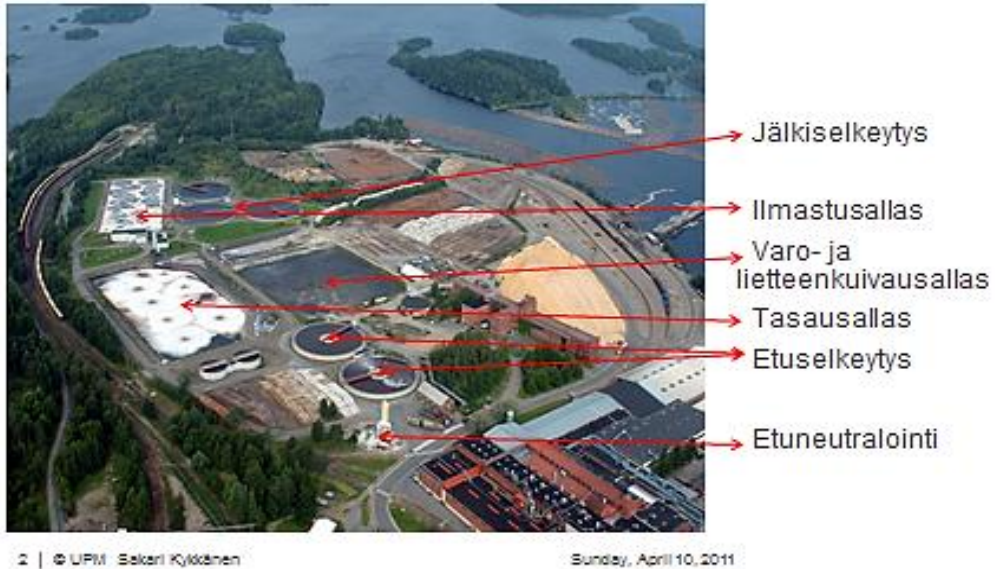
Prosessikaavio on esitetty kuvassa numero 7.



Kuva 7. UPM Kaukaan puhdistamon prosessikaavio. (Maunus–Tiihonen 2011)

Prosessikaaviossa esitetyn prosessin laitteet ja niiden sijainti maastossa on esitetty kuvassa 8.

Prosessilaitteiden sijainti maastossa



Kuva 8. Prosessilaitteiden sijainti maastossa (UPM, Kaukas intranet 2010)

Kuvassa 8 on esitetty prosessilaitteiden sijainti maastossa. Keskeltä alhaalta etuneutraloinnista prosessin etenemissuuntaan etuselkeyttimien, tasausaltaan ja ilmastuksen kautta jälkiselkeyttimien läpi Pappilanojaan. Keskellä kuvaa on tumma neliön muotoinen alue, jossa ovat varo- ja lietteenkuivausallas.

5 ELINJAKSOKUSTANNUS, ELI LIFE CYCLE COST (LCC)

Elinjaksokustannusten tarkastelun tärkein tavoite on määrittää tuotteen tai tuotantolaitoksen omistamisesta aiheutuvat kokonaiskustannukset koko elinkaaren ajalta, joihin kuuluvat tutkimus, kehittäminen, rakentaminen, käyttö ja kunnossapito sekä käytöstä poisto. Elinjaksokustannusten arviointi antaa hyödyllistä tietoa tuotteen hankintaan, suunnittelun optimointiin, kunnossapidon aikataulutukseen tai modernisoinnin suunnitteluun. Tyypillinen osuus koko elinjakso-kustannuksista ilman investointikustannuksia on 60–80 %.

LCC – eli Life Cycle Cost –counting on elinjakso-kustannusten laskenta, joka tapahtuu vuosittain kertyneiden kustannusten tunnistamisen ja summien nykyarvoon päivittämisen jälkeen sijoittamalla saadut arvot laskentakaavaan. LCC = Kaikki elinjakson kustannukset euron nykyarvolla. Esimerkki elinjakso-kustannuksen laskemisessa huomioitavista seikoista on kaavassa 1.

Elinjakson kustannus voidaan laskea seuraavasti (Kawauchi - Rausand 1999).

$$LCC = I + Repl - Res + E + W + OM\&R + O \quad (1)$$

I = Investointikustannukset

Repl = Korvaushankintojen kustannukset

Res = Jäännösarvo, jälleenmyynti- tai kierrätysarvo, joka vähentää kustannuksia

E = Energiakustannukset

W = Vesikustannukset, korvaukset

OM&R = poltto-aineeton käyttö, kunnossapito- ja korjauskustannukset

O = Muut kustannukset toiminnan tehostamiseksi

Investointi on velkaa, joka perii koron myöntämästään luotosta. Investoinnille on asetettava aina vähintään yleisesti lainalle asetettu korkotuottovaatimus. Investoinnille asetetaan yleisesti myös tuotto odotuksia jotka on esitetty liitteessä 1. Korkovaatimuksella on investointilaskennassa myös se merkitys, että eri vuosina syntyvät tuotot ja kustannukset voidaan asettaa samalle viivalle investoinnin syntyhetken kanssa. Korke selvittää, kuinka paljon arvokkaampi tietty rahamäärä on laskentahetkellä kuin viiden vuoden päästä. Koron huomioiminen tulevisissa tuotoissa ja kuluissa kutsutaan diskonttaamiseksi. Asiaa selventävät kaavat 2 ja 3. Nykyarvot on laskettu diskonttaamalla syntyvät kustannukset ja arvot. Nykyarvo voidaan laskea seuraavasti (Cursor Oy).

$$NA = ck \times K \quad (2)$$

NA = Nykyarvo

ck = Diskonttaustekijä

K = elinkaaren aikana syntyvä kustannus tai jäännösarvo

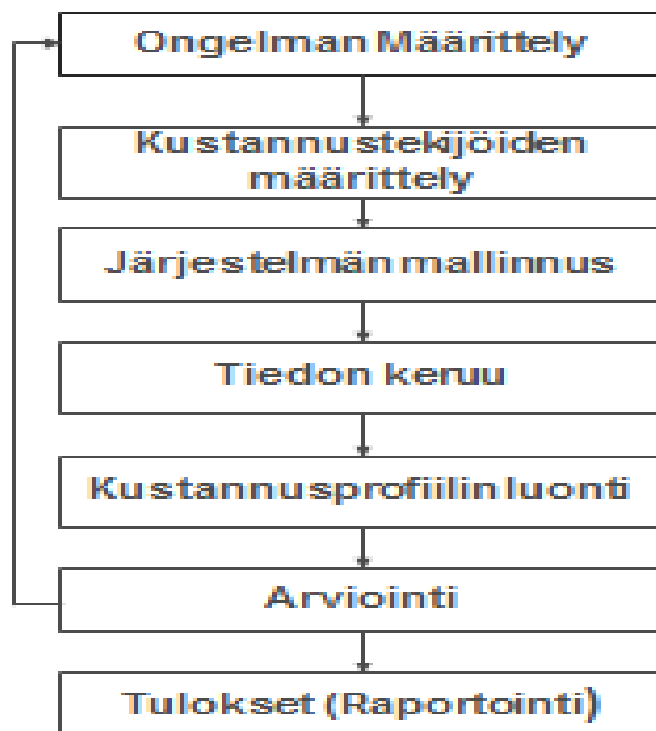
Diskonttaustekijä ck voidaan laskea seuraavasti

$$ck = 1/(1+i)^n \quad (3)$$

ck = diskonttaustekijä
i = korkokanta (näissä laskelmissa 9 %)
n = aika vuosina takuuajan lopusta mitattuna

5.1 Elinjakson kustannusten laskennan kuusi vaihetta

Kuvan 9 kaaviossa on esitetty elinjaksokustannusten laskentaan liittyvien tekijöiden kuusiportaista määrittelyä, prosessin arvioimista ja ohjausta.



Kuva 9. LCC -laskennan vaiheet. (Kawauchi - Rausand 1999)

Vaihe 1. Ongelman määrittely.

Määritellään laitteisto ja toiminnot, joita tutkitaan sekä ongelman lähestymistapa. Tässä vaiheessa määritellään myös viimeisen vaiheen (arviointi) perusteet, joiden tulisi ohjata kokonaiskustannusten lisäksi järjestelmän suorituskykyä ja tehokkuutta.

Vaihe 2. Kustannustekijöiden määrittely.

Cost Breakdown Structure (CBS), eli kustannuselementtien määrittely systemaattisesti kaikkien elinjakson kustannuksiin vaikuttavien kulujen huomioimiseksi.

Vaihe 3. Järjestelmän mallinnus.

Järjestelmän mallinnuksen tulee ottaa huomioon monia näkökohtia kuten käytettävyys, huollettavuus, riski, inhimillisen erehdyksen mahdollisuus. Tärkeimpinä voidaan pitää kunnossapidettävyyteen ja käytettävyyteen liittyviä kustannuksia.

Vaihe 4. Tiedon keruu.

Elinjaksokustannusten arvioinnin luotettavuuden kannalta on ensiarvoisen tärkeää kerätä mahdollisimman paikkansapitävää tietoa. Jollei tietoa ole saatavilla, sen merkitystä verrattuna kerättyyn tietoon arvioi kunkin tekniikanalan asiantuntija.

Vaihe 5. Kustannusprofiilin luonti.

Kustannusprofiilin luominen taulukkomuotoon koko elinjaksolle on ensiarvoisen tärkeää. Kustannusprofiili on yhteenveto, jolla jokaisen kustannuselementin, CBS, vaikutus tunnistetaan.

