



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

NIKO SALO

Katupesurin suunnittelu

KONETEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA
2023

Tekijä(t) Salo, Niko	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Joulukuu 2023
	Sivumäärä 31	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Katupesurin suunnittelu		
Tutkinto-ohjelma Konetekniikka		
Opinnäytetyössä käydään läpi uuden katupesurin suunnittelu ja valmiille laitteelle kunnonvalvonnan suunnitelman laatiminen. Aihe valikoitui sen perusteella, että toimeksiantajana toimiva yritys tarvitsi olemassa olevan kysynnän vuoksi uuden katupesurin valikoimaansa. Työ aloitettiin määrittelemällä pesurin tärkeimmät ominaisuudet, näitä olivat yksinkertainen ja helposti huollettava rakenne, sopivuus moneen eri peruskoneeseen mahdollisimman pienillä muutoksilla ja tehokas käytettävissä olevan vesimäärän hyödyntäminen. Suunnitteluprosessin jälkeen pesurista laadittiin PSK 6800- standardin mukainen kriittisyysanalyysi. Analyysistä saatiin selville pesurin toiminnan kannalta kriittisimmät osat ja tätä tietoa pystyttiin hyödyntämään varsinaisen kunnonvalvonnan suunnitelman toteuttamisessa. Laitteelle laaditulla kunnonvalvonnan suunnitelmalla voidaan mahdollistaa pesurin pitkäaikainen käyttö ilman konerikoista aiheutuvia käyttökatkoja toiminnassa.		
Avainsanat Katupesuri, suunnittelu, kunnonvalvonta, kunnonvalvontasuunnitelma		

Author Salo, Niko	Type of Publication Bachelor's thesis	Date December 2023
	Number of pages 31	Language of publication: Finnish
Title of publication Street washer design		
Degree programme Mechanical engineering		
Thesis consists of designing a new street washer and planning a condition monitoring plan for the production ready device. The subject for this thesis started as a customer-based need for a new street washer. The project started from specifying the washers most important features, which were simple and easily serviceable design, compatibility with many different base machines, with as less changes as possible and good efficiency with the amount of water that is accessible at a time. PSK 6800 standardized criticality analysis was made after the designing process was completed. The analysis revealed the most critical parts of the street washer and with this information was made the condition monitoring plan. Correctly used condition monitoring plan will make possible to continuously use the street washer without mechanical malfunctions.		
Keywords Street washer, condition monitoring, design, condition monitoring plan		

SISÄLLYS

1	ESITTELYT.....	5
1.1	Aihe	5
1.2	JPT Jaskari Oy.....	5
1.3	Tuote	6
2	PESURIN SUUNNITTELU	7
3	KRIITISYYSANALYYSI	11
3.1	Kriittisyysanalyysi (PSK 6800), perusteet	11
3.2	Kriittisyysanalyysin vaiheet	11
4	KUNNOSSAPITO	15
4.1	Kunnossapidon perusteet	15
5	KUNNONVALVONTA	17
5.1	Kunnonvalvonnan käsite	17
5.2	Kunnonvalvonnan menetelmät.....	18
5.3	Laadunvaihtelun valvonta	20
5.4	Kunnonvalvonnassa käytettävät mittarit	20
5.5	Värähtelymittaus kunnonvalvonnassa.....	21
5.5.1	Värähtelyanturit	22
5.5.2	Siirtymäanturi	23
5.5.3	Nopeusanturi.....	23
5.5.4	Pietsosähköiset kiihtyvyysanturit	24
6	KRIITTISYYSANALYYSI JA KUNNONVALVONTA.....	26
6.1	Kriittisyysanalyysi.....	26
6.2	Kunnonvalvonnan suunnitelma.....	28
6.3	Kunnonvalvonnan soveltaminen	29

LÄHTEET

LIITTEET

1 ESITTELYT

1.1 Aihe

Opinnäytetyön aiheeksi valikoitui uuden katupesurin suunnittelu ja tälle kunnossapitosuunnitelman laatiminen yritykselle JPT Jaskari Oy. Aiheen valinta oli luonnollista jatkumoa sille, että kyseisen yrityksen toimeksiantona aloitettiin uuden korkeapaineisella vedellä toimivan katupesurin suunnittelu olemassa olevan kysynnän vuoksi. Suurin osa opinnäytetyön teoriasta tulee kuitenkin olemaan asiaa kunnossapitosuunnitelmasta ja siihen liittyvistä aiheista, kuten standardeista ja huollon tarpeen seurantatavoista.

1.2 JPT Jaskari Oy

JPT Jaskari Oy on vuonna 2005 perustettu metalliteollisuuden yritys Säkylän Ristollassa. Yritys on erikoistunut erilaisiin väylien kunnossapitoon käytettävien työlaitteiden suunnitteluun ja valmistukseen ja suurin osa toimituksista koostuukin erilaisista lumiauroista, hiekoittimista, katupesureista ja harjalaitteista. Opinnäytetyön tekemisen aikana vuonna 2022 JPT Jaskari Oy muutti nimensä JPT Serco Oy:ksi



Kuva 1. JPT Serco Oy:n toimitilat Säkylässä. (JPT Serco Oy, 2023)

1.3 Tuote

Suunniteltu katupesuri on tyypiltään pesukampa- tyylinen kadunpesulaite. Pesurin rakenne pyrittiin pitämään mahdollisimman yksinkertaisena helppoa huoltoa ja pitkäaikaista kestävyyttä silmällä pitäen, kuitenkin samalla sisällyttään laitteeseen kaikki tarvittavat toiminnot. Yksi osa suunnittelua oli myös tehdä mahdolliseksi laitteen käyttäminen mahdollisimman monen eri työkoneen etukuormaajaan liitettynä. Tätä työtä helpottikin runsaasti jo valmiiksi yrityksen valikoimasta löytyvä laaja kokoelma erilaisiin kiinteistöhoitotraktoreihin ja kuormaajiin sopivia kääntölaitteiden runkoja. Tällaisten runkojen ympärille tämä kyseinen katupesurikin on suunniteltu, mahdollistaen varman sopivuuden asiakkaan työkoneeseen.

Laitteen rakenne pysyi yksinkertaisena, koska pesukamman liikkuvuus pidettiin vain 500 mm sivusiirrossa kumpaankin suuntaan ja 25 asteen kääntyvyydessä oikealle sekä vasemmalle. Halutessaan asiakas voi tilata pesuriin lisävarusteena letkukelan pesukahvalla käsikäyttöisten pesutoimenpiteiden mahdollistamiseksi.

2 PESURIN SUUNNITTELU

Pesurin suunnittelu lähti liikkeelle lyhyestä suunnittelupalaverista ja tulevan tuotteen vaadituista ominaisuuksista. Vaaditut ominaisuudet olivat tässä tapauksessa kahden metrin työleveys, yhden metrin yhteenlaskettu pesukamman sivusiirto, 25° kääntö molempiin suuntiin, helppohoitoinen rakenne ja laaja sopivuus erilaisiin työkoneisiin. Lisäksi pesukamman suutinten määrään ja kokoon oli syytä kiinnittää huomiota, että veden kulutus pysyisi mahdollisimman pienenä, mutta pesutulos olisi silti tarpeeksi hyvä.

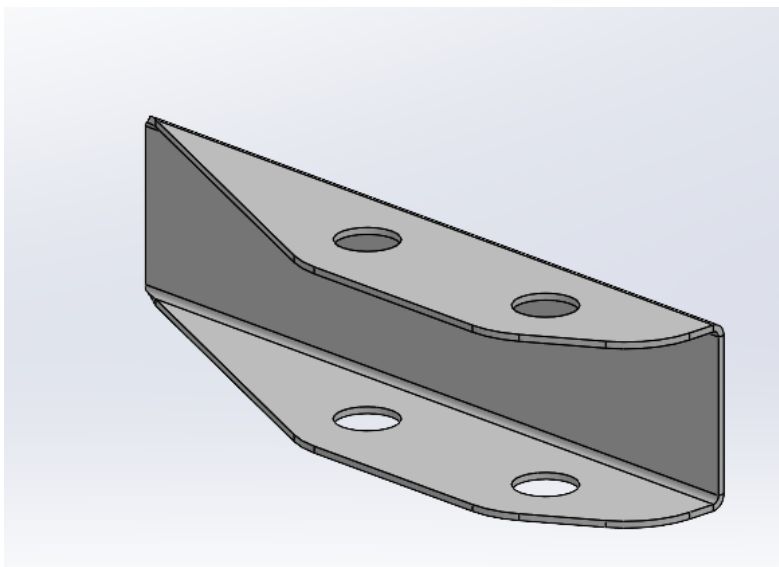
Laitteen rakenteen suunnittelu aloitettiin rungosta ja sen materiaaleista. Kääntyvän rungon rakenne muodostui 80x80x3 putkipalkista ja 4 mm vahvuisesta levyleikkeestä, joka särmäämällä taivutettiin sopivaan muotoon. Lisäksi särmätyistä levyleikkeistä lisättiin runkoon pidike varsinaiselle pesupuomille ja tämän rungolle. Materiaalina on käytetty S355 rakenneterästä, koska kyseinen teräs on laajassa käytössä muussakin yrityksen tuotannossa ja ominaisuudet tähän rakenteeseen olivat sopivia.

