



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Valtteri Kaukonen

W32-SYLINTERIKANSIEN
KOKOONPANOLINJAN
RUOSTESUOJAUKSEN
KEHITTÄMINEN

Tekniikka
2019

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Valtteri Kaukonen
Opinnäytetyön nimi	W32-Sylinterikansien kokoonpanolinjan ruostesuojauksen kehittäminen
Vuosi	2019
Kieli	suomi
Sivumäärä	37
Ohjaaja	Marko Rantasalo

Opinnäytetyö tehtiin Wärtsilä Finland Oy:n Wärtsilä Services, Service Workshop -osastolle.

Opinnäytetyön tarve tuli esille, kun huomattiin, että nykyinen ruostesuojausmenetelmä ei ole optimaalinen tuotannon tehokkuudelle. Lisäksi oli tarve kehittää työntekijöiden työskentelyolosuhteita.

Työn tarkoituksena oli suunnitella toimiva sekä turvallinen konsepti ruostesuojauksen kehittämiseksi, ja kerätä vaaditut lähtötiedot mahdolliseen ruostesuojauslaitteen konesuunnitteluun ja valmistukseen.

Työssä kartoitettiin myös laitteen konseptien eri variaatioita mahdollisimman avarakatseisesti sekä perehdyttiin myös laitteen konseptisuunnittelun teoriataustoihin.

Lopputuloksena oli koneelta vaaditut ominaisuudet listattuna sekä opinnäytteen sidosryhmiä parhaiten palveleva konsepti ruostesuojauksen kehittämisestä. Työssä listattiin myös laitteen toimintojen toimintaedellytykset sekä sivuttiin laitteen käyttöturvallisuutta.

ABSTRACT

Author	Valtteri Kaukonen
Title	Development of W32 cylinder head assembly line corrosion protection
Year	2018
Language	Finnish
Pages	37
Name of Supervisor	Marko Rantasalo

This thesis was made for Wärtsilä Finland Oy Wärtsilä Services, Service Workshop department.

The need for this thesis occurred when the department discovered that their methods of applying anti-corrosion liquid to the W-type engine cylinder heads was not optimized and needed to be developed.

The purpose of this thesis was to develop a new concept to apply anti-corrosion fluid to cylinder heads without losing any valuable time or risk employees health.

The concept was created by open minded thinking as far as possible. Still, the theoretical base of concept design was not forgotten, and physical and financial facts were considered.

The result of this thesis was a concept that serves the stakeholders included in the W32 cylinder head anti-corrosion process, and a list of complete output data needed in machine designing.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	8
2	WÄRTSILÄ OYJ ABP	9
	2.1 Wärtsilä Services	9
	2.2 Wärtsilä Finland Oy, FS Runsor WS	9
	2.3 W, -ja Vasa tyypin moottorien Sylinterikannet	Error! Bookmark not defined.
	2.4 W32 Sylinterikansien kokoonpanolinjan volyymit	10
	2.5 Sidosryhmien vaikutukset projektiin	11
3	OHJELMISTOT	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
	Siemens NX10.0	21
4	KORROOSIO	12
	4.1 Korroosio	12
	4.2 Korroosion tilapäinen ehkäiseminen.....	13
	4.3 Korroosio varastoinnin ja kuljetuksen aikana.....	13
5	RUOSTESUOJAUKSEN KEHITTÄMINEN	15
	5.1 Sylinterikansien korroosionestomenetelmät	15
	5.2 Korroosionestoon käytettävät kemikaalit	16
	5.3 Korroosionestokemikaalin vaikutus käyttöympäristössä.....	17
	5.4 Lyhyen tähtäimen kehitysprosessi	19
	5.5 Pitkän tähtäimen kehitysprosessi	20
6	KONSEPTIEN VALIDOINTI	21
	6.1 Konseptien suunnittelu.....	21
	6.2 Konsepti 1, riiputusratkaisu	22
	6.3 Konsepti 2, rullarataratkaisu	23
	6.4 Konsepti 3, teline kiskoilla	25
	6.5 Yhteenveto konsepteista	26
7	LAITTEEN TEKNISET VAATIMUKSET	27
	7.1 Anturit ja kytkimet	27

7.2	Konstruktio	27
7.3	Suojanesteen ruiskuttaminen kappaleen pintaan	28
7.4	Laitteen toimintojen ohjaus.....	28
7.5	Laitteen toimintakaavio	29
7.6	Laitteen ohjattavat komponentit	30
7.7	Laitteen toimintojen toteutumisehdot	31
7.7.1	Laitteen anturointi	31
7.7.2	Siirtoliike kitaan	31
7.7.3	Suojanesteen ruiskutus	32
7.7.4	Höyryjen poisto.....	32
7.7.5	Kappaleen siirtyminen radan loppuun ruiskutusvaiheen jälkeen	32
7.7.6	Telineen siirtyminen takaisin lähtöpisteeseen.....	33
7.7.7	Manuaalinen telineensiirto eteen/taakse	33
8	YHTEENVETO	34
	LÄHTEET.....	35

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. WFI-S Sylinterikansilinjoiden volyymit.....	11
Kuva 2. Suojauksessa käytetty paineruisku.....	16
Kuva 3. Sylinterikansilinjoiden suojanesteen valuma-allas.	18
Kuva 4. Suojanesteen liukastama lattia.	19
Kuva 5. Väliaikainen suojanesteen levityspaikka imuseinällä.....	20
Kuva 6. Konsepti 1, riiputusratkaisu.	22
Kuva 7. Konsepti 2, rullarataratkaisu.	23
Kuva 8. Sylinterikannen "vesimanttelin" kiinnityspultit.....	24
Kuva 9. Konsepti 3, telineteline kiskoilla.	25
Kuva 10. Ratastyyppinen öljypumppu.	28
Kuva 11. Anturien sijainnit laitteen konstruktiossa.	31

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

W32, -34, -20	Wärtsilän valmistama moottorityyppi, jossa kirjaimen jälkeinen numero kertoo sylinterin halkaisijan
Wärtsilä Vasa 32	Wärtsilän valmistama vanhempi moottorityyppi, jossa kirjaimen jälkeinen numero kertoo sylinterin halkaisijan
Nohab	Konkurssiin mennyt moottorinvalmistaja, jonka Wärtsilä osti 1970-luvulla.
HSE	health, safety and environment, työsujelusta vastaava yksikkö Wärtsilässä
CAD	computer aided design, tietokoneavusteinen suunnittelu
CAM	computer aided manufacturing, tietokoneavusteinen valmistus
CAE	computer aided engineering, tietokoneavusteinen laskenta
PLM	product lifecycle management, tuotteen elinkaaren hallinta
Vesimantteli	Vasa32-sylinterikannen pohjassa sijaitseva valuosa, jonka kautta jäähdytysvesi kulkee sylinterikannesta sylinteriholkkiin

1 JOHDANTO

Työssä kartoitettiin W32-varaosasyliinterikansilinjan ruostesuojauksen kehittämiseen vaadittuja lähtötietoja sekä sidosryhmien asettamia tarpeita ja toiveita.

Tällä hetkellä komponenttien korroosionesto on tapahtunut mekaanisesti ruiskuttamalla korroosiolta suojaavaa liuotinpohjaista ISOTECT 377 -kemikaalia sylinterinkansien päälle mekaanisella paineruiskulla käsin. Prosessia on kehitetty viimevuosina laittamalla eräänlainen valuma-allas suojattavana olevan kohteen alle, jonne ylimääräinen suojaneste pääsee valumaan.

Kokoonpanolijalla käytössä oleva prosessi on vanhanaikainen sekä terveydelle haitallinen johtuen suojanesteen haitallisista kemikaaleista. Suojauksen aikana kemikaalit päätyvät työntekijöiden iholle, hengitysilmaan sekä kiinteistön seinä- ja lattiapinnoille aiheuttaen erinäisiä vaaratilanteita ja terveyshaittoja.

Tavoitteena oli kehittää toimiva, sekä sidosryhmiä parhaiten palveleva konsepti siitä, millainen ruostesuojausprosessin sekä laitteen tulisi olla. Tavoitteena oli myös suunnitella konsepti siten, että se olisi mahdollisimman turvallinen ja silti tuotannollisesti tehokas.