Vaihe 6. Arviointi.

Elinjakson kustannusten tunnistamisen yhteydessä tulee arvioida täyttyvätkö tehtävälle ensimmäisessä vaiheessa asetetut vaatimukset. Tehtävälle asetettujen vaatimusten täyttymiseksi järjestelmää joudutaan arvioimaan ja muuttamaan koko prosessin ajan.

Kuvassa 10 on biopuhdistamon investointi ja käyttökustannukset laskettu koko arvioidulta kolmenkymmenen kuuden vuoden elinjaksolta.

Jäteveden käsittelyn elinjakson kustannukset 1990 - 2026



• LCC KUSTANNUKSET NYKYARVOLLA

	%
• Investointi 1990 - 1994	39
• Tuotanto 1994 - 2026	61
• Yhteensä	100

Kuva 10. Jäteveden käsittelyn elinjaksokustannukset.

Laitoksen käyttöönotto tapahtui jo vuonna 1992, mutta investointitöiden viimeistely ja tuotannollinen koekäyttö jatkui vuoteen 1994. Tältä ajalta käyttö- ja kunnossapitokustannukset on kirjattu investointikuluiksi. Investoinnin ja tuotannon, eli käytön ja kunnossapidon, kustannukset on muutettu indeksin ja diskontauksen avulla koko elinjakson ajalta nykyarvoon. Investoinnin ja tuotannollisen koekäytön kustannukset ovat 39 % kokonaiskustannuksista. Tuotantokustannusten arvio vuoteen 2026 saakka on 61 % elinjaksokustannuksista.

6 BETONIRAKENTEIDEN KUNTOTUTKIMISEN MENETELMIÄ

Teräsbetonirakenteiden korroosio ja eroosio, joita aiheuttaa jäteveden käsitelystä käytetty rikkihappo (H_2SO) sekä karbonatisoituminen, jonka aiheuttaa ilmakehän hiilidioksidi, ovat syynä vakaviin rakenteiden vaurioitumisiin. Betonirakenteiden kuntotutkimuksissa on erityisen tärkeää paitsi havainnoida silminnähtävät vauriot, mutta myös tutkia teräskorroosion mahdollisuutta ja riskiä ehjän betonipinnan alla. Betonin karbonatisoituneessa osassa olevat raudotteet ovat alttiita teräskorroosiolle, jota rakenteen korkea suhteellinen kosteuspiitoisuus edesauttaa merkittävästi. Teräskorroosio alkaa usein betonin sisältä ilman näkyviä vaurioita johtaen lopulta rakenteiden turvallisuuden alenemiseen sekä pitkälle edenneisiin halkeamiin ja rakenneosien lohkeiluun. Tämän takia korroosiolle alttiiden rakenteiden luotettavuus ei ole sidoksissa vain näiden rakennesuunnitteluun, vaan myös tarkastusten ja korjausten suorittamiseen.

Optimoitu elinjakson kunnossapito-ohjelma saavutetaan minimoimalla suunnitellun elinjakson kokonaiskustannukset hyväksymällä rakenteiden luotettavuuden rajoittaminen toimintaa palvelevalle tasolle elinjakson aikana. Korjaavan kunnossapidon strategiat perustuvat usein kokemukseen ja paikallisiin käytäntöihin paremminkin kuin tieteellisiin menetelmin tehtyihin tutkimuksiin. Kunnossapito-ohjelma, joka perustuu yksinomaan kokemukseen, saattaa olla kalliimpi ja epäluotettavampi kuin sellainen, joka perustuu järjestelmälliseen lähestymistapaan. Optimaalisen toimintatavan valinta tulee perustua arvioidun elinjakson minimoituun kokonaiskustannukseen, jonka kriteereinä ovat vaikutus rakenteiden luotettavuuteen ja arvioidut vikaantumisiin liittyvät kustannukset. Odotetun elinjakson kokonaiskustannukset sisältävät perustamiskulut, ehkäisevän kunnossapidon, tutkimukset, korjaukset ja vikaantumiset (Frangopol, D, M., Lin, K, Y., Estes, A, C).

Tavanomaisen kunnossapidon kustannuksia on vaikea ennustaa. Perinteisesti käyttökustannukset on laskettu yhteen arvioitujen kunnossapitokustannusten kanssa käytettäväksi kustannusarvioiden ja suunnittelun perusteena. Kunnossapitokustannusten kasvaessa ajan myötä on niitä arvioitava ottaen ikääntymisen vaikutus huomioon. Kunnossapitokustannuksia, C_{main1} , minä hetkenä (t), tahansa voidaan kuvata lineaarisena ajan funktiona. Kaavassa 4 on kuvattu kunnossapidon kustannuksien laskentaa minä tahansa hetkenä (Frangopol, D, M., Lin, K, Y., Estes, A, C.).

$$C_{main1} = C_{main} t \quad (4)$$

C_{main1} = Ennakoivan kunnossapidon kustannukset ensimmäisenä vuonna
 t = laitteiston käyttöikä vuosissa

Tästä seuraa, että kahden vuoden syklillä tehtävän kunnossapidon kustannus 50 vuoden elinjaksolle on kaavan 5 mukainen (Frangopol, D, M., Lin, K, Y., Estes, A, C.).

$$C_K = C_{main2} + C_{main4} + C_{main6} + \dots + C_{main50} \quad (5)$$

Arvioidut kunnossapitokustannukset diskontattuna nykyarvoon kaava 6 (Frangopol, D, M., Lin, K, Y., Estes, A, C).

$$C_K = C_{main2}/(1+i)^2 + C_{main4}/(1+i)^4 + C_{main6}/(1+i)^6 + \dots + C_{main50}/(1+i)^{50} \quad (6)$$

i = diskontauskorko

Lukemattomat tekijät vaikuttavat laitoksen kuntoon, kuten laitteiden ja järjestelmien konstruktio, päivittäinen kuormitus ja laitoksen ympäristö olosuhteet, sekä arvioituihin kustannuksiin elinjakson aikana. Tarvitaan tarkkoja tietoja edellä mainituista seikoista, jotta voidaan luoda kustannusmalli ennakoivan kunnossapidon suunnitteluun. Tässä esityksessä oletetaan kaikkien rakenteisiin liittyvien korjausten ja tutkimusten aiheutuvan betonirakenteiden ja raudoitusten vaurioitumisesta, ja niiden tutkimiseen oletetaan tarvittavan ainetta rikkomattomia tutkimusmenetelmiä, eli NDE-menetelmiä sekä näytteenottoa ja rasituskokeita. NDE-menetelmiä ovat esimerkiksi kanaalien ja verkostojen videokuvaukset ROV-laitteilla ja betonin kunnon selvittäminen tunkeumavärillä, ultraäänellä tai maatumkalla. Tutkimusten suorittamisen laadulla on tärkeä merkitys vaurioiden paikantamisessa. Korkeatasoinen tutkimusmenetelmä antaa luotettavampaa tietoa vaurioiden arvioimiseen. Tehokkaita korjauksia ei voida suorittaa, ellei vaurioiden laajuutta ja vakavuutta tunneta.

NDE menetelmän laadun toteamiseksi tarvitaan menetelmä vaurioiden vakavuuden tunnistamiseksi. Kaavassa 7 esitetään vaurioiden vakavuus (n), joka määrittelee havaittujen vaurioiden vakavuusasteen suhteessa vaurion synty aikaan (t) (Frangopol, D, M., Lin, K, Y., Estes, A, C.).

$$n(t) = (D_{b0} - D_b(t)) / D_{b0} \quad (7)$$

D_{b0} = Alkuperäinen teräksen halkaisija jossa vaikuttaa betonirakenteen momentti.

$D_b(t)$ = Saman teräksen halkaisija ajan kohtana (t).

Korroosion vaikutus rakenteen momenttikapasiteettiin on yleensä suurempi kuin sen vaikutus leikkauskapasiteettiin. Vaurioiden vakavuus voi vaihdella nollassa, joka tarkoittaa ehjää rakennetta, ykköseen (1) joka tarkoittaa rakenteen menettäneen kykynsä toimia suunnitellulla tavalla. Vaurion vakavuuden funktioksi saadaan kaava 8, jos aika, joka kuluu vahingollisen aineen tunkeutumiseen terästen tasolle, tunnetaan (Frangopol, D, M., Lin, K, Y., Estes, A, C.).

$$n(t) = \begin{cases} 0, & 0 \leq t \leq T_1 \\ (D_{b0} - D_b(t)) / D_{b0}, & T_1 < t \end{cases} \quad (8)$$

T_1 = korroosion vaikutusaika vuosissa, lasketaan ensimmäisestä korjauksesta.

Tasaisen korroosion vaikutus teräksen halkaisija lasketaan kaavalla 9 (Frangopol, D, M., Lin, K, Y., Estes, A, C.).

$$D_b(t) = D_{b0} - 2v(t - T_1) \quad (9)$$

v = betonin korroosioaste.