Pesupuomin sivusiirron rungon materiaaliksi käytettiin haponkestävää ruostumatonta 60x60x3 putkipalkkia. Rungon on oltava ruostumatonta materiaalia, koska tämä osa tulee liukumaan edellä mainitun runkoputken sisällä liukumuvien ja vaseliinin välityksellä. Tähän 1840 mm leveään kappaleeseen kiinnitetään pesupuomin ruostumatomasta materiaalista laserkeikkaamalla valmistettu putki Stauff- tyyppisillä putkikiinnikkeillä. Kiinnikkeet tulevat runkoon kiinni ruostumattomilla hitsattavilla kiinnikkeiden pohjakappaleilla, jotka hitsataan paikalleen kokoonpanon yhteydessä. Tällaisia kiinnikkeitä käyttämällä mahdollistetaan myös pesusuihkun kulman säätäminen.

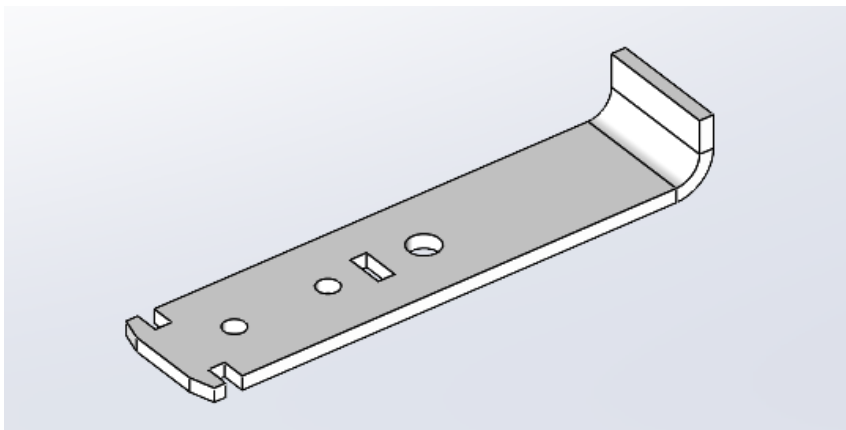
Pesurin sivusiirto on toiminnaltaan hydraulinen, ja se on toteutettu hydraulisylinterillä, jonka isku on 1000 mm. Sylinteri on kiinnitetty laitteeseen kääntörunkoon ja pesupuomiin hitsatuin laserleikattuihin kiinnikekorviin. Korviin sylinteri kiinnitetään osakierteisillä läpipulteilla, koska olisi tarpeetonta monimutkaistaa laitteen tuotantoa erikseen mittatilatuilla sorvatuilla tapeilla. Sopivia valmistappeja ei yrityksen käyttämällä toimittajilla ollut saatavilla.

Moneen eri työkoneeseen sopivana pesuri on tällä hetkellä mallinnettuna kolmeen erilaiseen kääntölaitteen runkoon. Laitteen sovittaminen erilaisiin kääntölaitteisiin ei ollut haastavaa, koska kääntölaitteissa on jo ennestään ajateltu moneen koneeseen sopivuutta ja varsinaisen käännön nivelen kiinnitysväli on näissä kaikissa sama, joten pesurin kääntörungon kiinnitysreikien väli oli jokaiseen näistä suoraan sopiva. Pesurin vaatiman korkeapainepumpun telineestä joutui kuitenkin suunnittelemaan laajemmin säädettävän, koska tämän osan kiinnittämiseen käytettävien reikien paikoitusta ei ole suunniteltu toiminaan täysin ristiin. Pumpun kiinnike valmistettiin niin ikään 4 mm vahvasta S355 rakenneteräksestä laserleikkeenä ja särmättynä laserleikkeenä, kokoonpanotapana hitsaaminen. Kiinnitys kääntölaitteen runkoon tapahtuu M20 kierretangosta ja reiällisellä laserleikkeellä valmistetulla osalla, joka tulee läpi pumpun telineestä. Tarpeeksi pitkällä kierretangolla telineen saa kiinnitettyä helposti moneen erilaiseen kääntölaitteen runkoon.

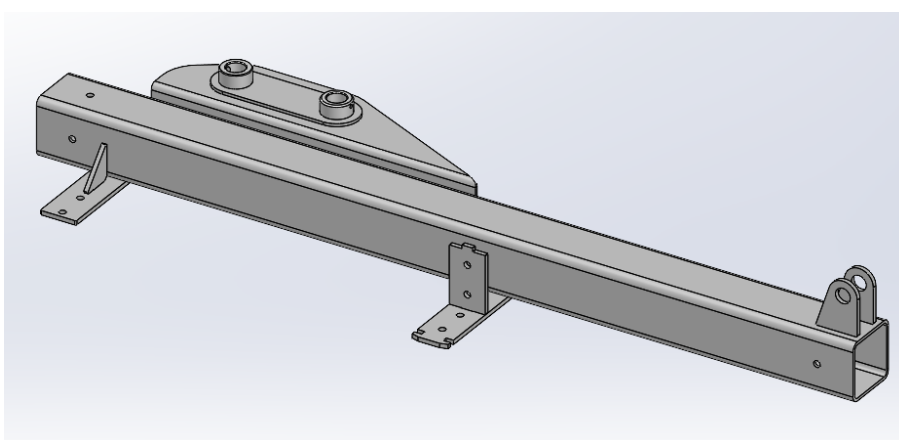
Kuvia pesurin osista ja kokoonpanoista:



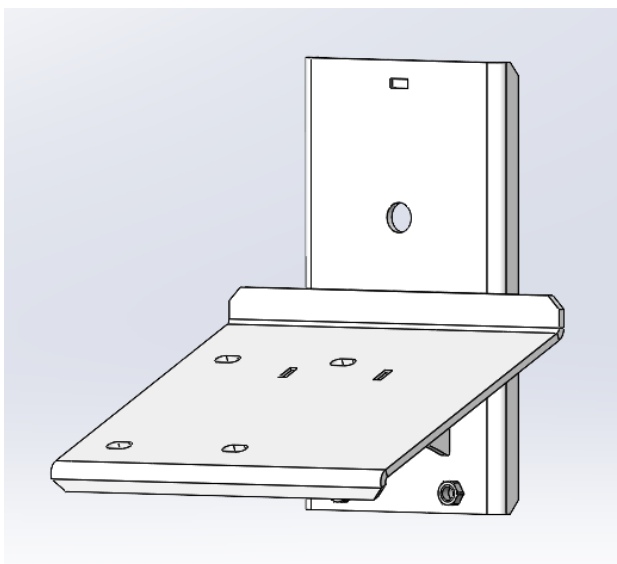
Kuva 1. Pesukamman kääntörungon levy.