2 WÄRTSILÄ OYJ ABP

Wärtsilä on kansainvälisesti johtava älykkään teknologian ja kokonaislinkaariratkaisujen toimittaja merenkulku- ja energiamarkkinoilla. Wärtsilä maksimoi asiakkaiden alusten ja voimalaitosten ympäristötehokkuuden ja taloudellisuuden keskittymällä kestäviin innovaatioihin, kokonaishyötysuhteeseen ja data-analytiikkaan. Vuonna 2017 Wärtsilän liikevaihto oli 4,9 miljardia euroa ja henkilöstömäärä noin 18.000. Yrityksellä on yli 200 toimipistettä yli 80 maassa eri puolilla maailmaa. Wärtsilän osakkeet on listattu Nasdaq Helsingissä. /1/

2.1 Wärtsilä Services

Wärtsilä Services tukee elinkaaripalveluita tarjoamalla asiakkaidensa liiketoimintaa – aina ja kaikkialla. Wärtsilä tarjoaa toimialan laajimman palveluvalikoiman sekä merenkulku- että voimantuotantoalan yrityksille. Ratkaisut kattavat kaiken varaosista ja teknisestä huollosta asiakkaiden laitteiden tai laitosten elinkaaren maksimointiin, hyötysuhteen kasvattamiseen ja suorituskyvyn takaamiseen turvallisesti, luotettavasti ja ympäristöystävällisesti. /1/

2.2 Wärtsilä Finland Oy, FS Runsor WS

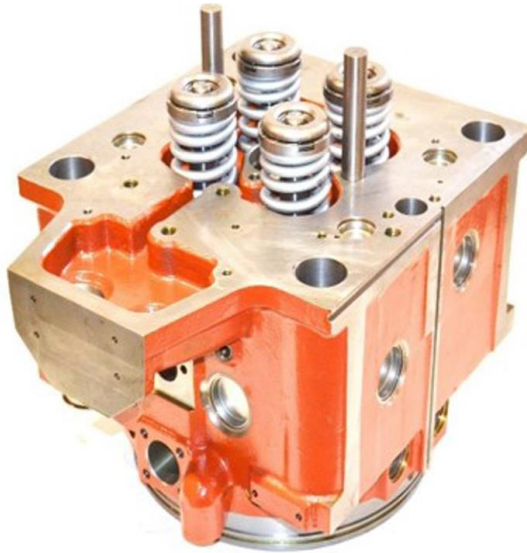
Toimipisteen päätoimialat ovat:

1. Polttomoottorikomponenttien huolto ja kunnostus, sekä uusien komponenttien (mm varaosasynterikannet) valmistus.
2. Polttomoottoreiden kunnostus ja uusien varaosalohkojen valmistus.
3. Polttomoottorin tehonsäätimien kunnostus ja uusien valmistus. /2/

2.3 W- ja Vasa-tyyppin moottorien sylinterikannet

Wärtsilä- sekä Vasa-tyyppin sylinterikansien keskeisenä yhteisenä tekijänä on kaksi imuventtiiliä ja kaksi pakoventtiiliä. Sylinterikannen konstruktio ei ole niin sanotusti läpihengittävä, sillä pakokaasut ja ahtimien tuottama paineistettu ilma kulkee moottorin palotilaan sylinterikannen samalta puolelta. Sylinterinkannet koneistetaan valuteräsaihoista. Suojauksen kannalta keskeisessä asemassa ovat

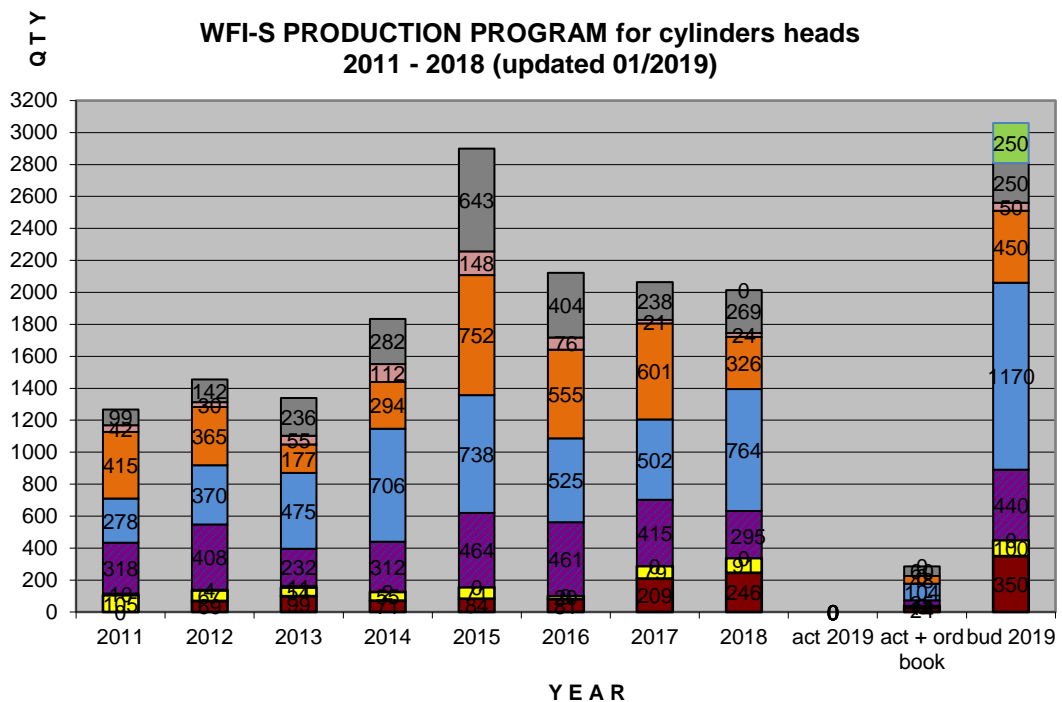
sylinterikannen käsittelemättömät koneistetut valupinnat. Sylinterikansivalut maalataan ennen koneistusvaihetta, mutta koneistuksen jälkeen maalausta ei voida suorittaa sylinterikannen tiivistepintojen vuoksi. Sylinterikannen venttiilit ovat valmistettu erikoisteräksestä, joten kyseisten komponenttien korrosio ei ole normaaliolosuhteissa mahdollista.



Kuva 1. W32-Sylinterikansi.

2.4 W32-Sylinterikansien kokoonpanolinjan volyymit

FS Workshopin varaosasynterikansien kokoonpanolinjalla valmistetaan päätuotteena W32-, W34- ja W20-moottorityypin sylinterikansia. Linjan repertuaariin kuuluu myös vanhemman sukupolven Vasa 32- sekä Vasa 22 -moottorityypin sylinterikannet. Myös joitain kappaleita Wärtsilä 24- sekä Nohab-moottoreiden kansia on valmistettu. Isommat sylinterikannet kuten W46 ja 50DF valmistetaan samoissa tiloissa, mutta toisella tuotantolinjalla. Eri kansien volyymit lueteltuna taulukossa (Kuva 2).



Kuva 2. WFI-S-sylinterikansilinjosten volyymit.

2.5 Sidosryhmien vaikutukset projektiin

Ratkaisua kansien ruostesuojauksen haasteisiin lähdettiin toteuttamaan HSE-osaston aloitteesta. HSE-muodostuu sanoista health, safety, environment, jotka tarkoittavat terveydestä, turvallisuudesta, ja ympäristöstä huolehtivaa osastoa. Osaston vaatimukset ja mielipiteet otettiin huomioon projektin vaiheissa, ja tämän osaston henkilöiden mielipiteillä oli korkea painoarvo työntekijöiden turvallisuuden takaamiseksi. Suojattavien kappaleiden kokonpanolinjalla työskentelevien henkilöiden kanssa käytiin keskusteluja erilaisista konsepteista ja asentajat saivat mahdollisuuden esittää omia ajatuksiaan asian tiimoilta. Myös osaston työnjohto sekä osaston johtaja ottivat kantaa ratkaisumalleihin. Kyseisten tahojen tarjoamien tietojen sekä mielipiteiden pohjalta voitiin muodostaa selkeä kuva, mitä seikkoja on otettava huomioon, jotta ratkaisu on mahdollisimman optimoitu tähän käyttötarkoitukseen. Kaikkien sidosryhmän jäsenten yhteisenä teesinä oli saada suojanestehöyryt pois hengitysilmaasta sekä lattiatason puhtaus pysymään hyvänä pidempään.