2 = kerroin, huomioi korroosion vaikutuksen teräkseen joka puolelta

Korjauksen jälkeen korroosion vaikutus teräksen halkaisijaan lasketaan kaavalla 10 (Frangopol, D, M., Lin, K, Y., Estes, A, C.).

$$D_b(t) = D_{br} - 2vt \quad (10)$$

D_{br} = teräksen halkaisija korjauksen jälkeen

Käytettävissä olevien tutkimusmenetelmien varmuus voi vaihdella suuresti. Tämä seikka tulee huomioida tutkimussuunnitelmaa laadittaessa. Kokemusperäisen tiedon vähyys vaurioiden vakavuuden tunnistamisesta NDE menetelmillä johtaa tilanteeseen, jossa matemaattisia menetelmiä ei ole käytettävissä.

Korjaustoimien tehokkuutta, e_{rep} , voidaan kuvata määrällä, jonka korjaukset nostavat rakenteen luotettavuutta. Rakenteiden toiminnallisen luotettavuuden kasvua voidaan kuvata momenttikapasiteetin muutoksella, joka korjauksella saadaan aikaan. Tämän muutoksen avulla korjauksen tehokkuutta voidaan arvioida kaavalla 11 (Frangopol, D, M., Lin, K, Y., Estes, A, C.).

$$e_{rep} = (M_{r,a} - M_{r,b}) / M_{r0}, \quad 0 < e_{rep} < 1 \quad (11)$$

e_{rep} = korjauksen tehokkuus

M_{r0} = rakenteen alkuperäinen momenttikapasiteetti

M_{ra} = kapasiteetti korjauksen jälkeen

M_{rb} = kapasiteetti ennen korjausta

Korjauskustannukset saadaan kaavalla 12 (Frangopol, D, M., Lin, K, Y., Estes, A, C.).

$$C_{reo} = \alpha_{rep} ((M_{r,a} - M_{r,b}) / M_{r0})^y = \alpha_{rep} e_{rep}^y \quad (12)$$

$\alpha_{rep} = C_T$ = rakenteen investointi kustannus nykyarvolla

$y = 0,5$

6.1 Rakenteiden korjaukset

Kokoojakaivo, eli "urkupillikaivo", on kaivinpaalutekniikalla silikaattibetonista liukuvaluna tehty kuilu, joka johtaa jätevedet peruskallioon louhittuun jätevesitunneliin. Kokoojakaivo on korjattu kesän 2010 juhannusseisokin aikana vuonna 2009 havaitun betonin eroosion vuoksi. Eroosion on aiheuttanut jäteveden sisältämät kemikaalit ja veden voimakas pyörteily. "Urkupillikaivo"-nimitys tulee kairon välitason läpi kulkevista ilmastusputkista, joiden tarkoitus on estää jäteveden sekoittuessa syntyvän vaahdon aiheuttaman kaasulukonsyntymistä jätevesitunneliin.

6.1.1 Jätevesitunneli

Jätevesitunneli on 900 metriä pitkä peruskallioon louhittu kahdella nousukuilulla varustettu tunneli, joka johtaa jätevedet kokoojakaivosta etuneutralointiin, jonka laitteet sijaitsevat nousukuilun rakenteiden päällä. Juhannuksena 2010 tarkastettiin kokoojakaivon alla sijaitsevan toisen välitason kunto sekä ensimmäisen välitason alapuolinen louhittu kuilu, kuiluun johtava betonoitu käytävä ja käytävän kolmen paineoven kunto. Sisimmäinen paineovi varustettiin luukulla, josta operaattori voi tarkistaa tilanteen kuilussa ennen oven avausyritystä. Luukusta voidaan ”letkuttaa”, eli painevedellä liettää, oven taakse kertynyttä sedimenttiä niin, että ovi saadaan avattua eikä lietettä tule betonikäytävään.

6.1.2 Etuneutraloinnin nousukuilu

Etuneutraloinnin nousukuilu tyhjennettiin pumppaamalla ja avaamalla venttiili, joka johtaa kivikaalina tunnettuun viemäriin. Vesi saatiin pumpattua niin alas, että jätevesitunnelin pohjalle laskeutunut sedimentti paljastui ja nousukuilun betonointi päästiin tarkastamaan. Veden pinnan pudottamisen syynä oli myös aiemmin mainitun venttiilin vaihto.

Betoni viemäriin sisäseinät pestiin korkeapainepesurilla (1000 baria) niin pitkälle, kuin se turvallisesti voitiin tehdä. Varsinaisen nousukuilun seinissä on vähäistä eroosiota eikä kalliokuilun osalta ole huomautettavaa.

6.1.3 Etuselkeytin 1.

Etuselkeytin ”ykkösen” rakenteet tarkastettiin.

6.1.4 Tasausallas

Tasausaltaan kunnossapito keskittyy pintailmastimien kunnossapitoon. Tasausaltaassa on seitsemän pintailmastinta. Altaan pohjaa on harattu hinaajan avustuksella sen tasaamiseksi.

6.1.5 Ilmastusallas

Ilmastusaltaan pohjailmastimet on vaihdettu kaikkiin altaisiin alkuperäisistä OKI-ilmastimista Edi-ilmastimiksi. Ilmastimien sukat vaihdetaan 4–5 vuoden välein.

6.1.6 Jälkiselkeyttimet

Jälkiselkeyttimien korjauksen voi suorittaa tarvittaessa erottamalla yksi jälkiselkeytin kerrallaan prosessista.

6.1.7 Pappilanoja

Pappilanojan pohja on epätasainen ja sinne jää lätäköitä, joissa kalat polskivat vedenpinnan laskun yllättäminä. Ojan pohja harataan tasaiseksi.

6.1.8 Purkupaikan vaahtoportti ja öljypuomi

Pappilanojan purkupaikan suulla on kahden betonilaiturin välissä vedenpintaa seuraava kelluva vaahtoportti. Vaahtoportin rakennetta muutettiin niin, ettei se taivu vedenpaineesta ja juutu laitureissa oleviin ohjausuriin. Öljypuomin kuntoa valvoo käyttökäyttökäyttö.

6.2 Laitoksen investointi, käyttö- ja kunnossapitokustannuksia

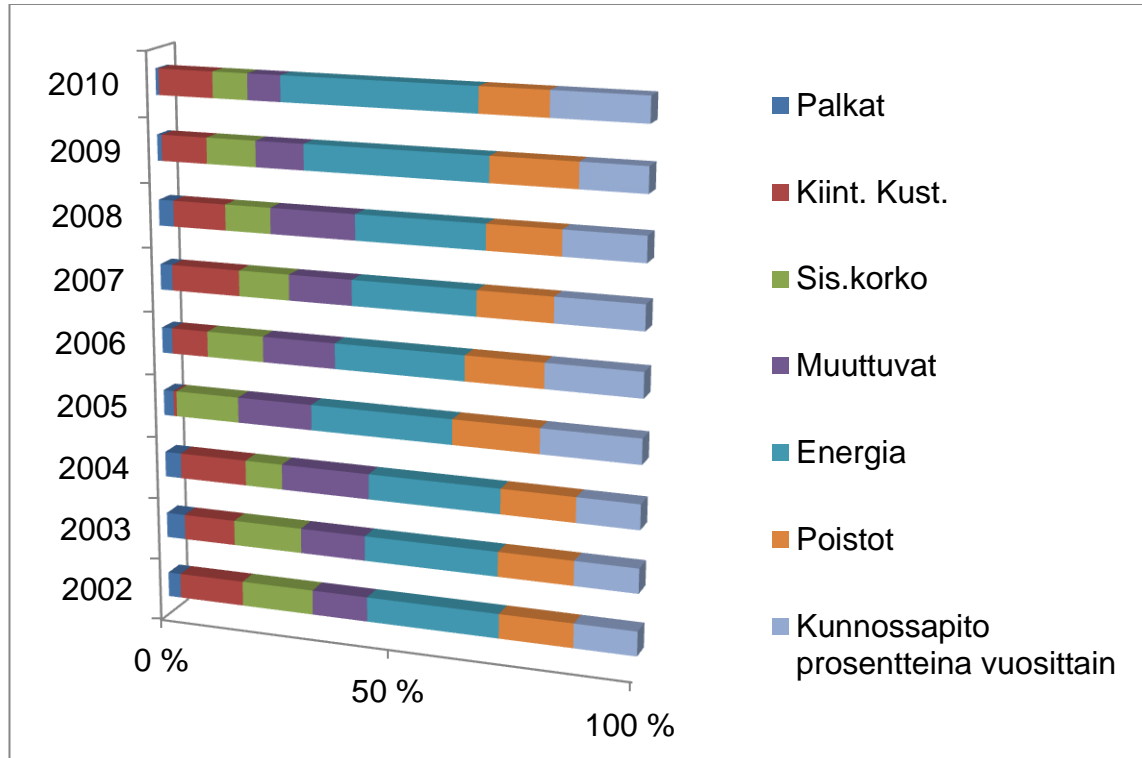
Kuvassa 11 on jaoteltuna biopuhdistamon investointi kustannukset kahteen ryhmään, "Rakentaminen" ja "Koneet ja kalusto".



Kuva 11. Jäteveden käsittelyn investointikustannus nykyarvolla

Kunnossapidon kustannuksia voidaan verrata investointikustannuksiin vuosittain investoinnin nykyarvon avulla. Rakentamisen investointi kustannus on 44 %, koneiden ja kaluston 56 % kokonaiskustannuksesta.