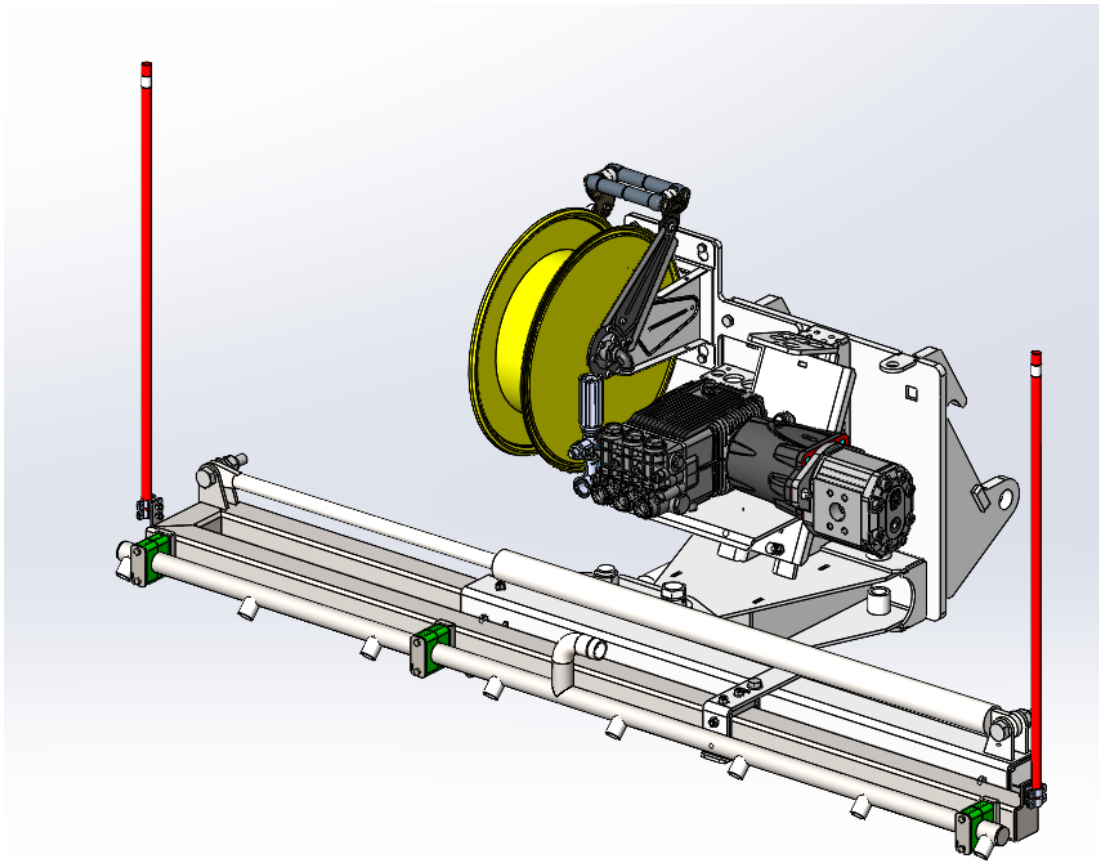
Kuva 2. Pesukamman sivusiirron liu'un kannake.



Kuva 3. Pesukamman kääntörungon hitsauskokoontanto.



Kuva 4. Korkeapainepumpun teline.



Kuva 5. Katupesurin kokoonpano ilman suuttimia ja letkuja.

3 KRIITISYYSANALYYSI

3.1 Kriittisyysanalyysi (PSK 6800), perusteet

Kriittisyysanalyysillä tarkoitetaan kotimaisen PSK 6800 -standardin mukaista määritelmää kunnossapidettävän kohteen vikaantumisen mahdollisuuksista ja niiden kriittisyydestä. Mahdolliset vikaantumisen riskit voivat liittyä esimerkiksi henkilöiden loukaantumiseen tai tuotannon menetyksen aiheuttamiin rahallisiin tappioihin. Kriittisyysanalyysissä perehdytään tarkasti riskien suuruuteen, eli vikaantumisen todennäköisyyteen ja mahdollisen vikaantumisen aiheuttamiin vahinkoihin. Analyysin kohde määritellään kriittiseksi, jos kyseiseen kohteeseen liittyvien riskien seuraukset ylittävät hyväksyttävän tason. (Kunnossapitosyhdistys promaint, 2009, s. 148)

Kriittisyysanalyysin tuloksia voidaan hyödyntää kunnossapitosuunnitelman laatimisessa ja mahdollisten uusien hankintojen tulevien kustannusten määrittämiseen, jos hankinta täyttää kriittisen kohteen ominaisuudet. (Kunnossapitosyhdistys promaint, 2009, s. 148)

3.2 Kriittisyysanalyysin vaiheet

Analyysin ensimmäisessä vaiheessa määritellään tarkasteltavan kokonaisuuden laajuus, eli kuinka suuri osa esimerkiksi tehtaasta tai tuotantolinjasta halutaan arvioida. Suuria kokonaisuuksia analysoidessa on voi olla syytä antaa pienemmille kokonaisuuksille, esimerkiksi tuotantolinjan osastoille oma painoarvonsa tuotannon menetykselle. Näin toimiessa voidaan eri osille antaa eri painoarvoja varsinaisessa kriittisyysanalyysissä, eli kunnossapidon resursseja on helpompi kohdentaa sitä enemmän tarvitseviin kohteisiin. Standardin PSK 6800 mukaista analyysiä tehdessä kriittisyyden arviointiin käytetään seuraavia tekijöitä:

- vikaväli
- turvallisuusvaikutukset
- ympäristövaikutukset
- tuotannon menetys

-lopputuotteen laatukustannus

-korjauskustannus

Kriittisyysindeksi K lasketaan kaavalla. Kriittisyysindeksillä ilmaistaan kohteen kriittisyyttä. Tämä kaava on seuraava:

$$K=p(W_sM_s+W_eM_e+W_pM_p+W_qM_q+W_rM_r)$$

Näiden merkitykset ovat:

-p on vikaväli

- W_s on turvallisuusriskien painoarvo ja M_s on turvallisuusriskien kerroin

- W_e on ympäristöriskien painoarvo ja M_e on ympäristöriskien kerroin

- W_p on tuotannon menetyksen painoarvo ja M_p on tuotannonmenetyksen kerroin

- W_q on laatukustannusten painoarvo ja M_q on laatukustannusten kerroin

- W_r on korjauskustannusten painoarvo ja M_r on korjauskustannusten kerroin

Taulukko 9-1. Laitetason kriittisyyden tekijät (PSK 6800).

Kohde	Painoarvo [W]	Vikaväli (p)	Kerroin [M]	Valintakriteeri
Turvallisuus- ja ympäristövaikutukset	Turvallisuusriskit Ws = 30	1 = Pitkä vikaantumisväli esimerkiksi yli 5 vuotta 2 = Pitkähkö vikaantumisväli esimerkiksi 2 – 5 vuotta 3 = Lyhyehkö vikaantumisväli esimerkiksi 0,5 – 2 vuotta 4 = Lyhyt vikaantumisväli esimerkiksi 0 – 0,5 vuotta	Ms = 0	Ei turvallisuusriskiä
			Ms = 2	Vähäinen turvallisuusriski
			Ms = 4	Kohtalainen turvallisuusriski
			Ms = 8	Merkittävä turvallisuusriski
			Ms = 16	Vakava turvallisuusriski
	Ympäristöriskit We = 20		Me = 0	Ei ympäristöriskiä
			Me = 2	Vähäinen ympäristöriski
			Me = 4	Kohtalainen ympäristöriski
			Me = 8	Merkittävä ympäristöriski
			Me = 16	Vakava ympäristöriski
Tuotanto- ja laatuvaikutukset	Tuotannon menetykset Wp = 0...100		Mp = 0	Laitteen toimimattomuudella ei merkitystä osaprosessille tai osastolle
			Mp = 1	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston hetkeksi (esimerkiksi ≤3 h)
			Mp = 2	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston lyhyeksi ajaksi (esimerkiksi ≤10 h)
			Mp = 3	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston merkittäväksi ajaksi (esimerkiksi 10 - 24 h)
			Mp = 4	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston pitkäksi ajaksi (esimerkiksi >24 h)
	Laatukustannus Wq = 30		Mq = 0	Laitteen toimimattomuus ei aiheuta lopputuotteen laatukustannuksia.
			Mq = 1	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat hetkellistä tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤1 h)
			Mq = 2	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤3 h)
			Mq = 3	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat merkittävää tuotannonmenetystä (esimerkiksi 3-8 h)
			Mq = 4	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat pitkäaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi >8 h)
Korjaus- tai seurauskustannukset	Korjaus- tai seurauskustannus Wr = 20		Mr = 0	Korjauskustannuksilla tai seurauskustannuksilla ei ole merkitystä suhteessa muihin menetyksiin.
			Mr = 1	Vähäiset korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat hetkellistä tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤2 h)
			Mr = 2	Keskinkertaiset korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤10 h)
			Mr = 3	Korkeat korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat merkittävää tuotannonmenetystä (esimerkiksi 10-24 h)
			Mr = 4	Korkeat korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat pitkäaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi >24 h)

Kuva 6. (Kunnossapitosyhdistys promaint, 2009, s. 149)

Taulukosta poimittujen arvojen perusteella saadaan laskettua kriittisyysindeksi K. Ennen tämän yhtälön laskemista onkin kuitenkin tarpeellista arvioida näiden esimerkinomaisten arvojen sopivuus arvioitavaan kohteeseen vai onko syytä uudelleenarvioida painoarvoja. (Kunnossapitosyhdistys promaint, 2009, s. 148)

Analyysin seuraavassa vaiheessa kartoitettavat kohteet tai laitteet listataan taulukkoon ja asetetaan näille sopivat kertoimet kuvaamaan kohteen kriittisyyttä. Sopivat kertoimet olisi hyvä valita kokempohjaisesti niin, että kaikkien eri ammattiryhmien osaaaminen tulisi huomioitua mahdollisimman suuren todennäköisyyden saavuttamiseksi.