3 KORROOSIO

3.1 Korroosio

Teräksiin kohdistuvaa korroosiota nimitetään puhekielessä yleisesti ruostumiseksi. Korroosiolla tarkoitetaan metallien syöpymistä ympäristöolosuhteiden vaikutuksesta. Syöpyessään metalli hapettuu, eli luovuttaa elektroneja. Rauta-atomien hapettuminen voidaan esittää reaktiona, jossa metallinen rauta muuttuu vesiliukoisiksi ioneiksi:



Hapettumisessa vapautuvat elektronit täytyy saada ”pois tieltä”, jotta reaktio voi jatkua. Ylimääräiset elektronit kuluvat pelkistysreaktioissa. Pelkistyminen on elektronien vastaanottamista. Esimerkiksi happea sisältävä vesi voi pelkistyä hydroksidi- eli OH^- -ioneiksi:

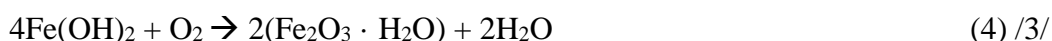


Sekä hapettuminen että pelkistyminen voivat tapahtua samalla metallipinnalla sen eri kohdissa. Syöpyvää, eli hapettuvaa pinnan kohtaa kutsutaan anodiksi ja pintaa, jolla pelkistyminen tapahtuu, katodiksi. Metallit johtavat sähköä, joten elektronit pääsevät siirtymään anodialueilta katodialueille. Elektronien lisäksi korroosiossa syntyy ioneja (esimerkiksi Fe^{2+} ja OH^-). Jotta korroosio voi edetä, näiden ionien täytyy siirtyä pois pinnoilta. Siirtyminen on mahdollista, kun pinnoilla on nestettä eli elektrolyyttiä, johon ionit voivat liueta. Elektrolyytinä voi toimia esimerkiksi ilmasta tiivistyvä kosteus tai kostea maaperä. Syöpyvä anodipinta ja katodipinta ovat sähköä johtavassa yhteydessä toisiinsa sekä metallin että nesteliuoksen välityksellä. Yhdessä nämä muodostavat suljetun virtapiirin, ja siten korroosioon liittyy aina elektronien liike eli sähkövirta. Korroosio on sähkökemiallinen tapahtuma.

Varsinaisen sähkökemiallisen reaktion lisäksi korroosion seurauksena tapahtuu usein myös kemiallisia reaktioita. Tällainen on esimerkiksi rauta- ja hydroksidi-ionien reaktio, jossa syntyy rautahydroksidia:



Tämä voi edelleen reagoida hapen kanssa, jolloin muodostuu kidevedellistä rautaoksidia Fe_2O_3 eli ruostetta:



3.2 Korroosion tilapäinen ehkäiseminen

Tilapäisen korroosioneston aikaansaamiseksi tavallisin toimenpide on suojata pinta kalvon muodostavalla korroosionestoaineella. Korroosionesto saadaan aikaan mineraaliöljyistä, rasvoista, vahoista, bitumista, vaseliinista tai muovista muodostuvalla kalvolla, joka vaikeuttaa kosteuden, hapen ja epäpuhtauksien pääsyä metallipinnalle. Korroosionestokykyä voidaan parantaa lisäämällä aineisiin korroosionestoinhibiittejä. Ohuen ja tasaisen kalvon aikaansaamiseksi käytetään liuottimia, jotka helpottavat korroosionestoaineen levittymistä. Liuottimena voidaan käyttää esim. lakkabensiiniä tai muuta orgaanista liuotetta. Vettä syrjäyttäviä aineita lisätään, jotta aineiden levitys myös kosteille pinnoille olisi mahdollista. Korroosionestoaineissa on myös neutraloivia aineita, joita käytetään sitomaan korroosiota aiheuttavia aineita, kuten suoloja tai heikkoja happoja. /4/

3.3 Korroosio varastoinnin ja kuljetuksen aikana

Kuljetuksen ja varastoinnin aikana huomiota on kiinnitettävä komponenttien pakkaamiseen ja metallipintaa lähellä olevaan ympäristöön, ns. mikroilmastoon. Lämmittämättömissä huoneistoissa ilmasto seuraa ulkoilmastoa. Lämmitetyissä tiloissa ulkoilmaston vaihtelut tasaantuvat, jos sisä- ja ulkolämpötilan välinen ero voidaan pitää suurempana kuin 6–8 astetta. Kesäkuukausina tämä on haasteellista, mistä seuraa ilman suhteellisen kosteuden nousu ja korroosioherkkyyden kasvu. Pakkauksen ilmasto noudattaa ympäröivää ilmastoa, jos ilmanvaihto on hyvä. Jos kyseessä on tiivis pakkaus, sen ilmasto riippuu suurelta osin pakkausmateriaalista,

joka voi olla kosteutta imevää, hygroskooppista, kuten kaksikerroksista paperia, aaltopahvia, kartonkia tai puuta.

Mikroilmastoon vaikuttaa myös se, synnyttääkö pakkausmateriaali tai itse komponentti orgaanista korroosiota aiheuttavia kaasuja, kuten esimerkiksi fenoleja, formaldehydiä, muurahaishappoa, sitomatonta etikkahappoa. Pakkausmateriaalina käytetty esim. valkaistu tai valkaisematon paperi voivat sisältää klorideja tai sulfaatteja, jotka voivat omalta osaltaan aiheuttaa korroosiovaurioita. Vakavimmat korroosiovauriot syntyvät kuitenkin veden tiivistyessä komponenttien pinnalle. Näin voi käydä, jos pakataan kylmää tavaraa ja pakkaus lämpenee kuljetuksen aikana, jolloin hygroskooppinen pakkausmateriaali luovuttaa vesihöyryä. Tiivistyminen tapahtuu komponentin pinnalle, koska sen lämpötila muuttuu hitaammin. Ja mitä suuremmasta komponentista on kyse, sen suurempi on tiivistymisen riski. Tiivistymistä voi tapahtua myös lämpötilojen merkittävästi alentua, koska tällöin suhteellinen kosteus nousee. Pakkausmateriaali voi aluksi adsorboida osan vedestä, mutta ajan kuluessa vesi tiivistyy myös komponentin pinnalle. Vettä hylkivän materiaalin, kuten muovin, käyttö nopeuttaa veden tiivistymistä tuotteen pinnalle. Erityisesti pitkissä kuljetuksissa, joissa lämpötilojen vaihtelut voivat olla suuria, muovipakkauksiin on havaittu kertyneen suuria määriä vettä. Vesi voi päästä sisään mikrohuokosten kautta tai huonoista sulatussaumoista.

Auto- ja junakuljetuksissa pakkaamattoman komponentin kannalta ilmasto voidaan verrata lämmittämättömiin sisätiloihin. Pakatun komponentin ilmaston määrää käytetyn pakkausmateriaalin kosteuspitoisuus. Mitä lyhyempi kuljetus, sen kohtuullisempi suojakäsittely vaaditaan. Merikuljetuksissa pakkaamattomat osat ja ilmastoidut pakkaukset kannelle lastattuina joutuvat alttiiksi ulkoilmastolle, jonka suhteellinen kosteus voi nousta 80 %:iin. Ulkoilmasto vaikuttaa vain tietyissä määrin laivan ruumassa vallitsevaan ilmastoon. Ratkaisevia tekijöitä ovat ilman kosteuspitoisuus lastaustilanteessa, meren lämpötila ja ilmanvaihto-olosuhteet. Lämpötilan laskiessa kasvaa kosteuden tiivistymisen vaara. Ilmastoimattomissa pakkauksissa ja konteissa ilmasto määräytyy suureksi osaksi hygroskooppisten pakkausmateriaalien mukaan. Ne tasaavat suhteellista kosteutta, mutta voimakkaat lämpötilan laskut lisäävät kosteuden tiivistymistä. /5/

4 RUOSTESUOJAUKSEN KEHITTÄMINEN

4.1 Sylinterikansien korroosionestomenetelmät

Kyseisten komponenttien ruostesuojauksessa on testattu VCI-korroosionestopusseihin pakkaamista ja korroosionestosteellä pinnoittamista manuaalisesti ruiskuttamalla. Ensimmäisen menetelmän haasteeksi todettiin se, että komponentin tullaussessa tai muussa tarkistuksessa korroosionestopussi avataan tarkastusta varten. Kun pussi avataan, sen korroosionesto-vaikutus heikkenee huomattavasti, jos pussia ei suljeta pian tarkastamisen jälkeen.

Suojanesteen mekaanisen levittämisen etuina mainittakoon se, että menetelmään eivät vaikuta komponentteihin tehtävät tarkistukset esimerkiksi tullissa. Menetelmä on myös suhteellisen nopea sekä edullinen. W32-sylinterikansien korroosionestomenetelmäksi onkin validoitu toistaiseksi käytössä oleva korroosionestonesteen levitys manuaalisesti.