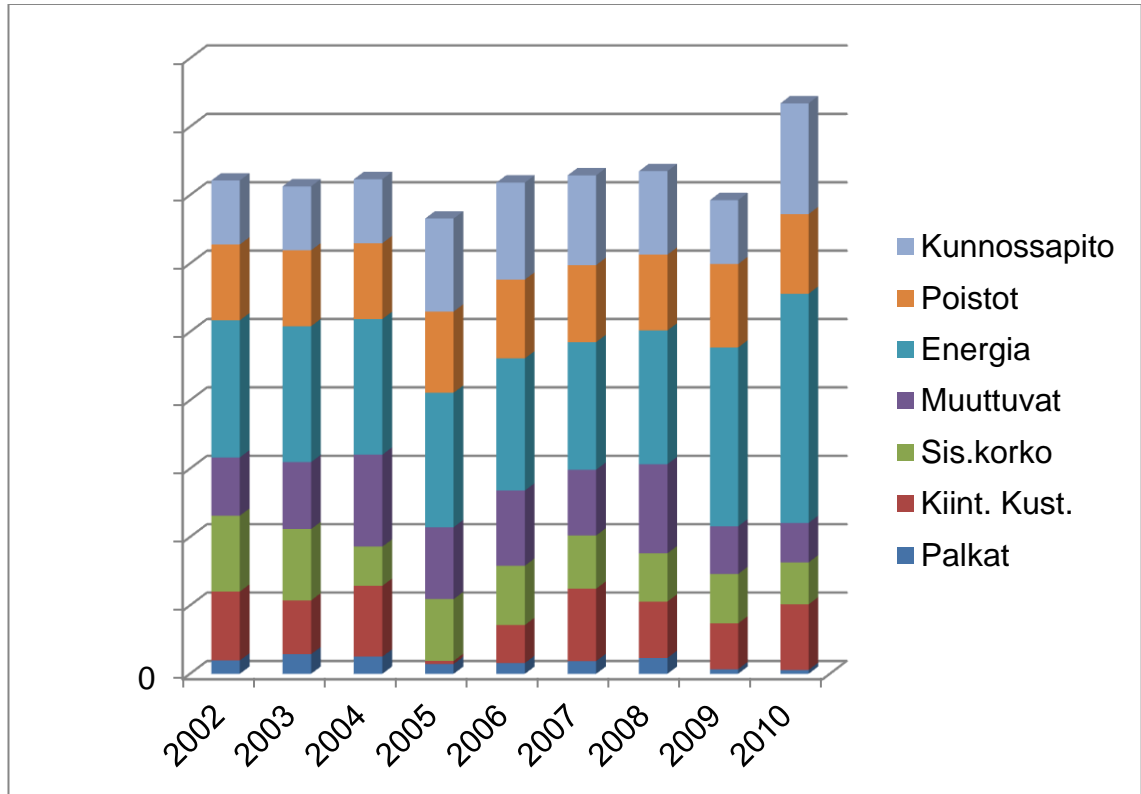
Kuvassa 12 on esitetty jätevedenkäsittelyn tuotantokustannuslajit nykyarvolla vuosittain prosentteina kokonaiskulutuksesta.



Kuva 12. Jäteveden käsittelylaitoksen tuotantokustannukset nykyarvolla prosenttiosuuksina.

Kuvassa 12 esitettyä energian kulutusta on mitattu vasta kahtena viimeisenä vuotena, 2009–2010 osastoininööri on arvioinut energian kulutuksen muille vuosille. Laitoksen tehokkuuden kannalta suurimmat säästöt nykytilanteessa on saavutettavissa energian käytön tehostamisesta ja kunnossapidosta. Kuvan 12 palkit kuvaavat vain kunkin vuoden prosentuaalisia osuuksia kullekin kululle, eivätkä ne huomioi vuosien keskenään erilaisia kokonaiskulutuksia.

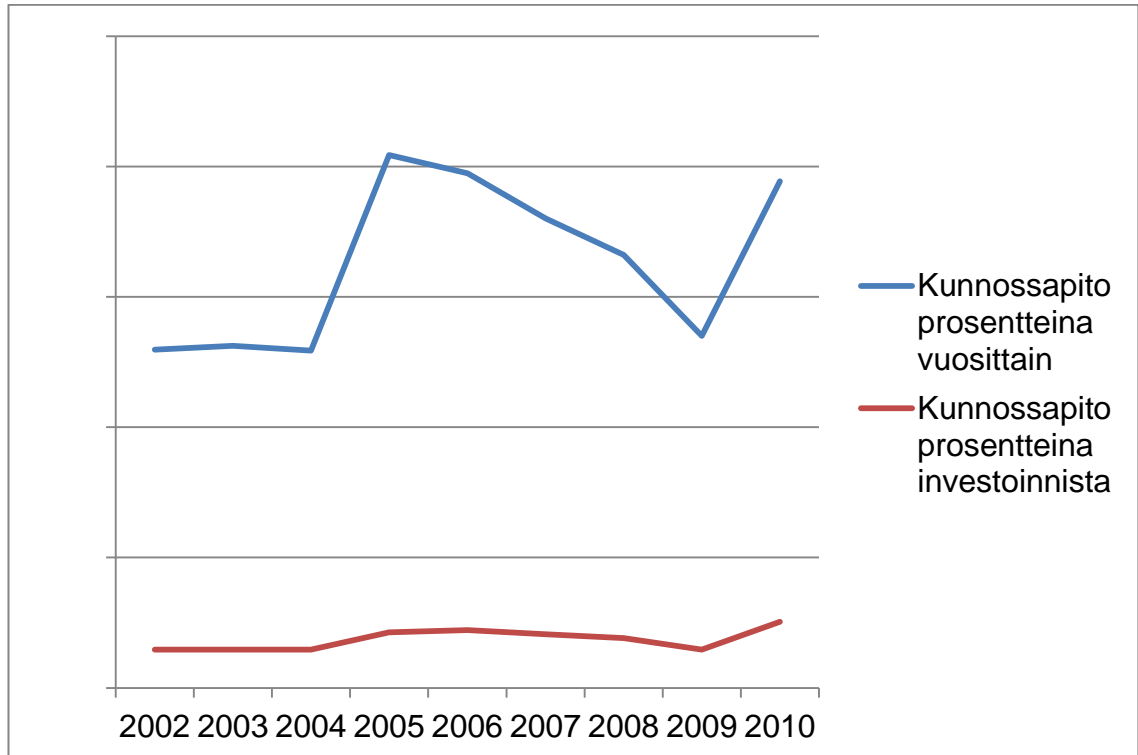
Kuvassa 13 on kuvattu laitoksen tuotantokustannukset vuosittain euroina nykyarvoon muutettuna.



Kuva 13. Jäteveden käsittelyn tuotantokustannukset esitettynä nykyarvolla euroina.

Vuosien välillä on eroja, joihin ovat vaikuttaneet erilaiset syyt, kuten vuoden 2005 Metsäteollisuus ry:n ja Paperiliiton välinen viiden viikon työtaistelu, joka vaikutti voimakkaasti tuotantokustannuksiin.

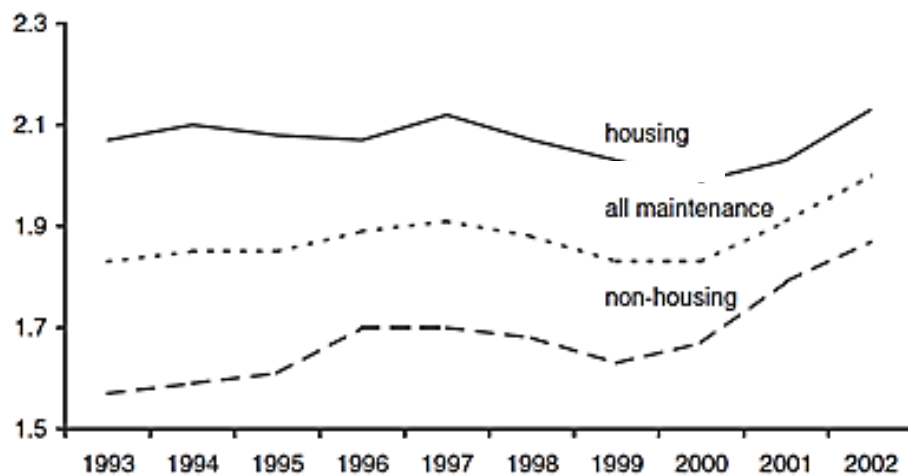
Kuvassa 14 on kuvattu kunnossapidon osuutta jäteveden käsittelyn tuotantokustannuksista prosentteina vuosittain sekä kunnossapidon osuutta prosentteina verrattuna investointikustannuksiin nykyarvolla..



Kuva 14. Kunnossapidon osuus tuotantokustannuksista sekä suhde investointikustannuksiin.

Kuva 15 on kirjallisuudesta poimittu vertailukaavio kunnossapitokustannuksista prosentteina verrattuna investointi kustannukseen.

Kunnossapito % sidottuun pääomaan verrattuna



1 | © UPM

Sunday, April 24, 2011

Kuva 15. Vertailukaavio kunnossapidon kustannuksista prosentteina investoinnista. (Building Maintenance Information Ltd. 2009)

Kuvan 15 alin käyrä kuvaa rakennuskunnossapitoa rakennuksissa, joita ei käytetä asumiseen. Keskimäinen käyrä kuvaa yhteenlaskettua kunnossapitoa ja ylin asumiseen liittyvää kunnossapitoa. Yleisesti rakennuksiin liittyvän kunnossapidon hyväksyttävänä tasona pidetään 2–4 % investointikustannuksista vuosittain rakennuksen käyttötarkoituksen ja iän perusteella.