Usein arvioinnissa on myös edullista hyödyntää ulkoista asiantuntijaa, esimerkiksi aisaan perehtynyttä konsulttia. (Kunnossapitosyhdistys promaint, 2009, s. 148)

Sopivien taulukoitujen arvojen asettamisen jälkeen jokaiselle analysoitavalle kohteelle voidaan laskea kriittisyysindeksi, mikä kuvaa arvioidun laitteen kriittisyyttä verrattuna muihin analyysin kohteisiin. Näiden tulosten perusteella tehdään kriittisyysluokittelu, eli laitteet järjestetään kriittisyysindeksin mukaiseen suuruusjärjestykseen. (Kunnossapitosyhdistys promaint, 2009, s. 150)

Oikein tehtynä ja riittävän kattavilla tiedoilla suoritettu kriittisyyskartoitus on tulokseltaan yleensä luotettava ja tämän perusteella voidaan arvioida kunnossapidon resursien kohdentamista. (Kunnossapitosyhdistys promaint, 2009, s. 150)

Taulukko 9-2. Esimerkki kriittisyysanalyysin tuloksista.

Toimintopaikan tunnistus	Toimintopaikan nimitys	Vikaväli (1...8)	Turvallisuus (0...16)	Ympäristö (0...16)	Tuotannon menetys (0...4)	Lopputuotteen laatu-kustannus (0...4)	Korjauskustannus (0...4)	Kriittisyysindeksi
		Painoarvot W -->	30	20	100	30	20	
KO-248	3.puristin ylätelä	3	8	0	3	2	3	1980
KO-247	3.puristin alatelä	3	8	0	3	2	3	1980
KO-250	2.kuivausröyhmän käyttö	3	4	4	3	2	2	1800
KO-244	1.puristin ylätelä	3	4	0	3	2	3	1620
KO-243	1.puristin alatelä	3	4	0	3	2	3	1620
KO-242	2.puristin alatelän käyttö	2	2	8	4	2	3	1480
KO-241	2.puristin alatelän käyttö	2	2	8	4	2	3	1480
KO-239	1.puristin kkl alahuovan johtotelä 3 kpl	3	2	0	2	2	2	1080
KO-233	3.puristin kartonginjohtotelä	3	2	0	2	2	2	1080
KO-210	Viiran imutela	2	4	2	3	3	3	1220
KO-210	Viiran imutelan käyttö	2	4	4	2	2	2	1000
KO-238	Puristin I alatelän käyttö	2	2	2	1	2	2	600
KO-209	Viiran vetotela	2	4	2	2	2	2	920
KO-232	Kk I:n painesäiliö	2	2	2	1	2	1	560
KO-204	Rintatela	2	2	2	1	2	1	560
KO-266	3.kuivausröyhmän käyttö	2	2	2	1	2	1	560

Kuva 7. (Kunnossapitosyhdistys promaint, 2009, s. 151)

4 KUNNOSSAPITO

4.1 Kunnossapidon perusteet

Kunnossapidolla tarkoitetaan kaikkea sellaista toimintaa, millä pyritään ylläpitämään ja tarpeen vaatiessa korjaamaan erilaisia teolliseen ja yhteiskunnalliseen toimintaan liittyviä toimintoja. Kunnossapitoa voi olla esimerkiksi tuotantolaitoksen ylläpitäminen tai terveydenhuolto, molemmissa tähdätään siihen, että lopullista hajoamista ei tapahtuisi ja siitä aiheutuvia haittoja ei tarvitsisi kohdata. (Kunnossapitosyhdistys ry, 2007, s. 11)

Ennemmin kunnossapitoa on pidetty suurimmaksi osaksi korjaavia toimenpiteitä sisältävän toimintana, mutta nykyaikaisessa teollisessa ja yhteiskunnallisessa ympäristössä on kunnossapidon käsite muuttunut kattamaan kaikkea ylläpidettävän kohteen huoltoa ja toiminnan edistämistä. Kunnossapidollisilla toimenpiteillä voidaan tarkoittaa ylläpidettävän kohteen toiminnan parantamista, vikaantumisen estämistä tai sen hidastamista, yleistä huoltamista ja ääritilanteissa korjaamista. (Kunnossapitosyhdistys ry, 2007, s. 12–13)

Korjaavia toimenpiteitä on nykyaikaisen kunnossapidon periaatteen mukaisesti vältettävä mahdollisimman suureksi osaksi, koska useimmiten korjaamista vaativa kohde on hajonnut niin vakavasti, että se aiheuttaa esimerkiksi teollisessa tuotantolaitoksessa suunnittelemattoman katkon tuotannossa. Tällainen edellä mainittu tilanne on tuotantolaitokselle taloudellisesta näkökulmasta erittäin epäedullinen, mikä taas antaa hyviä perusteita soveltaa kunnossapitoa enemmän ylläpitävänä ja huoltavana toimintana tarkasti laaditun suunnitelman mukaan. Suunnitelman mukaan toimittaessa ihanteellisessa tilanteessa tuotantolaitos ei pääsisi ikinä vikaantumaan yllättäen, eli taloudellista haittaa ei pääsisi tapahtumaan esimerkiksi viivästyneiden toimitusten vuoksi. (Kunnossapitosyhdistys ry, 2007, s. 17–18)

Tilannetta, jossa vikaantumisia ei esiintyisi ollenkaan on kuitenkin vaikea saavuttaa, koska vikaantuvissa osissa voi esiintyä laadullisia vaihteluita tai laitteen käyttäjä saattaa käyttää konetta epäedullisella tavalla. Tällaisilta tilanteilta voitaisiin välttyä

esimerkiksi niin, että käytettäisiin vain korkealuokkaisia kalliita osia koneen kunnossapidossa ja opastamalla konetta käyttävä työntekijä sellaiseen toimintaan, mikä ei vaingoittaisi laitteita. Nämä toimet ovat kuitenkin kalliita, eikä tällainen toimintatapa toteudu läheskään aina. Syyt tähän voivat olla moninaiset, monesti kuitenkin taloudelliset sellaiset johtavat siihen, että kunnossapidon, tuotannon tehokkuuden ja laadun välille haetaan sopiva tasapaino, mikä palvelee kaikkia osapuolia tarpeeksi tehokkaasti. (Kunnossapitosyhdistys ry, 2007, s. 12)