4.2 Korroosionestonesteen levitys manuaalisesti

Korroosionestoaine kaadetaan pakkauksesta käsikäyttöiseen paineruiskuun, jonka nestesäiliöön työntekijä pumppaa laitteessa sijaitsevalla käsipumpulla ilmaa. Paineruiskun säiliöön kehitetyn paineen avulla suojanesteilmaseos alkaa virtaamaan paineruiskun alapäästä lähtevän letkun päässä olevasta suuttimesta kohti suojattavan komponentin pintaa. Paineruiskun toimintaa operoidaan painesäiliön alapäästä lähtevän kierreletkun loppupäässä olevasta käsikahvasta, jonka liike avaa sulkuventtiilin ja päästää paineistetun nesteen virtaamaan (Kuva 3).



Kuva 3. Suojauksessa käytetty paineruisku.

4.3 Korroosionestoon käytettävät kemikaalit

Korroosionestonesteenä käytetään toisteiseksi YTM-Industrial:in maahantuomaa Petrofer ISOTECT 377 -nestettä.

”On aivan sama ovatko kappaleet märkiä vai kuivia, ISOTECT 377 antaa luotettavan, pitkäaikaisen, läpinäkyvän ja huurunohuen suojakerroksen. Tuote tunkeutuu metallin pinnalla olevan pora, -tai hiontanesteen alle antaen samalla suojaavan kerroksen pinnalle. Monimutkaisten kappaleiden kaikki kolot ja kulmat tulevat peitetyksi ja suojatuksi ISOTECT 377:n erinomaisen tunkeutumiskyvyn ansiosta ja esiintyvä kosteuden irrotetaan kappaleesta. Kappale voidaan kastaa, penslata tai suihkuttaa. ISOTECT 377 tuotesuunnittelussa on ollut kriteerinä työsuojelu ja turvallisuus. Tuote ei ole myrkyllinen”/6/

Kuitenkin tuotteen käyttöturvatiedotteessa todetaan, että tuoteriskeet voivat ärsyttää silmiä ja ihoa. Tuotteen toistuva ja pitkäaikainen ihokosketus voi aiheuttaa ärsytysihottumaa. Tuote voi keuhkoihin joutuessaan aiheuttaa kemiallista keuhkokuumetta.

Luettelo tuotteen R-lausekkeista, vaaralausekkeista, S-lausekkeista ja turvalausekkeista

1. H315 Ärsyttää ihoa.
2. H319 Ärsyttää voimakkaasti silmiä.
3. H400 Erittäin myrkyllistä vesieliöille.

Käyttöturvatiiedotteessa mainitaan myös kemikaalin sisältävän teollisuusbenssiiniä 60–85 % (CAS/EY-numero 64742–48-9). /7/

Eli yhteenvetona suoja-aineessa on liuottimia yli 50 % ja näin ollen tuote on todella haitallinen hengitettynä ja ärsyttää ihoa. Haitallisten aineiden vuoksi kemikaali päätettiin vaihtaa 16.01.2019 pidetyssä kokouksessa vesipohjaiseen Dinitrol 977 -suojanesteeseen. Dinitrol 977 on osittain läpinäkyvä, vesipohjainen korroosionestoste. Tuote sopii esimerkiksi ajoneuvojen koteloihin, joissa ruostesuojausta tarvitaan. Tuote on vesiohenteinen, sillä on hyvä tunkeutumiskyky. Tuote muodostaa kuivumisen jälkeen vahamaisen kalvon käsiteltyyn pintaan. Käsitelty pinta kestää yli +120°C lämpötilan. Suojattu kappale ei aiheuta liuotinpohjaisille aineille tyypillistä hajua lämmitessään. /8/

Kuitenkin Dinitrol 977 sisältää 2-dimetyyliaminoetanolia, ja 1-(2-butoksia-1-metyylietoksia) -2-propanolia mutta vain 1-3%, jolloin hengityssuojainta ei tarvita. Tiiviisti suojatut suojalasit ovat kuitenkin käyttäjälle pakolliset, sekä tuote ärsyttää ihoa. /9/

4.4 Korroosionestokemikaalin vaikutus käyttöympäristössä

Kemikaalirekisteristä saatujen tietojen perusteella voidaan todeta, että ISOTECH 377 -nestettä ei ole missään nimessä suotavaa käyttää ilman kunnollisia suojarusteita, ja ilmanvaihtoa. Nykyisessä menetelmässä ei ole käytössä kohdepoistoa tai muutenkaan tehostettua ilmanvaihtojärjestelmää. Kyseinen ruostesuojauspiste on normaalissa konepajahallissa, kokoonpanolinjan yhteydessä. Komponentit suojataan yksi kerrallaan eräänlaisen valuma-altaan yllä (Kuva 4), jolloin osa levitettävästä korroosionestoaineesta päätyy huoneilmaan ja osa levitettävään kappaleeseen. Paineruiskusta kovalla nopeudella purkautuva öljysumu leviää tehokkaasti suojattavan komponentin pinnoille, mutta myös niille pinnoille, joille suojausta ei tarvita.



Kuva 4. Sylinterikansilinjan suojanesteen valuma-allas.

Kokoonpanolinjan työntekijä suorittaa korroosionestoprosessin kannen valmistuttua kokoonpanolinjalta. Suojavarusteiden jatkuva päälle-pois-pukeminen on koettu häiritseväksi tekijäksi kokoonpanolinjan muissa työvaiheissa, sekä myös komponenttien tiukka läpimenoaika hankaloittaa mahdollisten kertakäyttöisten suojahaalareiden käyttöä.

Liuottimen haju tehdasympäristössä aiheuttaa viihtyvyyshaittaa, sekä ilman kautta kulkeutuva suojattavasta komponentista ohi menevä suoja-aine tekee kokoonpanolinjan lattiatasosta liukkaan (Kuva 5). Tämä siis osaltaan lisää lattiatasojen puhdistukseen käytettävää aikaa, ja näin ollen kuluttaa arvokasta tuotantoaikaa. Suoja-aine kulkeutuu myös ilmaitse ohikulkevien henkilöiden hengityksen mukana keuhkoihin aiheuttaen altistuksen kemikaalin sisältämille haitallisille aineille. Myös puutteellinen työvaatetus saattaa altistaa työntekijän ihon kemikaalin haitallisille aineille ja lisätä ihon ärtynisyyttä. Kemikaalin vaihtuminen ISOTECT 377-öljystä Dinitrol 977 -vesipohjaiseen suoja-aineeseen vähentää huomattavasti käyttäjään kohdistuvia haittavaikutuksia, mutta se ei poista ympäristöön kohdistuvia muita vaaratekijöitä.



Kuva 5. Suojanesteen liukastama lattia.

4.5 Lyhyen tähtäimen kehitysprosessi

Ruostesuojauksen aiheuttaman välittömän terveyshaitan vuoksi sidosryhmän johtava taho päätti yhdessä tuotantolinjaa johtavan tahon kanssa ratkaista ongelman pyytämällä tarjouksen niin sanotusta imuseinästä. Imuseinä on imurilla varustettu metallinen kaappimainen rakenne, joka yleisimmin kiinnitetään lattiaan. Imurin aiheuttaman alipaine poistaa seinän läheisyydessä olevat kemikaalihuurut turvallisesti pois kyseisestä tilasta. Imuseinän toimitusaika on huomattavasti lyhyempi, kuin vaativamman automaatin, tai optimoidun suojauslaitteen toimitusaika. Tämä ratkaisu ei ole optimaalinen tuotannon tehokkuutta, työympäristön puhtautta, tai työergonomiaa ajatellen. Kuitenkin ratkaisu on huomattavasti parempi kuin nykyinen järjestelmä. Yrityksen tiloissa, toisessa päässä tuotantotilaa oli jo aiemmin hankittu imuseinä, jota alettiin käyttämään välittömästi suojanesteen levityspisteenä (Kuva 6). Tämä ratkaisu ei ole optimaalinen läpimenoaikaa ajatellen sillä suojattava komponentti täytyy siirtää manuaalisesti toiseen päähän tuotantotilaa ja takaisin.



Kuva 6. Väliaikainen suojanesteen levityspaikka imuseinällä.