6.3 Toimintamalli tärkeysluokituksen tarkastukseen.

Kriittisyystarkastelu on yksi SAP-järjestelmän keskeisistä menetelmistä. Luokitusta tarvitaan laitteiden toiminnallisen kriittisyyden määrittämiseen. Kaikki laitepaikat eivät ole yhtä tärkeitä tehtaan kokonaistuotannon, laadun ja turvallisuuden näkökulmasta. Luokitusta hyödynnetään ennakoivassa kunnossapidossa, varaosalogistiikassa ja töiden seurannassa.

6.3.1 Kriittisyysluokat A – E

A-luokka = kriittinen

Laitteet, järjestelmät ja komponentit, jotka voivat aiheuttaa turvallisuus- ympäristö tai merkittävän taloudellisen riskin. Näiden tuotantovälineiden toimintahäiriötä tai konerikosta voi aiheutua koko tuotantolinjan seisokki tai merkittävä menetyk kokonaistuotantoon.

B-luokka = tärkeä

Laitteet, järjestelmät ja komponentit, jotka voivat aiheuttaa osittaisen tuotantoprosessin seisokin. Näiden tuotantovälineiden toimintahäiriön, konerikko tai pitkittynyt toimintahäiriö voi aiheuttaa koko tuotantolinjan seisokin tai ympäristörisikin. Tämä koskee myös varalaitteita ja varajärjestelmiä, jotka voivat vähentää tuotanto määrää ja heikentää laatua.

C-luokka = korvattavissa

Laitteet, järjestelmät ja komponentit, jotka voidaan korvata varayksiköllä tai toisella tuotantolinjalla tuotannon määrään tai laadun kärsimättä.

D-luokka = ei kriittinen

Laitteet, järjestelmät ja komponentit, jotka eivät aiheuta ongelmia tuotannolle. Apulaitteet ja –järjestelmät kuuluvat tähän luokkaan.

E-luokka = luokittelematon

Tehdas- ja laitetason paikat, joilla ei ole fyysisiä laitteita.

Tämä luokitusten listaus ei ole yksiselitteinen. Joissain tapauksissa kriittisyysluokka voi olla matalampi, jos vauriot voidaan ehkäistä kunnonvalvonta mittauksilla tai ennakkohuollolla. Kriittisyysluokka voi vastaavasti olla korkeampi, jos laitteet, järjestelmät, komponentit ja varaosat ovat erittäin kalliita, niillä on pitkä toimitusaika, ne ovat vaikeasti saatavissa tai jos niiden kunnostus on aikaa vievää. Kaikkien laitteiden ja järjestelmien tärkeysluokittelun lähtökohtana on laitteen tai järjestelmän vaikutus hyvin huollettuna kokonaistuotantoon.

6.4 Tärkeysluokitukset – Tehdastason infran passiiviset järjestelmät

Tärkeysluokitukset auttavat varmistamaan, että käytetty aika suuntautuu olennaisimpiin asioihin. Infran järjestelmiä ei voida ostaa varastoon varaosiksi käytössä olevien järjestelmien vikaantumista odottamaan. Infran järjestelmien vikaantumiseen voidaan varautua tekemällä toimintasuunnitelmat ja piirustukset valmiiksi kriisin varalle.

Passiiviset järjestelmät ovat tehdastason paikkoja, joita ei operoida aktiivisesti, kuten tuotantovälineitä. Tämä luokittelu on hyväksymättä.

6.4.1 Kriittisyysluokat A–D

A-luokka

Jätevesitunneli, keräilykaivo ja jäteveden käsittelyn kanaalit.
Raakavesitunneli ja raakavesiputki
Sähkönjakelun ja kytkinkentän rakenteet

B-luokka

Prosessiviemärit
Putkisillat
Makroveden jakeluputkisto.
Palo- ja springler-vesiputkisto

C-luokka

Saniteettiveden jakelu
Saniteettiviemärit

D-luokka

Sadevesiviemärit.

6.4.2 Rakennusten kuntoon perustuva kriittisyysluokitus

Tässä esitetty luokitus ei vastaa luokituksesta annettua ohjetta ja sellaisenaan se ei kelpaa SAP-järjestelmässä käytettäväksi. Tätä luokitusta voidaan käyttää apuna pohdittaessa rakennusten kriittisyyden määrittelyä niiden toimintakyvyn pohjalta. Tämä luokittelu on tämän opinnäytetyön kirjoittajan tekemä.

A-luokka

Rakennukset ja rakenteet, jotka ovat työturvallisuus riski ja jotka vaativat välitömiä toimenpiteitä turvallisuuden palauttamiseksi. Purkamista tai uutta käyttötarkoitusta odottavat tilat, jotka ovat toiminnan järkevän kehittämisen tieltä ja rakenteet, joiden toiminnallinen kunto voi aiheuttaa ympäristöriskin, kuuluvat myös A-luokkaan.

B-luokka

Rakennus, rakennusosan tai järjestelmän kunto vaatii korjausta 1–2 vuoden sisällä, mutta ei aiheuta välitöntä riskiä toiminnalle. Rakennus, rakennusosa tai järjestelmä, joka vaatii jatkuvaa, vuosittain toistuvaa, kunnon seurantaa ja kunnossapitoa.

C-luokka

Rakennus, rakennusosa tai järjestelmä, jonka kunto vaatii korjausta 5 vuoden sisällä, mutta joka ei aiheuta riskiä toiminnalle. Myös rakennukset, rakennusosat tai järjestelmät, jotka vaativat kunnon seurantaa ja kunnossapitoa viiden vuoden syklillä, kuuluvat tähän.

D-luokka

Rakennus, rakennusosa tai järjestelmä, jonka kuntoa seurataan 10 vuoden syklillä tai rakennus, rakennusosa tai järjestelmä, jonka kuntoa ei aktiivisesti seurata. Kunnossapitotoimia kohdistetaan näihin järjestelmiin korjaustarpeen ja oikeen mukaisesti tarpeen ilmenemisen myötä.

6.5 Kriittisyysluokan määrittely SAP-järjestelmään

Kriittisyyden määrittely SAP järjestelmään tapahtuu siirtymällä valikosta komenolla IH06 "Näytä toimintopaikka: valinta-toimintopaikat" näytölle. Tässä näytössä valitaan toimintopaikka, jonka kriittisyys halutaan määrittellä. Siirrytään toimintopaikan valinnan jälkeen suorita näppäimellä "Näytä toimintopaikka: Perustiedot"-näyttöön, jossa valitaan kansion välilehti "Sijainti", jonka kenttään "ABC-tunnus" syötetään kriittisyyttä kuvaava kirjain tunnus A, B, C tai D. Tehty muutos tallennetaan klikkaamalla "Levykkeen kuvaa". Tämä prosessi on kuvattu liitteessä 2 (liite 2).

6.6 Kriittisyysluokan hyödyntäminen kunnossapidon suunnittelussa

Kriittisyysluokan avulla voidaan kuvassa 16 esitetyt toimenpiteet asettaa tärkeysjärjestykseen ja aikatauluttaa mielekkääksi toimintasuunnitelmaksi.



Kuva 16. Työntävät ja vetävät tekijät kunnossapidon suunnittelussa (Chanter, B., Swallow, P.)

Koska pääomista on aina pulaa, ovat niukat resurssit kohdennettava keskenään kilpaileviin tarkoituksiin. Kunnossapidon huolellinen suunnittelu ja eri vaihtoehtojen puntarointi ovat erittäin tärkeässä asemassa, sillä suunnitteluvaihe määrittää kustannukset. Kriittisyysluokituksen avulla voidaan kohdentaa kunnossapidon rajallisia resursseja kustannustehokkaasti niihin kohteisiin, jotka joko säilyttääkseen tuotantovarmuuden tai turvallisuuden, ovat ensisijalla kunnossapitotehtäviä suoritettaessa. Kriittisyysluokituksella, joka perustuu kuvan 16 toimenpiteisiin, saadaan rakennukset, tehdasalue ja laitteet tehokkaasti hyödynnettyä (Chanter, B., Swallow, P.).

7 KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA, ELI KPS

Toimintasuunnitelman laatimisessa tarvitaan perusteltua näkemystä tulevaisuudessa tehtävistä investoinneista ja mahdollisuuksista niiden rahoittamiseen. Budjetoinnilla pyritään hallitsemaan toimintamahdollisuuksiin liittyviä epävarmuustekijöitä sekä hakemaan oikeita liiketoimintaympäristön hyödyntämiseen liittyviä ratkaisuja. Yrityksen suunnittelujaksot voidaan jakaa pitkän ja lyhyen aikavälin suunnitteluun.