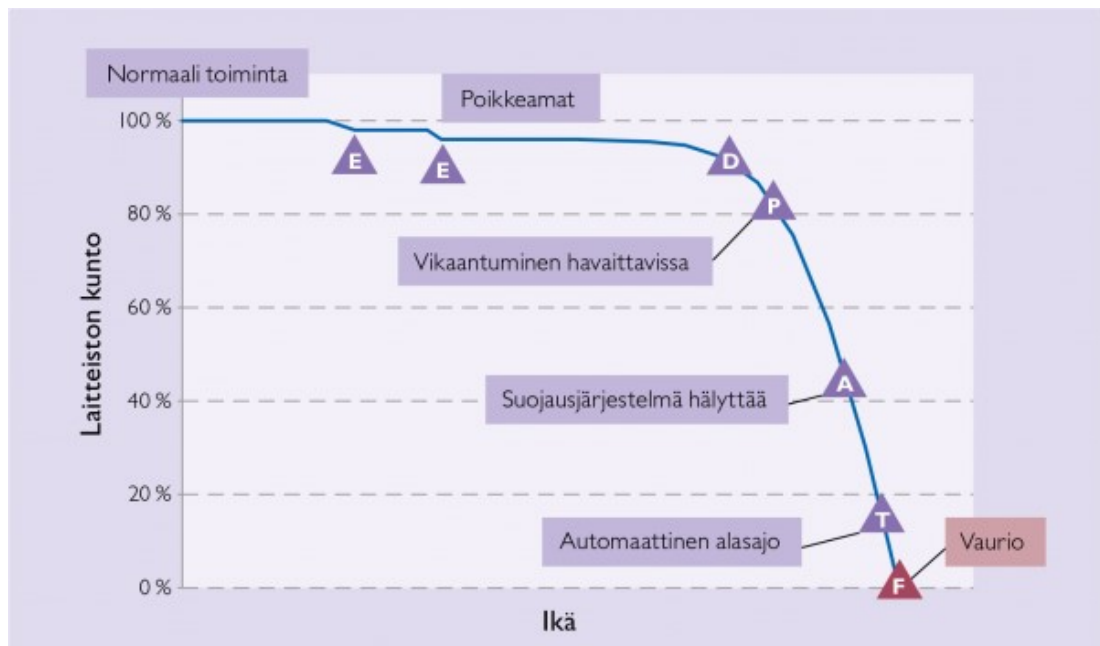
5 KUNNONVALVONTA

5.1 Kunnonvalvonnan käsite

Kunnonvalvonnalla tarkoitetaan toimintaa, jossa kunnossapidettävän kohteen mahdollisia vikoja tarkastellaan ja määritellään, mutta valvottava kohde jätetään vielä suoritamaan tehtäväänsä. Erilaisilla kunnonvalvontatoimenpiteillä pyritään havaitsemaan oirehtivat viat mahdollisimman ajoissa, ja ideaalissa tilanteessa voidaan estää tuotannon pysäyttävä toiminnallinen vika hallitulla korjaavalla toimenpiteellä mahdollisimman pienellä tuotannon menetyksellä. (Järviö, 2000, s. 65)

Esille tullutta oirehtivaa vikaa voidaan havainnollistaa P-F-käyrällä (Point-Failure), joka kuvaa sitä, miten havaittu vika etenee ja mitä sen loppuvaiheilla tapahtuu. Tällä käyrällä oirehtiva vika etenee hajoamiseen saakka koneen määrittelemän ajan määreenä käyrän alkaessa siitä, kun vika on ensimmäisen kerran havaittu ja luonnollisesti päättyen toiminnalliseen vikaan. (Järviö, 2000, s. 64)

Kunnonvalvontaa suorittaessa tulisi myös tarkasteluun P-F-jakso (P-F Internal). Tämä jakso alkaa oirehtivan vian ilmenemisestä, eli P-F-käyrän pisteestä P ja päättyy käyrän pisteeseen F, eli toiminnalliseen vikaan. Oirehtivien vikojen havaitsemiseksi ennen toiminnallista vikaantumista tulee kunnonvalvonnan välien olla lyhyempiä mitä P-F-jakso. Esimerkiksi jos kunnossapidettävän kohteen oirehtivan vian eteneminen toiminnalliseksi viaksi kestää kuukauden, on järkevää valvoa kohdetta kahden viikon välein. Tämä ei kuitenkaan aina ole mahdollista johtuen esimerkiksi siitä, että joidenkin laitteiden P-F-jakso saattaa olla huomattavan lyhyt. (Järviö, 2000, s. 65–67)



Kuva 8. Tyypillinen P-F-käyrä. (Kunnossapitosyhdistys promaint ry, 2013)

Tässä kaaviossa kuvataan tavanomaista P-F-käyrän kehitystä. Kohde, josta tämä käyrä on saatu sisältää mitta-antureilla toteutettua kunnonvalvontaa. Suojausjärjestelmä on voitu asettaa hälyttämään esimerkiksi vaihteiston liian suuren lämpötilan vuoksi ja vastaavasti automaattinen alasajo tapahtuu, jos lämpötilan kasvu jatkuu lopulliseen raja-arvoon saakka. Suojausjärjestelmä on toimiva, jos alasajo tapahtuu ennen toiminnallista vikaa, tässä tapauksessa vaihteiston hajoamista. (Järviö, 2000, s. 71)

5.2 Kunnonvalvonnan menetelmät

Kunnonvalvonta voidaan jakaa neljään eri pääluokkaan:

- Kunnonvalvontatekniikat, jossa valvontaan liittyvät mittaukset suoritetaan erilaisilla mittalaitteilla
- Tuotettavan tuotteen laadun vaihteluiden tarkastelu
- Valvottavan laitteen toimintaa kuvaavien mittalaitteiden tarkastelu
- Ihmisaisteilla suoritettava valvonta

Kunnonvalvontaa sovelletaan tarkkailemalla kunnossapidettävää kohdetta erilaisilla kunnonvalvonnan keinoilla. Monimutkaisemmissa laitteissa valvonta voidaan

toteuttaa erilaisilla antureilla ja muilla tiedonkeruun välineillä ilmaisemaan esimerkiksi epätavallista värähtelyä tai liian suuria lämpötilan vaihteluita kuluneen laakeroinnin vuoksi, tai vuotoja voitelussa tai voimansiirrossa paineenalenemisen muodossa kauan ennen vikaantumista. (Järviö, 2000, s. 70)

Laitteilla toteutettu kunnonvalvonta on hyvin rajoittunutta, koska yksi laite pystyy valvomaan vain yhtä valvontakohdetta, eli näitä erilaisia kunnonvalvontalaitteita tarvitaan monia erilaisia yhteen valvottavaan laitteeseen, jos halutaan valvoa enemmän kuin yhtä diagnosoitavaa kohdetta kerrallaan. Esimerkiksi valvottava tuotantolinja vaatii tällaista laitteistoa huomattavan ison määrän, jos valvonnan halutaan olevan kattavaa. Tämän vuoksi tekniikkaan pohjautuva kunnonvalvonta on suunniteltava ja mitoitettava tarkasti kohteen tarpeiden mukaan, että turha datan kerääminen vältetään ja toiminta olisi taloudellisesti kannattavaa. (Järviö, 2000, s. 70)

Pyörimiseen perustuvien laitteiden valvontaan käytetään yleisesti värähtelyn ja erityisesti sen poikkeamia mittaavia antureita ja mittalaitteita. Yksinkertaisimmillaan värähtelyä pystytään kuitenkin havaitsemaan ja arvioimaan käsin tunnustelemalla. Värähtelymittaukseen valitaan kohteeseen sopiva valvontamenetelmä valvottavan kohteen vaatimuksien mukaisesti. Kohteen mittausmenetelmän vaatimuksiin voivat vaikuttaa esimerkiksi nämä seikat:

- Kuinka usein mittaus on syytä suorittaa?
- Millä tavalla laite voi vikaantua?
- Miten ympäristö vaikuttaa laitteeseen?
- Kuinka paljon mittalaitteisiin on kannattavaa panostaa?

Näiden esimerkinkaltaisten kysymysten jälkeen voidaan aloittaa valvonnan tavan määrittäminen. (Kunnossapitosyhdistys promaint, 2009, s. 223)

5.3 Laadunvaihtelun valvonta

Tuotteen laadun vaihteluun perustuva kunnonvalvonta on kohtalaisen helposti ja edullisesti toteutettava valvonnan muoto. Tässä menetelmässä tuotantolaitteiston kuntoa seurataan prosessin tuloksen perusteella, eli esimerkiksi leikkaavassa työssä hiljalleen heikentynvä leikkuujälki kertoo terän kulumisesta tai muusta kunnossapitoa vaativasta tilasta prosessilaitteessa. Useimmiten tuotteen laatu alkaa hitaasti heikentymään, eli hyvällä seurannalla tarvittavat kunnossapidolliset toimenpiteet tulevat esille jo hyvissä ajoin, eikä ideaalissa tilanteessa suurta korjaavan kunnossapidon tarvetta tai tuotannon katkosta pääse tapahtumaan. Tuotteen laatua seuraamalla ja sitä kautta tuotantolaitteiston kunnonvalvontaa toteuttaessa on myös järkevää hyödyntää jo mahdollisesti olemassa olevaa laaduntarkkailun dokumentointia. (Järviö, 2000, s. 71)