Lisäksi tuotantolinjalla otetaan jo aiemmin esitelty vähemmän haitallinen suojauskemikaali Dinitrol 977 käyttöön. Kyseisten muutosten myötä tuotantolinjasta saadaan lyhyellä aikavälillä työsuojelun näkökulmasta hyväksyttävä. Asentajilta vaaditaan kuitenkin suojavälineiden käyttöä, sekä mekaanista työtä työvaiheen suorittamiseksi.

4.6 Pitkän tähtäimen kehitysprosessi

Sidosryhmien kanssa käydyissä neuvotteluissa on jo aikaisemmin todettu, että paras mahdollinen ratkaisu korroosioneston toteuttamiseen olisi suljettu kaappimainen ratkaisu, jonne käsiteltävä komponentti asetettaisiin suojauksen ajaksi. Laitteeseen asennettaisiin automatiikka, jonka avulla kemikaalia ruiskutettaisiin optimaalinen määrä. Lisäksi laitteessa tulisi olla katkaisimella toimivat ovien auki-kiinnikomennot, sekä automaattinen kappaleen liikkuminen laitteen kitaan. Laitteeseen tulisi liittää imuri, joka kuljettaisi kemikaalihöyryt suodattimien kautta ulkoilmaan.

5 KONSEPTIEN VALIDOINTI

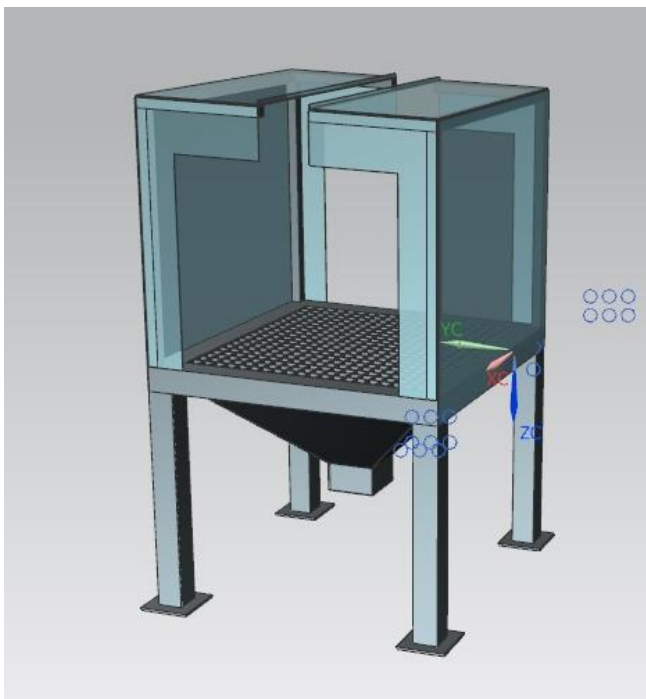
5.1 Konseptien suunnittelu

Konseptisuunnittelu lähti ajatuksesta, jossa työntelijän aikaa ei käytettäisi suojausvaiheeseen olleenkaan, tai mahdollisimman vähän. Toinen tärkeä seikka oli saada suojanesteen levitys suljettuun tilaan. Tämä ajatus vaati laitteen toiminnallisuudelta ja konstruktiolta paljon. Kyseisen linjan komponenttien valmistuskapasiteetin huomioiden liian automaattinenkaan ratkaisu ei ollut kannattava. Tavoitteeksi muodostuikin laite, jolla prosessi voidaan toteuttaa turvallisesti ja tehokkaasti automatiikan avustuksella. Mahdollisesta laitteen konseptista mallinnettiin kolme karkeaa konseptimallia. Kaikkia kolmea konseptia yhdistää kaappimainen läpivirtaava suljettu rakenne. Tähän konstruktion päädyttiin sen toiminnallisuuden ja yksinkertaisuuden vuoksi. Sidosryhmien kanssa keskusteltiin myös mahdollisesta yläpuolelta aukeavasta konstruktiosta, mutta käytön haastavuuden takia ajatus hylättiin. Konseptin 3D-mallinnus tapahtui Siemens NX10.0 ohjelmistolla.

5.2 Siemens NX10.0

Siemens NX on 3D-mallinnusohjelma, jossa on laaja skaala konesuunnittelussa tarvittuja ominaisuuksia. NX10.0 sisältää koneensuunnittelussa tarvittavat CAD/CAM/CAE PLM -ominaisuudet. Ohjelmistoa voidaan käyttää myös laitteiden konseptisuunnitteluun tietyin rajoituksin. Ohjelmistolla luodaan 3D-malleja käyttäjän määrittämien piirteiden ja mittojen perusteella.

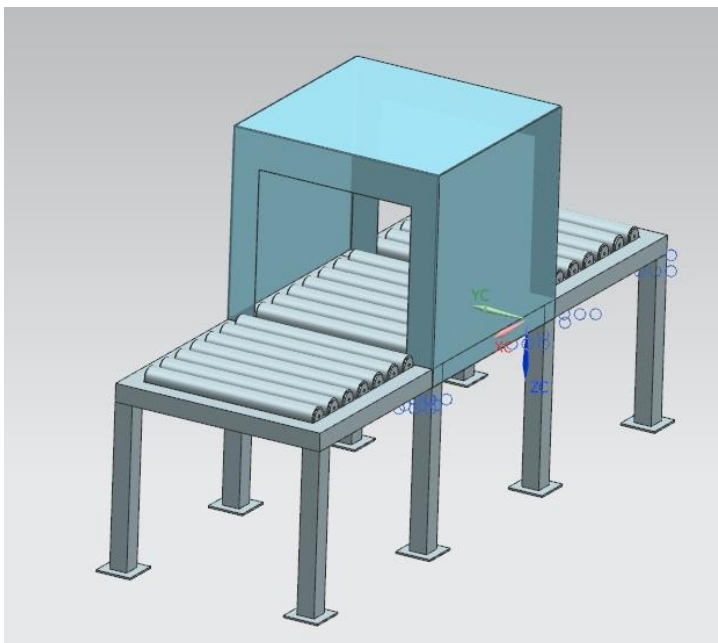
5.3 Konsepti 1, riiputusratkaisu



Kuva 7. Konsepti 1, riiputusratkaisu.

Ensimmäisessä konseptissa suojattava komponentti pidettäisiin komponentin nostotyökalussa kiinnitettynä, ja vietäisiin lineaarisella liikkeellä laitteen kitaan suojattavaksi kokoonpanolinjan kattonostinta apuna käyttäen. Laitteen suurin etu on edullisuus, sekä yksinkertaisuus. Laite ei vaadi kovin laajaa ohjausjärjestelmää eikä mekaanisia laite-elimä suhteessa muihin konsepteihin. Hyvänä puolena mainittakoon myös yksinkertaisuuden tuoma erittäin korkea toimintavarmuus. Konseptin suurimmaksi haasteeksi osoittautui kattonostimen varaus suojausvaiheeseen suojauksen ajaksi. Linjan nostinkapasiteettia ei voida nykyisillä resursseilla kasvattaa, joten nostimen käyttö suojausprosessin aikana heikentäisi linjan tehokkuutta. Konsepti voisi olla toimiva pienempien kappalemäärien tuotantolinjalla (Kuva 7).

5.4 Konsepti 2, rullarataratkaisu



Kuva 8. Konsepti 2, rullarataratkaisu.

Toisessa konseptissa suojattava sylinterikansi laskettaisiin rullaradan päälle, jonka motorisoidut rullat kuljettaisivat suojattavan sylinterikannen laitteen kitaan. Rullarata kulkisi lineaarisesti laitteen läpi ja jatkuisi laitteen kidan ulkopuolelle (Kuva 8). Konseptin suurena etuna on helppo valmistettavuus standardikuljetinkomponenteista, sekä kannen koon vähäinen merkitys laitteen toimintaan. Laitte ei siis näin ollen vaadi erilaisia sovitekappaleita erilaisten kansityyppien suojaukseen. Rullarata tyyppinen ratkaisu olisi myös helppo käyttää, sillä kappaletta ei välttämättä tarvitse paikoittaa tarkasti rullaradalle.