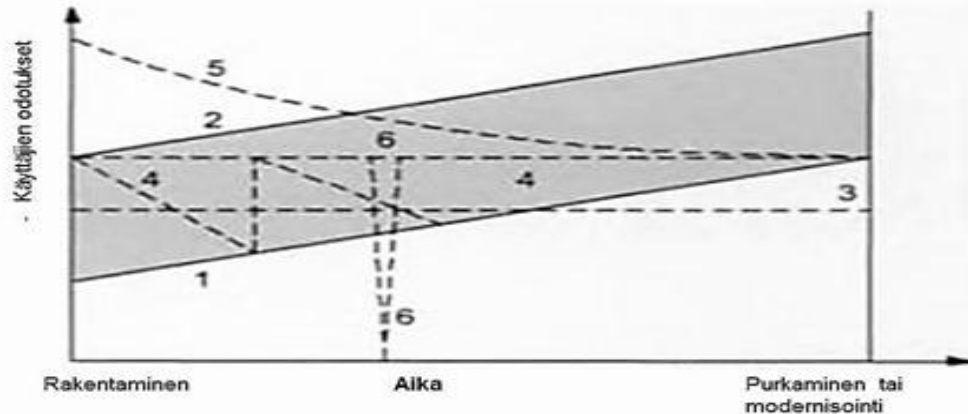
Pitkän ja keskipitkän ajan suunnitelmien tulee perustua todelliseen kunnossapidon tarpeeseen sekä lyhyen tähtäimen suunnitelmien käytettävissä oleviin taloudellisiin resursseihin. Muutoin tällaiset suunnitelmat ovat täysin epärealistisiä. Kuntoarvioraportti ja PTS-ehdotus, eli pitkän tähtäimen suunnitelma ehdotus, toimivat kunnossapitosuunnitelman lähtötietoaineistona. Jatkuva kunnossapito ja hankemuotoinen korjaaminen pyritään toteuttamaan oikeassa järjestyksessä, ettei hankkeita ajaudu päällekkäin. Tämän vuoksi kuntoarvion yhteydessä laadittu PTS-ehdotus tarkistetaan vähintäänkin ajoitusten, toimenpiteiden sisällön, massoittelun ja hinnoittelun osalta. Päätöksien merkitystä arvioitaessa on otettava huomioon vaikutukset käyntivarmuuteen, toiminta-asteeseen (suorituskykyyn), laatuun, kustannuksiin, resursseihin ja kunnossapidon henkilöstön ajankäyttöön

7.1 Rakennetun ympäristön KPS perusteet

Kustannustehokas rakennetun ympäristön kunnossapidon hallinnointi vaatii rakenteiden toimintakyvyn ja elinjakson kokonaiskustannusten huolellista ja tasapainoista huomioimista. Useimmat olemassa olevista infrastruktuurin kunnossapidon hallinnointijärjestelmistä on kehitetty perustuen vain elinjaksokustannusten minimointiin. Vaikka tällainen yksinkertaistettu malli kunnossapidon johtamiseen on olemassa, sillä ei välttämättä päästä tyydyttävään tulokseen, jos tavoitteena on pitkäjänteinen rakennetun ympäristön toimintakyvyn ylläpito.

Toinen huolenaihe on, että rakennetun ympäristön toimintakyvyn määrittely yleensä perustuu visuaalisen tarkastuksen tuloksena saatuun arvioon rakenteen kyvystä toimia suunnitellulla tavalla. Kuitenkaan rakenteen todellista turvallisuustasoa ei ole täysin, tai edes riittävästi, huomioitu kunnossapidon johtamiseen liittyviä päätöksiä tehtäessä.

Kuvassa 17 on kuvattu kunnossapidon vaatimustasoa elinjakson aikana.



2 | © UPM

Wednesday, 13 April 2011

Kuva 17. Kunnossapidon muuttumattoman tason määrittely elinjaksole (ECE Proceedings of Seminar on Management, Maintenance and Modernisation of Housing)

Kuvassa 17 alinta hyväksyttävää tasoa, jolla laitteisto tai järjestelmä täyttää sille asetetun tehtävän, kuvaa viiva 1., esimerkiksi jätevesipäästöjen lupaehtojen täyttäminen. Kuvaajan (1) nousu tarkoittaa ympäristön aiheuttamaa vaatimustason nousua, kuten lupaehtojen kiristymistä. Ylempi nouseva viiva (2) kuvaa optimitasoa, jolla laitteisto täyttää sille asetetun vaatimusten mukaisen tehtävän. Näiden kahden (1 ja 2) kuvaajan väliin jäävä väriltään harmaa alue on normaalin toimintatason alue elinjakson aikana. Ylempi ja alempi katkoviiva 3 kuvaavat muuttumatonta toiminnan laatutasoa elinjakson aikana. Katkoviiva 4 kuvaa nopeaa toimintakyvyn heikkenemistä ja sen palauttamista kunnossapidolla elinjakson vaiheesta riippuen alimmalle vaadittavalle laatutasolle. Kuvaajassa toimintakyky on palautettu ylemmälle toiminnan laatutasolle. Tällainen tilanne voi olla esimerkiksi kompressorin vikaantumisen tai jälkiselkeyttimen betonoinnin korjaus, jolloin osa puhdistuskapasiteetista on pois tuotannosta, mutta toiminta täyttää yhä lupaehdot.

Kuvaaja 5 esittää hidasta muutosta laiteen tai järjestelmän toiminnassa, jota voidaan kompensoida lähtötasoa kohottamalla esimerkiksi valitsemalla laadukkaampia komponentteja. Kuvaaja 6 on äkillinen dramaattinen tapahtuma, joka vaatii välittömästi toiminnan ennalleen palauttavaa korjausta. Esimerkkinä voi olla bakteerikannan kuoleman aiheuttava poikkeuksellinen päästö tai kaikkien kompressorin pysähtyminen samanaikaisesti muuntajavikaan.

Kuvaajien 1, 3 ja 5 leikkauspisteessä järjestelmä ei enää täyttää sille asetettua tehtävää ilman laitteistojen ja järjestelmien modernisointia tai merkittäviä parantavan kunnossapidon toimia. Tässä tilanteessa on oltava valmiina operatiivinen päätös toiminnan jatkamisesta tai lopettamisesta.

7.2 KPS:n toteutusvaihtoehdot

Mukautuva kunnossapito ei aseta rajoituksia kunnossapitotoimien ajankohdalle tai määrälle. Kunnossapidon suunnittelulla on mahdollisuus toteuttaa toimet haluamanaan ajankohtana haluamallaan tavalla. Toistuvassa kunnossapidossa toimenpiteet tehdään vakioajanjaksojen kuluttua, mutta sisältö ja määrä saattavat vaihdella, esimerkiksi tehtaiden seisokit. Syklisessä kunnossapidossa tehtävät kokonaisuudet toistuvat samanlaisina aina vakioajanjakso kuluessa, esimerkiksi kunnonvalvonnan ja voiteluhuollon reittityöt. Toimiva kunnossapitosuunnitelma on näiden kolmen vaihtoehdon yhdistelmä.

Jätevedenkäsittelyn laitteet ja järjestelmät rapistuvat ajastaan ja tarvitsevat sekä kunnossapito- että kuntotutkimussuunnitelman, jolla havaitaan vauriot, kuluminen ja rakenteiden lujuuden pienenemistä aiheuttavat murtumat ja halkeamat. Laitoksen kunnossapidettävyyden on lujasti sidoksissa näiden kunnossapitosuunnitelmien jaksotukseen ja laatuun. Toimiva kunnossapito-ohjelma vaatii huolellisen suunnitelman, joka perustuu todelliseen tietoon rakenteiden kunnosta ja vaurioitumisen malleista, korjaushistoriasta ja käytön aiheutumisesta rasituksesta. Toimiva kunnossapito-ohjelma voi jatkaa laitoksen elinjaksoa samalla, kun se ennaltaehkäisee kalliita vikaantumisia.

8 SAP JA KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA

Optimoidun kunnossapito-ohjelman perusteena tulee olla rakenteiden kunnonkartoituksesta saatu tieto niiden nykytilasta. Kunnossapito-ohjelman rakentaminen aloitetaan luotettavan yhteistyökumppanin etsimisellä, joka on erikoistunut teollisuuden betonirakenteiden kuntotutkimusten suunnitteluun sekä saatujen tulosten muuttamiseen käytännön toimiksi.

Kuntotutkimussuunnitelman pohjalta laaditaan urakkakysely, jolla kilpailutetaan betonirakenteiden kuntotutkimuksiin erikoistuneita yrityksiä, joilla on valmius NDE-tutkimuksiin, näytteenottoon ja analysointiin. Tutkimusten tulosten raportointi suoritetaan tilaajan haluamassa muodossa niin, että raportit ovat suoraan siirrettävissä SAP:n dokumenttien hallintajärjestelmään.

Betonirakenteiden kunnon, karbonatisoitumisen, korroosion ja eroosion, asteesta voidaan laskennallisesti laatia kunnon seurannan ja korjausten ohjelma kullekin rakenteelle. Kunnossapitosuunnitelmassa hyödynnetään rakenteiden kriittisyyksiä, jotka perustuvat rakenteen kuntoon tai toiminnalliseen tärkeyteen. Kunkin tutkitun rakenteen osalta tehdään päätös, korjataanko ilmenneet puutteet rakenteen kunnossa vai hyväksytäänkö ne ja jätetään korjaamatta.

Edellä mainittujen toimien pohjalta saadun tiedon perusteella laaditaan SAP-järjestelmään ohjelma, jolla alimman hyväksyttävän toiminnan vaatimustaso säilytetään. Toimenpiteet ajoitetaan rakenteiden kriittisyyden mukaan SAP-järjestelmään työtilauksina halutulle ajankohdalle ja tarvittaessa se asetetaan toistumaan ennalta hyväksytyin ajanjakson kuluttua. Käytännössä töiden ajankohdan ja syklin määrittää tehtaan huoltoseisokki, joten työt kannattaa suoraan kiinnittää laitoksen seisokkilistalle. Töiden kiinnittäminen seisokkiin voidaan jättää myös myöhemmäksi ja ajastaa työt aktivoitumaan työnsuunnittelijan työ-

jonoon esimerkiksi puoli vuotta ennen seisokkia tarvittavien järjestelyjen vaatiman ajan turvaamiseksi. Ongelmana tässä menettelyssä on seisokkiaikojen eläminen juhannuksesta syyskuun loppuun, jolloin juhannusseisokin järjestelyille ei ehkä jää riittävästi aikaa. Työn ”noustua” työnsuunnittelijan tehtävälueelloon hän järjestää tarvittaessa yhdessä ostajan kanssa urakkakilpailun suunnitelman mukaisista kunnossapidon tarkastuksista ja korjauksista.