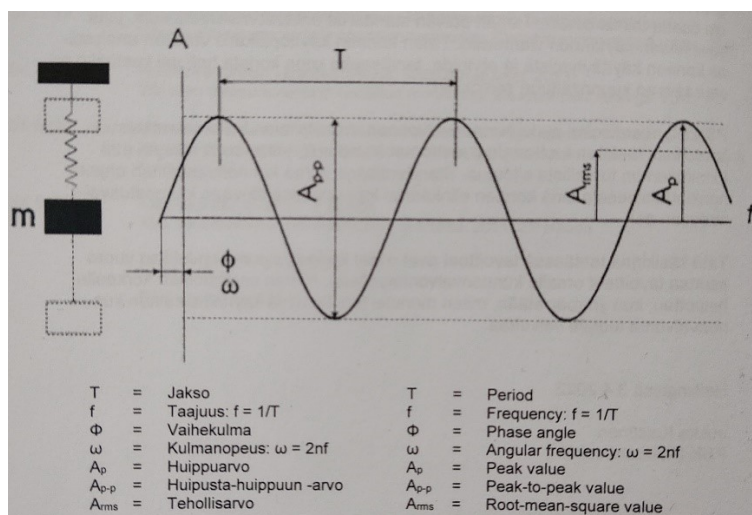
5.4 Kunnonvalvonnassa käytettävät mittarit

Tuotantolaitteissa, joissa on koneen toimintaa kuvaavia mittalaitteita, esimerkiksi lämpö- tai painemittareita, voidaan hyödyntää yleisen toiminnan tarkkailun lisäksi myös kunnonvalvonnassa. Mittalaitteista saatavilla tiedoilla on yksinkertaista tehdä päätelmiä koneen kunnosta, vaikkakin näin selkeästi näkyvä epänormaali toiminta on edennyt yleensä melko pitkälle. Mittareista tulkittavaa kunnossapidon tarvetta voidaan myös helpottaa merkitsemällä näiden mitta-asteikkoihin eri toiminnan alueita kuvaamaan mahdollista huollon tarvetta. (Järviö, 2000, s. 71)

Kaikista menetelmistä yksinkertaisimpana voidaan pitää ihmisaisteilla toteutettavaa kunnonvalvontaa. Ihmisen aisteja käyttämällä pystytään havaitsemaan joustavasti erilaisia mahdollisia vikoja ilman kallista laitteistoa, vaikka usein vika onkin edennyt jo melko pitkälle, jos sen pystyy havaitsemaan normaaleja aisteja käyttäen. Näin kunnonvalvontaa toteuttaessa on otettava aina huomioon valvontaa suorittavan ihmisen kyky havainnoida kunnossapidettävää kohdetta, koska kokemus kohteen toiminnasta ja jopa mieliala voivat vaikuttaa tulokseen. (Järviö, 2000, s. 72)

5.5 Värähtelymittaus kunnonvalvonnassa

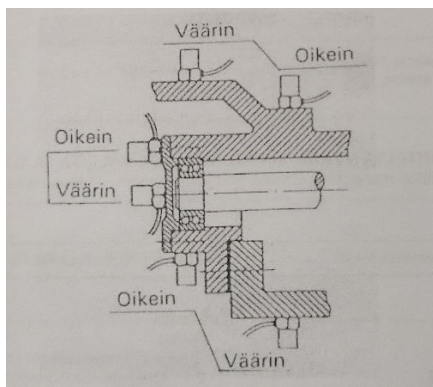
Värähtelymittauksen tehokkaaseen soveltamiseen tarvitaan mittaajalta melko laajasti tietoa erilaisten värähtelyjen merkityksestä ja vakavuudesta, että mittalaitteen antama tieto osataan tulkita oikein. Jokainen käydessään pyörivä laite värähtelee ja nämä värähtelyt saavat alkunsa herätteistä. Värähtelyn herätteiden lähteenä toimivat erilaiset dynaamiset voimat, jotka saavat alkunsa värähtelevän kohteen normaalista toiminnasta, valmistuksen tai asennuksen epätarkkuuksista tai vikaantumisesta. Normaalista toiminnasta johtuvia herätteitä voivat olla esimerkiksi polttomoottorissa tapahtuvia räjähdysjähtiä tai venttiilikoneiston käynnistä alkunsa saaneet tekijät. Tavallisia vikoihin ja epätarkkuuksiin liittyviä herätteitä taas ovat pyöriviä osia sisältävän laitteen epätasapaino tai käyvän laitteen osan kuluminen siinä määrin, että se alkaa värähtelemään. (Kunnossapitosyhdistys promaint, 2009, s. 224)



Kuva 9. Värähtelymittaukseen liittyvät peruskäsitteet. (PSK Standardisointiyhdistys ry, 2022, s. 6)

Värähtelymittauksiin perustuva vianmääritys tapahtuu yleensä herätteiden ja näiden muutoksia aiheuttavien syiden perusteella. Epätavallisen värähtelyn syynä voi olla esimerkiksi koneen normaalia suurempi liikkuvuus jollain herätetaajuudella, vaikka voimat olisivatkin suhteessa pieniä. Tällaisessa tilanteessa syy voi löytyä laitteen vioittuneesta tai riittämättömästä kiinnityksestä. Monessa tapauksessa kyseessä on ominaistaajuudesta johtuva resonanssi-ilmiö. Nämä taajuudet ilmenevät huippuina liikkuvuus-käyrässä. Mitattavan värähtelyn voimakkuuteen vaikuttavat herätteen voimakkuus ja

rakenteen yleinen dynaaminen liikkuvuus. (Kunnossapitosyhdistys promaint, 2009, s. 224)



Kuva 10. Värähtelyanturin paikan valinta standardin PSK 5702 mukaan. (PSK Standardisointiyhdistys ry, 2022, s. 24)

Värähtelyn mittauspiste valitaan niin, että värähtelyn lähde ja anturi olisivat mekaanisesti mahdollisimman lähellä toisiaan mahdollisimman suuren tarkkuuden saavuttamiseksi. Anturin ja värähtelyn lähteen välissä olisi syytä olla mahdollisimman vähän rajapintoja, koska korkeataajuinen värähtely menettää osan energiastaan tällaisen kohdalla. (PSK Standardisointiyhdistys ry, 2022, s. 23)

Useimmiten kunnonvalvonnassa käytetään värähtelyn mittasuurena värähtelynopeutta, mutta kunnonvalvonnan tarkoituksen mukaan voidaan myös käyttää kiihtyvyyttä tai siirtymää (Kunnossapitosyhdistys promaint, 2009, s. 227). Yleisimpänä käytetään värähtelynopeutta, koska se vastaa useimmissa tilanteissa vaadittuun tiedontarpeeseen. Yleisenä sääntönä voidaan todeta, että siirtymä toimii paremmin alle 10 hertsin taajuuksilla ja taas kiihtyvyys on käyttökelpoisempi silloin, jos värähtelyn taajuus on yli 1000 hertsiä (Kunnossapitosyhdistys promaint, 2009, s. 228).

5.5.1 Värähtelyanturit

Värähtelyn mittaamista on käytetty kunnonvalvonnassa jo pitkä aika ja tästä syystä erilaisia antureita on kehitetty vastaamaan valvonnan tarpeita. Alkukantaisena värähtelyn tarkastelumenetelmänä on käytetty esimerkiksi kohteeseen kiinni painettavaa sopivaa tankoa tai vain yksinkertaisesti tunnustelemalla kohdetta käsin. Tekniikan kehityksessä ensimmäiset mekaaniset värähtelyanturit ilmestyivät. Tällainen anturi

kiinnitettiin kiinteästi mitattavaan laitteeseen, eivätkä ne toimineet tehokkaasti kovin monessa erilaisessa kohteessa, koska mittalaitteen täytyi olla suoraan kosketuksissa mitattavaan laitteeseen. Suorasta kosketusyhteydestä anturi tallensi värähtelyn voimakkuuden piirturipään välityksellä paperille. (Kunnossapitosyhdistys promaint, 2009, s. 234)

Sähköisten mittausmenetelmien kehittyessä värähtelyn mittalaitteet muuttuivat myös sähköisiksi. Sähköiset anturit voidaan karkeasti jakaa kolmeen eri tyyppiin. Nämä ovat kiihtyvyys-, nopeus-, ja siirtymäanturi. (Kunnossapitosyhdistys promaint, 2009, s. 234)

5.5.2 Siirtymäanturi

Siirtymäanturi mittaa mitattavan kohteen liikettä verrattuna anturin sijaintiin. Yleisesti siirtymäanturina käytetään pyörrevirta-anturia, joka sähkövirralla tuotettuun magneettisuuteen perustuen mittaa värähtelevän kohteen siirtymää. Mitattavan kappaleen sijainnin muuttuessa anturin induktanssi ja ulostulojännite muuttuvat. Anturi vaatii toimiakseen oskillaattori demodulaattorin, eli eräänlaisen vahvistimen sen tuottaman signaalin tulkitsemiseksi. Teoriassa anturi pystyisi havaitsemaan 0–10 kHz taajuuksia, mutta käytännössä tämä rajoittuu korkeintaan 200 Hz:iin johtuen suuritaajuuksisten värähtelyjen suhteellisen pienestä liikkeestä. Yksi tärkeimpiä tämän anturin käyttösovelluksista on liukulaakeroitujen koneiden valvonta. Kahdella toisistaan 90 asteen kulmaan sijoitetulla siirtymäanturilla voidaan tehokkaasti mitata akselin ja laakerin suhteellista liikettä. (Kunnossapitosyhdistys promaint, 2009, s. 235)