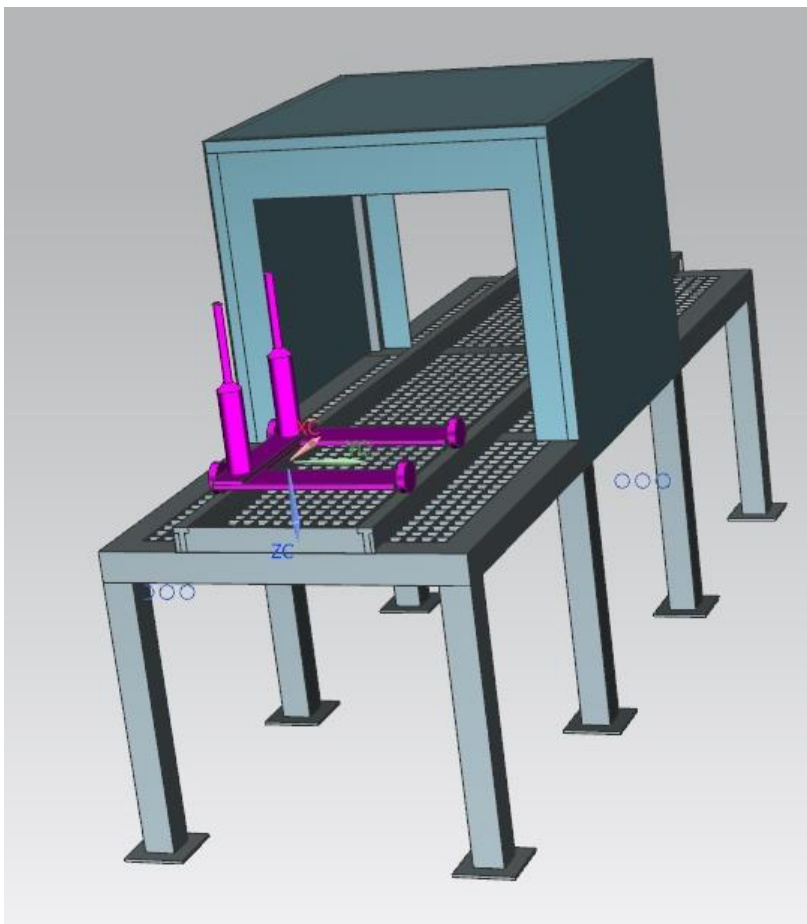
Sidosryhmien kanssa käydyissä keskusteluissa konseptin haasteeksi nousi välittömästi linjan tuottaman Vasa32-sylinterinkannen pohjassa olevat kuusiokoloruuvit, jotka pitävät ”vesimanttelin” kiinnitettynä (Kuva 9). Kuusiokoloruuvien esille jäävät kannat estävät kantta liikkumasta jouhevasti metallisten rullien päällä, jollei ruuvien tai kannen alle suunnitella esimerkiksi levyä, johon on tehty upotukset pulttien kantojen kohdalle. Toinen haaste konseptissa on suojausnesteen aiheuttama kitkan vähentyminen rullien ja komponentin pintojen välissä. Jos kitka ei riitä, voi suojattava sylinterinkansi jäädä

paikoilleen, vaikka motorisoidut rullat pyörisivät. Kolmas konseptin haaste ilmenee suojanestekalvon yhtenevyydessä. Jos sylinterikannen suojattava alapinta on pöydän kuljetinrullia vasten, saattaa suojanestekalvo jäädä vajaaksi.



Kuva 9. Sylinterikannen "vesimanttelin" kiinnityspultit.

5.5 Konsepti 3, teline kiskoilla



Kuva 10. Konsepti 3, teline kiskoilla.

Konseptin kantavana ajatuksena oli suunnitella laitteen tasolle teline, johon kunkin tyyppisen sylinterikannen voi laskea, ja näin sylinterikannen alapinta jää ilmaan. Teline liikkuisi kiskoja pitkin ketjun tai asentajan työntövoiman avulla laitteen kitaan. Konseptin etuna havaittiin se, että laite ei vaadi asentajalta valvontaa ja silti konstruktion on suhteellisen yksinkertainen (Kuva 10). Laite ei myöskään vaadi nostimen käyttöä muussa kuin lastaus- ja purkuvaiheessa. Telineen on oltava helposti muunnettavissa suojattavan kappaleen mukaan, tai vaihtoehtoisesti telineitä tulee olla useampia eri kansityyppjä varten.

Konstruktion etuna käyttö ilman jatkuvaa valvontaa. Kun kansi on laskettu telineelle, voisi asentaja laittaa laitteen siirtämään kantta kohti kita ja siirtyä muihin työtehtäviin. Tämä vaatii tietysti panostusta turvajärjestelmän

kehittämiseen, jotta laite täyttää toimiessaan sille asetetut turvallisuusstandardit. Konsepti on myös riittävän yksinkertainen ja kustannustehokas kyseiseen käyttötarkoitukseen. Teline ei myöskään vaadi erillisiä ohjaimia kitaan, sillä laitteen kiskot ohjaavat lineaarisesti kappaleen oikeaan paikkaan. Konseptin etuna mainittakoon myös mahdollinen yhdistäminen muihin automaattisesti toimiviin tuotantolaitteisiin tulevaisuudessa.

Konseptin haasteeksi saattaa muodostua telineen suunnittelu riittävän toimivaksi eri kansityypeille, sillä kansien sarjat saattavat olla pieniä ja mallivaihtelu tiheää. Haasteeksi mainittakoon myös automaattisen toiminnan vaatima laitteen kitojen ja ahtaiden välien suojaus, jotta asentaja voi työskennellä laitteen ympärillä riskittömästi.

5.6 Yhteenveto konsepteista

Kolmesta konseptista valittiin parhaaksi vaihtoehdoksi tähän käyttötarkoitukseen 3.konsepti, teline kiskoilla. Kyseinen konsepti erottui muista edukseen automaation ja automaattisen toiminnan mahdollisuuksien ansiosta. Konseptia on mahdollista hyödyntää myös tulevaisuuden korroosionesto prosesseissa sen laajojen kehitysmahdollisuuksien ansiosta.

6 LAITTEEN TEKNISET VAATIMUKSET

6.1 Anturit ja kytkimet

Induktiiviset anturit tunnistavat vain metallisia kappaleita. Anturin toiminta perustuu anturin tuntopään luoman magneettikentän vaimenemiseen. Tämän takia anturin sisällä olevan kelan virta pienenee ja anturin elektroniikka muuttaa virtamuutoksen on-ei-tiedoksi. Tämän anturityypin tuntoetäisyydet vaihtelevat tyypillisesti 0,5 mm:stä aina 150 mm:iin saakka. Anturin elektroniikkapiiri on valettu epoksipohjaiseen massaansa yleensä metallisen rungon sisään.

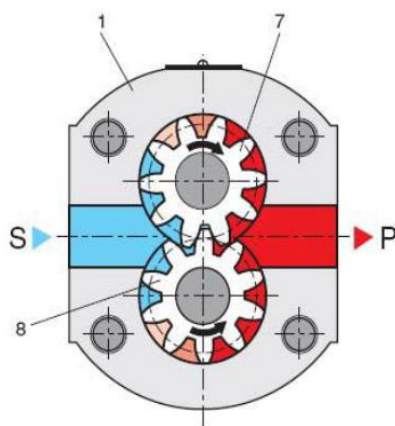
Kapasitiivinen anturi reagoi lähes kaikkiin materiaaleihin. Anturin kehittämä sähkökenttä heikkenee, jos siihen tuodaan materiaa. ”Anturin runko ja tuntopää muodostavat yhdessä kondensaattorin, jossa ilma toimii eristeenä. Esineen lähestyessä anturia kondensaattorin kapasitanssi ja anturin sisällä olevan oskillaattorin taajuus muuttuvat.” Anturin lähtösignaali on kyllä-ei-tyyppiä, ja anturin tuntoetäisyys on asteltavissa. /10/

6.2 Konstruktio

Laitteen konstruktion tulee olla öljysumun luonteen vuoksi suljettu käyttötilanteessa. Konstruktion on myös vastattava sidosryhmien valitsemaa parasta mahdollista konseptia. Konstruktion on myös oltava huoltoystävällinen, sekä riittävän yksinkertainen, jotta asentajat voivat suorittaa tarpeen vaatiessa tavallisimmat huoltotoimenpiteet itse. Rungon, sekä peruskomponenttien materiaaliksi sopii varmasti edullisuutensa vuoksi S355-rakenneteräs, tai jopa S235-rakenneteräs. Pintamateriaalina voidaan käyttää joko alumiinilevyä tai teräslevyä. Alumiinilevyn etuna on keveys, ja sitä ei myöskään tarvitse välttämättä pintakäsitellä ollenkaan. Konstruktion on kestävä linjan tuottaman painavimman sylinterikannen paino, joka on 34SG, täysin varustein 470 kg. Laitteen kidat voidaan sulkea joko käyttämällä perinteistä paineilmatoimista ylöspäin aukeavaa levymallista ovea, tai vastaavasti metallista rullaverhoa.