Kunnossapitotehtävien ja niiden rahoituksen välillä on suunnittelua haittaava ero. Työt voidaan suunnitella vuosiksi eteenpäin, mutta rahoitus myönnetään vuodeksi kerrallaan mihin vaikuttaa voimakkaasti kulloinenkin yhtiön taloudellinen tila. Tämän takia usein töitä suunnitellaan varman päälle tehtäväksi hyvissä ajoin ennen alimman hyväksyttävän toiminnantason saavuttamista. Näistä syistä töiden kiinnittäminen etukäteen seisokkiluetteloon on mielekkäämpi vaihtoehto varsinkin silloin, jos tehtävät toistuvat harvoin ja ovat kalliita. Töiden seuranta seisokkiluetteloista on myös helpompaa ja niitä on helpompi klusteroida, eli niputtaa joko toimittajan, tehtävän tai toiminnallisen tilanteen mukaan.

Edellä kuvattua toimintaa, sen perusteella saatua tietoa ja toiminnan kehittämistä seuraavat yhdessä osastoinisööri, osastomestari ja työnsuunnittelija. He myös vastaavat tehtävien suorittamisesta, dokumenttien arkistoinnista ja kunnossapitosuunnitelman päivittämisestä. Näissä tehtävissä he voivat käyttää apunaan kunkin ammattialan asiantuntijoita.

Hyvin kehittyneenkään ERP-järjestelmän, kuten SAP:in, käyttöönotto ei vielä itsessään takaa prosessien yksinkertaistumista ja tehostumista. Monesti yrityksen tai yhteisön toiminta jopa monimutkaistuu ja hidastuu. Väärät ihmiset joutuvat käyttämään vääriä työkaluja, ja prosessien seurattavuus on vaikeaa. Järjestelmän ja työkalujen monimutkaisuus aiheuttaa laatuongelmia sekä tyytymättömyyttä ja turhautumista järjestelmään. ERP-järjestelmän käyttöönoton tulee lähteä aina liikkeelle liiketoiminnan tarpeista, ja olemassa oleva järjestelmä tulee tuoda lähemmäs liiketoimintaa. Uuden prosessin myötä työntekijöille on jäätävä enemmän aikaa motivoivaan, arvoa tuottavaan työhön.

9 JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Onnistuneen kunnossapidon kaksi perusedellytystä ovat seuraavat:

- Organisaation aito halu pitää huolta rakennusten ja infrastruktuurin kunnosta.
- Saatavilla on tekniikkaa, jolla tehtävä voidaan suorittaa, riittävästi resursseja ohjata tehtäviä sekä riittävät taloudelliset resurssit kunnossapidolle suoritua annetuista tehtävistä.

Kaikki tehtävät, jotka liittyvät prosessin ongelmiin, mielletään kunnossapitokustannuksiksi. Kustannuksia on myös kirjattu väärille laitteille ja Immpowerissa väärille kuormitusryhmille. Kustannusten hallintaan tarkoitettut eri ohjelmat Gognos ja SAP antoivat ristiriitaisia taloudellisia tietoja, joiden oikeellisuuden toteuttamiseen tai korjaamiseen ei tämän opinnäytteen kirjoittajan osaaminen riitä.

Jätevesilaitoksen kaltaiseen kohteeseen voi helposti tehdä laitoksen rakenteiden kunnossapitohistoriaan perustuvan ”Déjà vu”- tyyppisen elinjakson kunnossapitosuunnitelman. Laitteisto koostuu useista samantyyppisistä altaista joissa on samat fyysiset ja kemialliset rasitukset ja joiden vikaantuminen on samalaista ja etenee korjaushistoriasta riippuen samaan tahtiin. Tällainen suunnitelma ei kuitenkaan huomioi sellaisia ikääntymisestä syntyviä ongelmia, joihin ei vielä ole törmätty. Rakenteiden kuntotutkimukset ovat ainoa insinööritieteiden keino pureutua rakenteiden kunnan kehitykseen ja muodostaa arvio tarvittavista toimista ja resursseista joita laitoksen koko elinjakson ylläpito tarvitsee.

Kuntotutkimus on rakenteiden jatkokäyttöä suunniteltaessa ainoa keino saada aikaan riittävästi kustannustietoa päätöksenteolle siitä, rakennetaanko uusi rakennus vai korjataanko jo olemassa oleva rakennus vastaamaan uuden käyttötarkoituksen mukaisia tarpeita.

Tavoitteena ollut pitkäntähtäimen suunnitelma jätevesilaitoksen ylläpitämiseksi seuraavat 15 vuotta jäi saavuttamatta edellä kuvatuista syistä. Toimintasuunnitelma sen rakentamiseen SAP-järjestelmään sen sijaan syntyi.

KUVAT

Kuva 1. UPM, Kaukaan tehdas.	s. 8
Kuva 2. SAMI:n nelikylkisen omaisuuden hallinnan pyramidin kunnossapidon kylki.	s. 11
Kuva 3. Tuotantotoiminnan eri termien liittyminen toisiinsa.	s. 14
Kuva 4. Ennakoivan kunnossapidon vaikutus kokonaiskustannuksiin.	s. 20
Kuva 5. Kunnossapito tuotantolaitoksen elinjakson aikana.	s. 24
Kuva 6. UPM, Kaukaan Biopuhdistamo.	s. 29
Kuva 7. UPM Kaukaan puhdistamon prosessikaavio.	s. 30
Kuva 8. Prosessilaitteiden sijainti maastossa.	s. 32
Kuva 9 LCC -laskennan vaiheet.	s. 35
Kuva 10. Jäteveden käsittelyn elinjakson kustannukset.	s. 36
Kuva 11. Jäteveden käsittelyn investointikustannus nykyarvolla.	s. 44
Kuva 12. Jäteveden käsittelylaitoksen tuotantokustannukset nykyarvolla prosenttiosuuksina.	s. 44
Kuva 13. Jäteveden käsittelyn tuotantokustannukset esitettynä nykyarvolla euroina.	s. 45
Kuva 14. Kunnossapidon osuus tuotantokustannuksista sekä suhde investointikustannuksiin.	s. 46
Kuva 15. Vertailukaavio kunnossapidon kustannuksista prosentteina investoinnista.	s. 46
Kuva 16. Työntävät ja vetävät tekijät kunnossapidon suunnittelussa.	s. 51
Kuva 17. Kunnossapidon tason määrittely elinjaksolle.	s. 53

LÄHTEET

Ari Heikkinen, Kunnanvalvoja. UPM, Kymi-Kaukas Tehdaspalvelu. Haastattelu 21.4.2011.

Chanter, B., Swallow, P. Building Maintenance Management. Second Edition. Blackwell Publishing.

Cursor Oy. YT 22 Investoinnin laskenta. Saatavilla www-muodossa: http://www.jdc.fi/filebank/11986-YT22_Investointilaskelmat_Cursor_090818.pdf (Luettu 14.4.2011)

EN British Standards 3843-1. 1992. Terotechnology.

Frangopol, D. M., Lin, K. Y., Estes, A. C., Life-cycle cost design of deteriorating structures. Saatavilla www-muodossa: <http://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=maintenance+expenses+during+life+cycle>

Guillette, A. 2011. Achieving Sustainable Site Design through Low Impact Development Practices. Whole Building Design Guide. Saatavilla www-muodossa: <http://www.wbdg.org/resources/lcca.php> (Luettu 10.3.2011)

Hännikäinen, H ja Vatka, S. 2010. Metsä-Botnia Ab:n ja UPM Kymmene Oyj:n puhdistamoiden vertailua.

Kawauchi, Y and Rausand. M. 1999. Life Cycle Cost (LCC) analysis in oil and chemical process industries. Saatavilla www-muodossa: <http://www.ntnu.no/ross/reports/lcc.pdf>.

Minna Maunus-Tiihonen, osastoinsinööri. UPM, Kaukas. Haastattelu 21.2.2011.

Opetushallitus. 2011. Kunnossapitotekniikan oppikirja. Saatavilla www-muodossa: <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet.html> (Luettu 3.3.2011)

Pirjo Toivonen, Senior Business Analyst. UPM, Finance, Local Management. Haastattelu 14.4.2011.

PSK 6201. Prosessiteollisuuden standardoimiskeskuksen standardi. Saatavilla www-muodossa: www.psk-standardisointi.fi

Sipilä, J. Teroteknologia ja kunnossapitomenetelmät rakennusalalla. ISBN 951-42-3686-6

SFS-EN 13306 2001. Kunnossapidon Standardit.

Tero Junkkari, kehitysinsinööri. UPM, Kymi-Kaukas Tehdaspalvelu. Haastattelu 11.3.2011.