5.5.3 Nopeusanturi

Yleisimmän nopeusanturin, eli geofonin toiminta perustuu anturin sisälle jousen ja vaimentajan varaan liikkuvan massan liikkeeseen. Anturin kuoren liikkuaessa ulkoisen voiman takia pyrkii sisällä oleva jousitettu massa, eli tämän anturityypin tapauksessa magneetti, pysymään paikallaan. Kuoren ja magneetin liikkeiden erosta indusoitunut jännite on verrannollinen liikkeen nopeuteen ja tätä kautta pystytään mittaamaan kohteen värähtelyä. Tämän tyyppinen anturi kiinnitetään mitattavaan kohteeseen

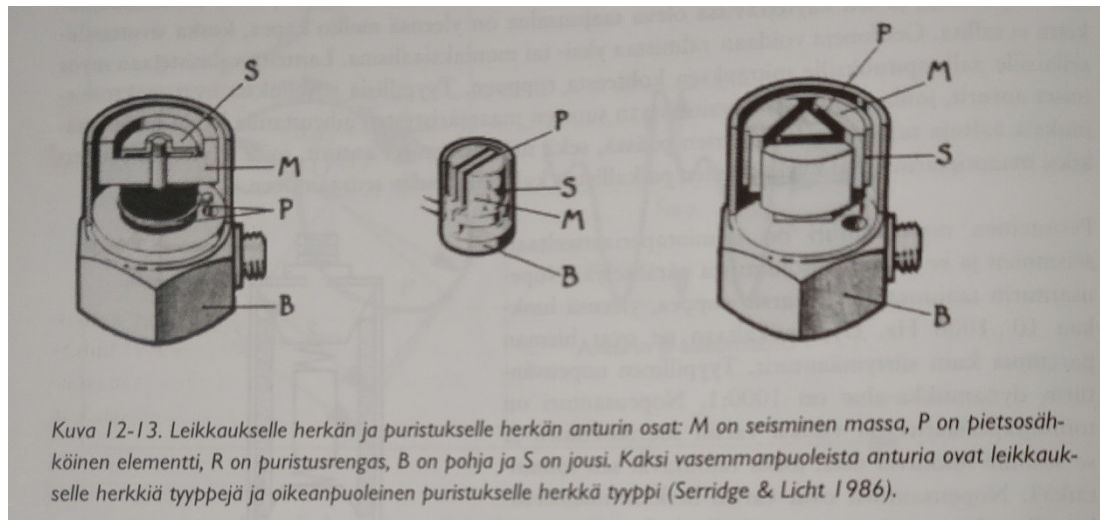
kiinteästi. Geofonia on tyypillisesti käytetty havaitsemaan esimerkiksi maanjäristysten tai maantietärinän aiheuttamaa värinää maaperässä ja kallioissa, mutta myös selkeämmin kunnossapidollisia sovelluksia on, kuten vaikka suurikokoisten mäntämoottoreiden värähtelyn seuraaminen. Tätä anturityyppiä on haastavaa hyödyntää korkeammin värähtelevissä ja pienikokoisemmissa kohteissa suuren kokonsa ja kapean taajuusalueen vuoksi. (Kunnossapitosyhdistys promaint, 2009, s. 237)

5.5.4 Pietsosähköiset kiihtyvyysanturit

Pietsosähköiset kiihtyvyysantureista on ominaisuuksiensa vuoksi tullut yleisimmin käytetty värähtelyanturi. Tämä anturi on muihin verrattuna pienikokoinen, helppo asentaa eikä sen asentaminen mitattavaan kohteeseen vaikuta merkittävällä tavalla laitteen värähtelyyn. Anturissa ei myöskään ole kuluvia tai liikkuvia osia, ja värähtelyn mitta-ala on hyvin laaja hertsin osista satoihin kilohertzeihin. Pietsosähköisen kiihtyvyysanturit eivät myöskään ole herkkiä ympäristöolosuhteiden vaikutuksille. (Kunnossapitosyhdistys promaint, 2009, s. 237)

Anturi koostuu rungosta, seismisestä massasta ja tämän massan välissä olevasta piezoelementistä. Tämän rakenteen anturityypit voidaan karkeasti jakaa kahteen tyyppiin, puristukselle herkkiin ja leikkaukselle herkkiin, mutta näiden kahden jonkin asteisia yhdistelmiä on olemassa. Puristukselle herkissä antureissa osat ovat anturin sisällä puristettuna päällekkäin jousikuormitteisella pultilla, ja leikkaukselle herkissä antureissa osat on usein koottu liimaamalla tai puristusrenkaan avulla. (Kunnossapitosyhdistys promaint, 2009, s. 238)

Mittauskohteeseen tämän tyyppin anturi kiinnitetään kiinteästi siten, että koko anturi liikkuu värähtelevän kohteen mukana. Tällaisella kiinnitystavalla anturin sisällä olevaan seismiseen massaansa kohdistuu värähtelystä johtuva voima F , jolloin voima $F=ma$, missä massa on m ja kiihtyvyys a . Kiihtyvyydestä muodostuneesta voimasta saadaan varaus, joka johdetaan anturin rungossa olevaan ulostuloliitintään tai anturissa olevaan vahvistimeen. Molemmissa tilanteissa saadaan kiihtyvyyttä vastaava signaali. (Kunnossapitosyhdistys promaint, 2009, s. 238)



Kuva 11. Leikkaukselle ja puristukselle herkkät pietsosähköiset kiihtyvyysanturit. (Kunnossapitosyhdistys promaint, 2009, s. 238)

6 KRIITTISYYYSANALYYSI JA KUNNONVALVONTA

6.1 Kriittisyysanalyysi

Katupesuriin tehtävässä kriittisyysanalyysissä arvioidaan pesurin eri osa-alueita. Jao-
teltujen osa-alueiden tulee olla sopivan kokoisia, että analyysistä saadaan tarpeeksi
tarkka ja suurempaa huomiota vaativat kohteet erottuvat muista analyysin tuloksena.

Pesurin tapauksessa jako on seuraava:

- kiinnike peruskoneeseen
- pesukamman kääntö ja sivusiirto
- pumpun toiminta ja kiinnitys
- hydraul- ja vesiletkut
- pesukamman veden saanti ja suuttimet

Nämä kohteet taulukoidaan standardin (PSK 6800) mukaisesti ja asetetaan näille kriit-
tisyyttä vastaava arvo. Kriittisyyttä vastaava arvo valitaan kokemuspohjaisesti perus-
tuen siihen, kuinka vakavia seurauksia kohteen vikaantumisella olisi. Esimerkiksi pe-
surin pumpun tai sen moottorin vikaantuessa laitteen käyttäminen tarkoituksenmukai-
sesti on mahdotonta, eli näiden kohteiden kriittisyyden arvo on suuri.

Seuraavassa taulukossa on valittu osa-alueille sopivat arvot ja laskettu näistä kriitti-
syysindeksi K standardin mukaisen laskukaavan mukaan.

Toimintopai- kan tunniste	Toimintopai- kan nimitys	Vikaväli (1–8)	Turvalli- suus (0–16)	Ympä- ristö (0–16)	Tuotannon- menetys (0–4)	Lopputuot- teen laatukus- tannus (0–4)	Korjaus- kustannus (0–4)	Kriitti- syysin- deksi
		Painoar- vot W	30	20	100	30	20	K
PP-100	Kiinnike perusko- neeseen	1	8	2	3	2	2	680
PP-110	Pesukam- man kääntö ja sivusiirto	4	2	2	2	2	2	1600
PP-120	Pumpun toiminta ja kiinnitys	4	7	9	4	3	4	3840
PP-130	Hydrauli- ja vesilet- kut	3	5	9	3	2	2	2190
PP-140	Pesukam- man veden- saanti ja suuttimet	3	3	1	4	2	1	1770

Taulukosta saatujen tulosten perusteella voidaan kunnossapitoa lähteä suunnittelemaan tarkemmin. Näiden tulosten perusteella suurinta huomiota kunnonvalvonnassa vaatii pesurin pumppu. Tulosta voidaan pitää loogisena, koska pumpun hajotessa pesurin käyttö on mahdotonta, ja pahimmassa tapauksessa ympäristöön saattaa päästä hydrauliöljyä.