6.3 Suojanesteen ruiskuttaminen kappaleen pintaan

Korroosionesto nesteen ruiskuttaminen suojattavan kappaleen pinnalle vaatii nesteen paineistuksen. Jotta laitteen mahdollista vikaherkkyyttä voidaan laskea, on syytä pitää järjestelmä mahdollisimman yksinkertaisena. Suojaneste voidaan paineistaa joko paineilman avulla kuten nykyisessä manuaalisessa paineruiskussa. Tai vaihtoehtoisesti paine voidaan kehittää jonkin tyyppisellä suojanesteitä kestäväällä pumpulla, kuten esimerkiksi ratasöljypumpulla (Kuva 11) tai lamelliöljypumpulla. Pumpun pyörimisliike toteutetaan perinteisesti vaihtovirtasähkömoottorin välityksellä.



Kuva 11. Ratastyyppinen öljypumppu.

Paineistettu öljy ohjataan putkistoja pitkin metallisiin suuttimiin, jotka hajottavat öljyn hienojakoiseksi sumuksi. Nesteen virtausta ohjataan kytkemällä, ja katkaisemalla painepumpun ohjausvirta.

6.4 Laitteen toimintojen ohjaus

Laitteen ohjaustoiminnot voidaan toteuttaa joko käyttämällä yksinkertaista sähköistä logiikkapiiriä, tai vaihtoehtoisesti tekemällä vaadittavat toiminnot relekytkennöillä. Laitteen ohjaus voidaan toteuttaa myös mekaanisilla pneumaattikkakomponenteilla, mutta tässä vaihtoehdossa kuluminen ja monimutkaisuus ovat haaste. Anturointia tai vaihtoehtoisesti mekaanista asennontunnistusta vaativat ainakin ovien tai rullaverhojen kiinni ja auki asennot.

Kannen paikoitus oikeaan kohtaan voidaan toteuttaa joko induktiivisella anturoinnilla, tai mekaanisilla vasteilla joihin kappale pysähtyy vasteiden ollessa yläasennossa. Vastetyyppistä ratkaisua sovellettaessa on otettava huomioon rakenteen kestävyys ja pitkäikäisyys painavia kappaleita liikuteltaessa nopeasti. Anturointia hyödyntämällä vastaavat haasteet vähenevät huomattavasti. Kannen siirtoliikkeen käynnistämisen edellytyksenä täytyy olla se, että käyttäjän molemmat kädet ovat pois laitteen kidasta, joten laitteen käynnistämiseksi on asetettava kaksi painiketta, joita molempia yhtäaikaisesti painamalla toiminto käynnistyy. Sama vaatimus toistuu myös rullaverhon tai oven sulkuliikkeeseen. Siirtoliikkeessä tulisi olla myös kuormantunnistava kytkentä, joka pysäyttää liikkeen, jos jokin mekaaninen vika tai muu asia estää kappaleen liikkumisen rataa pitkin.

Suojanestesäiliöön olisi syytä myös asentaa esimerkiksi kapasitiivinen anturointi, joka tunnistaa nesteen tasopinnan korkeuden. Tämä toiminto kertoo käyttäjälle, jos neste on pian loppumassa. Laitteessa on oltava hätäseis painike, joka pysäyttää laitteen liikkeen välittömästi vaaran uhatessa. Laitteeseen vaatii myös rajakytkimet, jotka tunnistavat, että kappale on radan alku-, tai loppupäässä. Laitteen ohjaus tapahtuu käyttäjähajonaisesti mekaanisten painonappien avulla. Vaaditut kytkimet ovat:

1. Kappale radan alkuun
2. Kappaleen manuaalinen siirto eteen/taakse
3. Suojauksen käynnistys
4. Seis
5. Hätäseis.

6.5 Laitteen toimintakaavio

Laitteen ovet ovat numeroitu siten että numerointi alkaa vasemmalta oikealle, kuten myös komponentin liike laitteen kitaan. Vasemmalta alkaen ensimmäinen ovi on ovi 1, ja taas kidan vastakkaisen puolen ovi on ovi 2. Anturoinnin numeroinnissa pätee sama logiikka, jolloin kappaleen lähtöpisteestä katsottuna lähtöpistettä lähimmäisenä oleva anturi on numero 1 ja seuraava anturi radan loppupäätä kohti siirryttäessä on numero 2 (Kuva 12).

Laitteen toimintojen käynnistämiseksi on laitteen hätäseis-painikkeen oltava käyttötilassa, ja laite on oltava kytkettynä sähköverkkoon. Kun käyttäjä aloittaa prosessin suorittamisen laitteella, kappale lasketaan telineeseen, jonka jälkeen ehtojen täytyttyä laite lähtee siirtämään komponenttia kohti laitteen kitaa. Komponentin saavutettua ensimmäisen paikoitusanturin ovi 1 lähtee sulkeutumaan automaattisesti. Kappaleen saavutettua toisen paikoitusanturinsa siirtoliike pysähtyy, ja suojanestepumppu käynnistyy. Suojanestepumpun pysähdyttyä poistopuhallin käynnistyy. Kun suojaus ja epäpuhtauksien poisto on suoritettu, kappale lähtee automaattisesti siirtymään kohti laitteen poistoaukkoa, ja laitteen ovi 2 saa avauskäskyn. Saman-aikaisesti poistopuhallin pysähtyy. Siirtoliike pysyy aktiivisena, kunnes kappale saavuttaa päätöspisteensä, jolloin liike pysähtyy ja ovi 2 jää auki. Käyttäjä poistaa suojatun kappaleen telineestä, sekä antaa laitteelle ohjauskäskyn painonapilla ”1.Kappale radan alkuun”. Tällöin tyhjä teline lähtee ehtojen täytyttyä siirtymään takaisin lähtöpisteeseensä. Tyhjän telineen saavuttua kidan paikoitusanturin 1 kohdalle ovi 2 saa sulkeutumiskäskyn. Kun teline saavuttaa molemmat paikoitusanturit, alkaa ovi 1 aukeamaan ja pysyy auki, kunnes suojauskierto alkaa alusta.

6.6 Laitteen ohjattavat komponentit

Laitteen komponentit, joita ohjataan mahdollisen logiikkapiirin käskyjen kautta ovat:

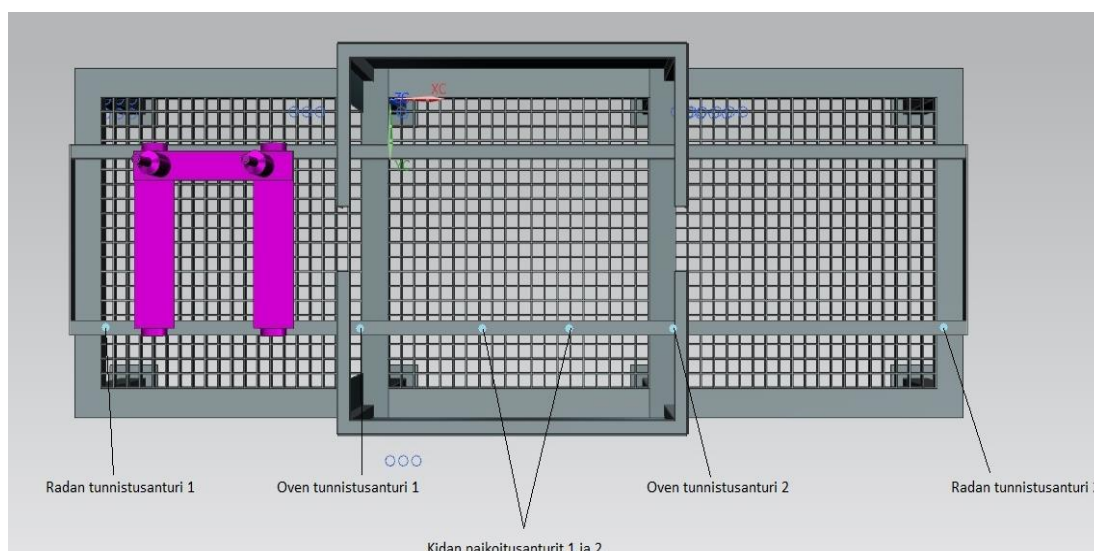
1. Ovi 1 ja 2 kiinni, sekä auki ohjaava liikekäsky.
2. Telineen siirtomoottorin eteen- tai taaksepäin pyörityskäsky.
3. Suojausnestepumpun sähkömoottorin pyörityskäsky.
4. Höyrynpöiston poistopuhaltimen käynnistyskäsky.