SKS. Operator Driven Reliability 2011. Saatavilla www-muodossa:
<http://www.skf.com/portal/skf/home/services?contentId=447770>

Tykkyläinen, I. 2011. Käyttövarmuus ratkaisee. Tekniikka & Talous. Saatavilla
www-muodossa: <http://www.tekniikkatalous.fi/energia/article40773.ece> (Luettu
16.3.2011)

UPM-Kymmene Oyj. 2011. Internetsivut.

UPM-Kymmene Oyj. 2011. Short company presentation.

UPM-Kymmene Oyj. 2009. Vuosikertomus

Investointien tuotto odotuksia.

Lakiin tai viranomaismääräyksiin perustuvat investoinnit, kuten työturvallisuus- ja ympäristöinvestoinnit	ei tuottovaatimusta
Markkina-aseman turvaaminen investoinnein	6 %
Koneiden ja laitteiden uusinta tai peruskorjaus	12 %
Kustannusten alentaminen investoinnin avulla	15 %
Tuottojen lisääminen investoinnilla	20 %
Uusien markkina-alueiden valtaaminen tai uusien tuotteiden aikaansaaminen riskinalaisin investoinnein	25 %

Kriittisyyden määrittely SAP järjestelmään.

5.6 Kriittisyysluokan määrittely SAP:iin

Komennolla IH06 siirrytään näyttöön "Näytä toimintopaikka: valinta - toimintopaikat" syötetään kenttään "toimintopaikka" tehdastunnus KAU1 ja toimintopaikan numero tai haetaan se valikkonäppäimen takaa "Rakenne luettelosta".



The Biofore Company

Komennolla IH06 siirrytään näyttöön "Näytä toimintopaikka"

Näytä toimintopaikka: valinta - toimintopaikat

Syötetään toimintopaikka

Painetaan "Suorita" näppäintä

1 | UPM

Sakari Kujala

Sunday, April 24, 2011

"Näytä toimintopaikka"-näytössä tupla klikataan "Toimintopaikka"-kenttää. Systeään tehdastunnus näytössä "Toimintopaikka – rakenne-esitys: valinta" toimintopaikka kentaan ja painetaan "Suorita"-näppäintä. "Näytä toimintopaikka: rakenneluettelo"-näytössä atasvetovalikosta valitaan haluttu toimintopaikka tupla klikkaamalla tai klikkaamalla ja hyväksymällä "Enter"-näppäimellä.

Klikataan valikko näppäintä

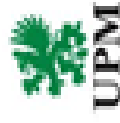
Syötetään tehdastunnus

Tal valitaan valikko-näppäimen takaa

Klikataan "Suorita"-näppäintä

Valitaan tupla klikkaamalla haluttu toimintopaikka tai valitaan ja hyväksytään "Enter"-näppäimellä

Muuta toimintopaikka: Perustiedot



The Biofore Company

Vaihdetaan "Muuta - Näytä" näppäimellä näyttö tähän tilaan.
Valitaan "Sijainti" välilehti

1. **Muuta toimintopaikka: Perustiedot**

Toimintopaikka KA01-23 1151 0000

Nimitys **KALLIOTUNNELI**

Tila LUOT

Yleinen Sijainti

Sijainti Kaukas

Sijainti FOLP Selutehdas

Huone KPS-JVK

Käyttöalue 23 SELLUTEHDAS

Työpaite

ABC-tunnus A Krittinen

Lajittelukenttä

Valitaan "Sijainti" välilehti

Kenttään "Huone" Lisätään yhenne "Kunnossapitosuunnitelma-jätevedenkäsittely"

Toimintopaikan nimitys

”Sijainti” välilehdellä klikataan kenttää ”ABC-tunnus” jolloin saadaan valikkonäppäin josta päästään toimintopaikan tärkeiden määrittelyyn



[Toimintopaikka](#) | [Käsittele](#) | [Siirry](#) | [Lehti](#) | [Strukturointi](#) | [Ympäristö](#) | [Järjestelmä](#) | [Ohje](#)

[Muuta toimintopaikka: Perustiedot](#)

[Luokkayhteistyöt](#) | [Mittauspisteet/laskun](#) | [Tietojen alkuperä...](#)

Toimintopaikka	KMD1-23	1151	0000	Ip1	M	MEKAANINEN
Nimitys	KALLIO-TUNNELI					
Tila	LUOT					

[Yleinen](#) | [Sijainti](#) | [Organisaatio](#) | [Rakenne](#) | [Lähteet 1](#) | [Lähteet 2](#)

Sijaintiedot

SijaintiTmp	KAD1	Kaukas
Sijainti	POLP	Sellutehdas
Huone	KPS-JVK	
Käyttöalue	23	SELU
Työpiste		
ABC-tunnus		Kriittinen
Lajittelukenttä		

Klikataan kenttää ”ABC-tunnus” ja saadaan valikko näppäin josta päästään kriittisyyden määrittelyyn



The Biore Company

”Teknisen objektin ABC-tunnus”-tabletilta, välilehdeltä
”Rajoitukset” valitaan toimintopaikan tai laitteen tärkeyttä kuvaava
tunniste A – E ja hyväksytään ”Enter:llä”.

Muuta toimintopaikka: Perustiedot

Yleinen Sijainti Organisaatio Rakennne

Sijaintitiedot			
Sijainti	KAU1	Kaukas	
Sijainti	POLP	Sellutehdas	
Huone	KPS-379C		
Käyttöalue	23	SELLUTEHDAS	
Työposte			
ABC-tunnus	A	Kriittinen	
Lajittelukenttä			

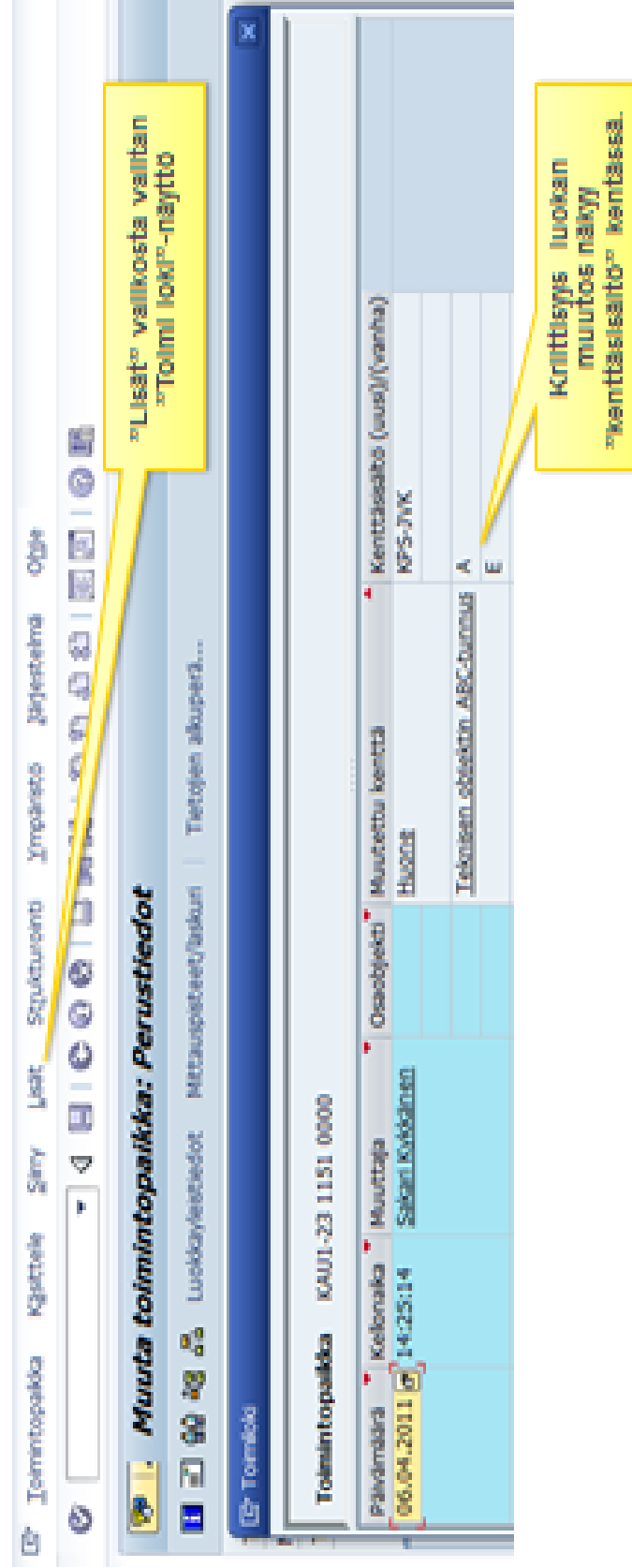
Rajoitukset

- A ABC-tunnuste
- A Kriittinen
- B Tärkeä
- C Korvattavissa
- D Ei Kriittinen
- E Luokittelematon

Valitaan toimintopaikan tärkeyttä kuvaava tunnistus

Hyväksytään klikkaamalla "Enter"

”Lisät”-valikko näppäimen takaa avautuvasta valikosta valitaan ”Toimiloki”-näyttö josta nähdään muutoksiin liittyvät tiedot.



Muuta toimintopaiikka: Perustiedot

Päivämäärä	Kellonaika	Muuttaja	Osoite	Muutettu kenttä	Kenttätyyppi (uus/vanha)
06.04.2011	14:25:14	Siskari Kujala		Huolto	KFS-JVK
			Teollisen objektiin ABC-luonnus		A E