Näiden tietojen perusteella voidaan aloittaa tarkempi kunnonvalvonnan suunnittelu.

6.2 Kunnonvalvonnan suunnitelma

Kunnonvalvontaa suoritetaan tässä laitteessa suurimmaksi osaksi tarkastelemalla laitteen kuntoa ihmisaistein, tarkkailemalla hydrauliiKANesteen lämpötilaa ja painetta peruskoneen mittareista ja seuraamalla pumpattavan veden painetta pumpun mittarista. Pesurin vedensaantia pystytään tarkkailemaan pesujälkeä seuraamalla ja läpinäkyvän suodatinkotelon läpi. Pesurin suuttimien toimintaa voidaan tarkkailla seuraamalla suuttimista tulevan vesisuihkun laatua. Esimerkiksi jos suuttimesta tuleva vesisuihku ei ole tasainen viuhkakuvio, on suutin todennäköinen tukossa tai vikaantunut. Ihmisaisteilla seurataan laitteen kiinnitystä peruskoneeseen, pesukamman liikkumisen välyksiä ja kulumista.

Alkavien vikojen havaitsemiseksi pesurin eri osa-alueita pitää tarkastella säännöllisesti. Pesukamman liikkeiden nivelien ja liukujen välykset tarkastetaan käsin pesukamman rungon päästä heiluttamalla. Pystysuuntaisen välyksen hyväksyttävä määrä mitattuna pesukamman rungon ulkopäästä sivusiirron ollessa keskiasennossa on 15 mm. Välyksen mittaamiseen käytetään rullamittaa. Samaa toimintatapaa ja kriteereitä sovelletaan myös vaakasuuntaisen välyksen toteamiseen. Liian suuriksi kasvaneet välykset korjataan tarvittavilla toimenpiteillä esimerkiksi liukumuovit vaihtamalla seuraavan huollon yhteydessä.

Pumpun toiminta tarkastetaan koekäyttämällä ja käytön aikaista toimintaa seurataan värähtely- ja lämpöantureilla. Pumpun värähtelyn seurantaan käytetään pietsosähköisiä kiihtyvyysantureita kiinnitettynä hydraulimoottorin ja tähän kiinnitettynä olevan korkeapainepumpun runkoihin. Anturien kiinnitys toteutetaan standardin PSK 5702 mukaisesti. Koekäytön aikana tarkistetaan pumpun tuottaman paineen suuruus ja varmistetaan, ettei pumpun moottorin käyttäminen rasita peruskoneen hydrauliiKajärjestelmää tavallista kuormitusta enempää eikä pumpun lämpötila nouse ohjearvoihin nähden korkeaksi. Pumpun kiinnitys pesuriin tarkastetaan käsin heiluttamalla samalla varmistuen, että kiinnitykseen käytetyt vaimenninkumit ovat ehjät. Käytön aikana pumpun antureihin liitetystä mittareista seurataan niiden antamia arvoja. Lämpötilan mittalaitteelle on asetettu hyväksyttävän lämpötilan raja pumpun valmistajan ohjearvojen mukaisesti. Hyväksyttävän lämpötilan ylittyessä pumpun toimintaa on syytä tarkastella lähemmin mahdollisen vikaantumisen estämiseksi. Vastaavasti värähtelyn

seurannassa seurataan samaa toimintatapaa. Värähtelyn poiketessa normaalista tasaisesti aaltoilevasta käyrästä esimerkiksi voimakkaammaksi taajuudeltaan tai liikkeen etäisyydeltään on pumpun toiminta syytä tarkastaa heti. Pumppuun liittyvät viat tulee korjata välittömästi, oli kyse sitten pumpun kiinnityksen tai varsinaisen pumpun vikaantumisesta. Pumppuun liittyvät viat tulee korjata heti, koska pumppu on pesurin kallein ja toiminnan kannalta kriittisin osa.

Laitteen peruskoneeseen kiinnittämiseen käytettävä pikakiinnike tarkastetaan silmämääräisesti ennen jokaista kytkentäkertaa murtumien ja liiallisen kulumisen varalta. Kiinnikkeen koukkujen ja näiden alapuolella olevien reikien vaikuttaessa selkeästi kulumelulta varmistetaan näiden mitat ja tarkastetaan ne sopivalla mittalaitteella, esimerkiksi työntömitalla. Koukun välin tai lukitustapin reiän kasvaessa yli kolme millimetriä, tai kiinnikkeen kiinnittämisen vaikeutuessa kirjataan vikaantuminen ylös ja korjaaviin toimenpiteisiin ryhdytään seuraavan aikataulutetun huollon yhteydessä.

Suunnitelman mukaisia kunnonvalvonnallisia toimenpiteitä tehdään jokaisen käyttöönoton yhteydessä, jos toisin ei mainita. Näin pystytään havaitsemaan ja seuraamaan alkavia vikoja jo hyvin varhaisessa vaiheessa ja oikein toteutettuna voidaan välttää toiminnallisen vian syntyminen. Havaitut alkavat viat kirjataan ylös kunnonvalvonnan kirjanpitoon ja arvioidaan kriittisyyskartoituksen perusteella, kuinka pian kunnossapidollisiin toimenpiteisiin on syytä ryhtyä. Esimerkkinä sivusiirron liukumuvien kulumisesta johtuva vällys voidaan korjata vasta seuraavan huollon aikana, kun taas pumpun epätavallinen lämpeneminen tai veden paineen lasku vaatii välitöntä toimintaa.

6.3 Kunnonvalvonnan soveltaminen

Kunnonvalvontaa sovelletaan laitteeseen yksinkertaisen suunnitelman mukaisesti. Laitteelle tehdään ennen jokaista käyttökertaa silmämääräinen tarkistus esimerkiksi murtumien ja muiden vakavien vaurioiden varalta. Näitä arvoja kirjataan ylös kunnonvalvonnan valvontapohjaan ennen jokaista käyttökertaa, tai kiinnikkeen tapauksessa ennen jokaista kytkentäkertaa. Mittaukset ja silmämääräiset tarkastukset suoritetaan kunnonvalvonnan ohjeen mukaisesti.

Katupesurin kunnonvalvonnan valvontalomake					
Kohde	Lukitusreiän halkaisija (mm)	Kiinnityskoukun ja lukitusreiän etäisyys (mm)	Lukitusreiän ja pidikelevyn etäisyys (mm)	Havaittu kuluma tai murtumat (tarkennus)	Pvm. ja kuitaus
Kiinnike					
Kohde	Pystysuuntainen vällys (mm)	Vaakasuuntainen vällys (mm)	Liukumuvien kunto (1–5)		
Pesukamman kääntö ja sivusiirto					
Kohde	Kiinnityskumien kunto (1–5)	Veden paine (bar)	Pumpun lämpötila (°C)	Pumpun telineen kiinnitys (huomautettavaa)	
Pumpun toiminta ja kiinnitys					
Kohde	Alkavia vuotoja vesiletkuissa (kyllä/ei)	Alkavia vuotoja hydraulikaletkuissa (kyllä/ei)	Silmin havaittavaa kulumista letkuissa (tarkennus)		
Hydrauliikka- ja vesiletkut					
Kohde	Suodatin ulkonäön perusteella (huomautettavaa)	Suutinten kunto (huomautettavaa)	Pesujäljen laatu (1–5)		
Pesukamman veden saanti ja suuttimet					

LÄHTEET

JPT Serco Oy. (2023) haettu 13.5.2023 osoitteesta <https://serco.fi/>

Järviö, J. (2000) Luotettavuuskeskeinen kunnossapito. Rajamäki: KP-Tieto Oy.

Kunnossapitoyhdistys ry. (2007) Kunnossapito. Helsinki: KP-Media Oy

Kunnossapitoyhdistys promaint. (2009) Kuntoon perustuva kunnossapito. Helsinki: KP-Media Oy

Kunnossapitoyhdistys Promaint ry. (11.12.2013). Tehosta vikaantumisen seurantaan.

Haettu 2.5.2023 osoitteesta

<https://promaintlehti.fi/Kunnonvalvonta-ja-kayttovarmuus/Tehosta-vikaantumisen-seurantaan>

PSK Standardisointiyhdistys ry. (2022) Kunnonvalvonnan värähtelymittaus. Helsinki: Copy-Set Oy