6.7 Laitteen toimintojen toteutumisehdot

6.7.1 Laitteen anturointi

Jotta laitteen ohjaus- ja käyttötoiminnot voidaan toteuttaa, tulee laitteeseen kiinnittää vähintään seuraavat anturit (Kuva 11):

1. Radan tunnistusanturit 1 ja 2, jotka tunnistavat onko teline linjan alku- tai loppupäässä.
2. Ovien tunnistusanturit 1 ja 2, jotka tunnistavat ovien kiinni ja auki asennon.
3. Kidan paikoitusanturit 1 ja 2, joiden avulla kannen paikoitus tapahtuu.



Kuva 12. Anturien sijainnit laitteen konstruktiossa.

6.7.2 Siirtoliike kitaan

Jotta suojattavaa kappaletta voidaan lähteä koneellisesti liikuttamaan koneen ulkopuolelta kohti laitteen kitaa, tulee seuraavien tunnistusehtojen täytyä:

1. Kitaa suojaava ovi 1 on yläasennossa
2. Molemmat käyttöpainikkeet ovat painettuina
3. Kuormantunnistava rele ei tunnista kasvanutta kuormaa moottorilta
4. Kidan paikoitusanturit 1 ja 2 eivät ole aktiivisena

5. Laitteen radan tunnistusanturi 2 ei saa olla aktiivisena.
6. Hätäseis ei ole painettuna
7. Käyttäjä on painanut suojauksen käynnistävää kytkintä.

Siirtoliikkeen ohjaus katkeaa, kun molemmat paikoitusanturit ovat aktiivisena.

6.7.3 Suojanesteen ruiskutus

Jotta suojanesteen ruiskutus voidaan aloittaa, tulee seuraavien ehtojen täytyä:

1. Laitteen radan tunnistusanturi 1 ja 2 eivät ole aktiivisena
2. Kitaa suojaavat ovet tai rullaverhot ovat suljettuina
3. Kidan paikoitusanturit 1 ja 2 ovat aktiivisena
4. Suojaustoiminnon aloittavaa käsikäyttöistä kytkintä on aikaisemmin painettu
5. Suojanestetaso on riittävä
6. Hätäseis ei ole painettuna.

6.7.4 Höyryjen poisto

Kemikaalihöyryjen poisto voidaan aloittaa kun:

1. Suojaus on päättynyt
2. Kidan paikoitusanturit 1 ja 2 ovat aktiivisena
3. Ovet 1 ja 2 ovat suljettuina
4. Hätäseis ei ole painettuna.

Höyryjen poisto pysähtyy, kun kidan paikoitusanturi 1 ei ole enää aktiivisena. Vaiheen kesto noin 30sekuntia suojauksen päätyttyä.

6.7.5 Kappaleen siirtyminen radan loppuun ruiskutusvaiheen jälkeen

Jotta kappaleen siirto voidaan laitteen radan loppupäähän aloittaa, tulee seuraavien ehtojen täytyä:

1. Kidan paikoitusanturit 1 ja 2 ovat aktiivisena
2. Radan tunnistusanturit 1 ja 2 eivät ole aktiivisena

3. Kitaa suojaava ovi 2 on avoinna
4. Ruiskutus ei ole käynnissä
5. Kuormantunnistava rele ei tunnista kasvanutta kuormaa moottorilta
6. Hätäseis ei ole painettuna.

Siirtoliikkeen ohjaukskäsky pysyy aktiivisena, kunnes radan tunnistusanturi 2 tulee aktiiviseksi tai kuormantunnistava rele havaitsee esteen. Liikkeen voi pysäyttää myös seispainikkeella tai hätäseis-painikkeella.

6.7.6 Telineen siirtyminen takaisin lähtöpisteeseen

Jotta teline saadaan radan alkupäähän, tulee seuraavien ehtojen täyttyä:

1. Ovi 1 ja ovi 2 ovat auki
2. Radan tunnistusanturi 1 ei ole aktiivisena
3. Kuormantunnistava rele ei tunnista kasvanutta kuormaa moottorilta
4. Hätäseis ei ole painettuna
5. Kappale radan alkuun kytkin on painettuna.

6.7.7 Manuaalinen telineensiirto eteen ja taakse

Jos laitteen automatiikka ei toteuta jostain syystä telineen siirtoa alku- tai loppupisteeseen, voidaan tämä toteuttaa käyttämällä manuaalista ohjausta telineen siirrossa. Jotta telineen siirtoliikettä voidaan ohjata manuaalisesti, tulee seuraavien ehtojen toteutua:

1. Kuormantunnistava rele ei tunnista kasvanutta kuormaa moottorilta
2. Hätäseis ei ole painettuna
3. Ovi 1 ja ovi 2 ovat auki
4. Suojauksen ohjaus ei ole aktiivisena
5. Eteen/taakse liikutuskytkin on painettuna.

7 YHTEENVETO

Yhteenvetona saatiin toimiva konsepti kyseisen suojausprosessin suorittamiseen. Työssä havaittiin myös hyviä ajatuksia, miten muilla tavoin linjan toimintaa voitaisiin kehittää. Sidosryhmien mielipiteet otettiin huomioon konseptia suunniteltaessa, ja tätä kautta päästiin kaikkia miellyttävään lopputulokseen. Kolmesta eri konseptista numero 3.teline kiskoilla valikoitui parhaaksi, josta tehtiin syvempi analyysi. Työssä käsiteltiin laitteen konseptin ohjausjärjestelmän perusteet sekä vaatimukset laitteen toimintojen toteutumiselle. Myös erilaisia konstruktion vaatimia anturointeja pohdittiin, ja työturvallisuustekijät otettiin huomioon laitetta suunnitellessa.

Yhteenvetona sidosryhmien asettamat tavoitteet saavutettiin loistavasti vastaamaan laitteen konseptin vaatimuksia. Sidosryhmien toivomaa laitteen valmista valmistuspiirustusta ei tässä työssä tehty, mutta koneensuunnittelulle luotiin hyvät lähtökohdat. Työn aikataulutuksen osalta olisi ollut parannettavaa, sillä aikataulut tehtiin monesti uusiksi työn edetessä. Jokaista ratkaisua ei punnittu opinnäytetyön tekijän kanssa, sillä sidosryhmän jäsenet tekivät suojausprosessiin liittyviä päätöksiä ilman, että ratkaisuja olisi yhdessä käsitelty. Tämä osaltaan asetti uudenlaisia haasteita projektin loppunsaattamiseen, mutta niistä selvittiin avoimien keskustelujen avulla.

LÄHTEET

- /1/ Tämä on Wärtsilä esite. Viitattu 7.11.2018.
<https://www.wartsila.com/fi/sijoittajat/raportit-presentaatiot/konserniesittelyt-ja-esitteet>
- /2/ Workshop-esittely. Wärtsilä Intranet. Viitattu 01.05.2019
- /3/ Teräsrakenneyhdistys, korroosio. Viitattu 12.05.2019.
<http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/151/8ac778e/korroosio.pdf>
- /4/ Korroosiokäsikirja. 2008. Kunnossapitoyhdistys ry. 4. painos. Helsinki. KP-Media Oy.
- /5/ Länsiluoto, J. 1980, 6-7. Korroosionesto varastoinnin ja kuljetuksen aikana. Suomen metalliteollisuuden keskusliitto.
- /6/ Isotect 377 Datalehti. Viitattu 12.05.2019.
https://www.ytm.fi/dokumenttipankki/teollisuuden_kunnossapito/Petrofer/Datalehdet/#wpfb-cat-19
- /7/ Isotect 377 Käyttöturvatieote. Viitattu 12.05.2019.
<https://www.ytm.fi/dokumenttipankki/kayttoturvatieotteet/Petrofer/#wpfb-cat-252>
- /8/ Dinitrol 977 Tekninen datalehti. Viitattu 12.05.2019.
<http://www.dinol.com/index.php/de/products/item/987-dinitrol-977-beige-1-1-12-p>
- /9/ Dinitrol 977 Käyttöturvatieote. Viitattu 20.01.2019.
<http://www.dinol.com/index.php/de/products/item/987-dinitrol-977-beige-1-1-12-p>
- /10/ Sihvonen, P., Pakarinen, M. 2004. Automaation anturit. Laboratoriotyöohje. Savonia AMK.