

Markus Heikkonen

ALIPAINETOIMINEN WC- JÄRJESTELMÄ JA SEN YLEISIMMÄT ONGELMAT

Opinnäytetyö

Merenkulun koulutusohjelma / merenkulkualan insinööri

Toukokuu 2016



KYAMK
University of Applied Sciences

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Markus Heikkinen	Merenkulkualan insinööri	Toukokuu 2016
Opinnäytetyön nimi		
Alipainetoiminen wc-järjestelmä ja sen yleisimmät ongelmat		40 sivua 3 liitesivua
Toimeksiantaja		
KYAMK / MERENKULUN TKI-PALVELUT		
Ohjaaja		
Lehtori Ari Helle		
Tiivistelmä		
<p>Tässä opinnäytetyössä esitellään laivoilla käytettävien alipainetoimisten wc-järjestelmien yksittäiset komponentit ja niiden tehtävät järjestelmän osana. Tarkoituksena oli kirjoittaa kattava selvitys, jonka avulla järjestelmien toimintaperiaatteen ja komponenttien väliset riippuvuudet ymmärtää selvästi. Selvitys kirjoitettiin sellaisesta näkökulmasta, että se tukisi mahdollisimman hyvin järjestelmiin liittyvää ongelmanratkaisua ja korjaus- sekä huoltotöitä. Koin selvityksen tarpeelliseksi, koska suomenkielistä opasta ei ole ollut saatavilla, eikä lähdemateriaaleissa ole selitetty helpoimpia vianetsintämalleja. Lähdemateriaalia on kerätty hieman laitevalmistajien oppaista, mutta valtaosa selvityksessä esitetystä tiedosta on työssä opittua käytännön kokemusta.</p> <p>Työ etenee loogisesti selvittäen ensin toimintaan liittyvät fysikaaliset ilmiöt ja kehityksen nykyaikaan, sen jälkeen yksittäiset komponentit, ja lopuksi esitetään yleisimpiä vikaskenaarioita ja korjausehdotuksia niihin. Fysikaaliset ilmiöt ovat kaikissa järjestelmissä samat, mutta komponenttikuvauksissa on keskitytty toisen sukupolven vakuumikoneikoihin ja Evacin 90/900-sarjaan.</p> <p>Opinnäytetyössä tuodaan esille huoltotöiden erottuvan yleensä komponenttikohtaisesti korjaavaan tai huoltavaan kunnossapitoon. Putkistojen ja vakuumikoneikoiden toimintavarmuus voidaan pitää hyvänä tekemällä niille vaadittavaa huoltotyötä, kun taas wc-istuinten koneikoiden kohdalla huolto on lähes poikkeuksetta korjaavaa. Erityisesti heikko ja epäsäännöllinen putkiston ylläpito lisää korjaustoimenpiteiden tarvetta. Wc-istuimen yksittäisten komponenttien vikatilanteiden todettiin ilmenevän useammalla eri tavalla, jolloin nopeassa huoltotyössä korostuu työntekijän kyky ymmärtää järjestelmän toiminta ja näin löytää viallinen komponentti. Myös laadukkaan dokumentoinnin tärkeyttä sekä säännöllisesti tehtävien huoltojen että poikkeustilanteiden kohdalla korostetaan.</p>		
Asiasanat		
Alipaine, wc, evac, saniteettitilat, toiletit, vessat, putkistot, ejektorit, vakuumi		

Author (authors)	Degree	Time
Markus Heikkonen	Marine technology	May 2016
Thesis Title		
Vacuum-operated toilets and their most common problems		40 pages 3 pages of appendices
Commissioned by		
KYAMK / MARITIME RDI - SERVICES		
Supervisor		
Ari Helle, Senior Lecturer		
Abstract		
<p>The objective of the thesis was to report the working principle of vacuum operated marine toilet systems and to describe the different components within the system and their interdependencies. The thesis was written to support the fault finding and problem solving involved as much as possible. There was need for such a report because there is no such Finnish material freely available, and even in the English manuals there are no clear troubleshooting instructions. Some source material was obtained from for example operational manuals, but the research is mostly based on work experience.</p> <p>The thesis begins with the description of the physical phenomena that enables the entire system and its different generations. Then all the most common components are introduced and described. Also, the most usual problem scenarios with the easiest ways to troubleshoot and remedy these situations are discussed. The physics behind all these systems are the same regardless of the manufacturer, but in this thesis the focus is on the second generation of vacuum generating units and the Evac 90/900 series.</p> <p>Whether the maintenance work related to these systems is divided into preventive or repairing maintenance is usually dependent on the component. The piping and vacuum generating units are usually very reliable if sufficient maintenance work is carried out and the work is then usually limited to preventive maintenance. Other components in the system don't usually need any preventive maintenance, but they may need repairing maintenance. Insufficient and irregular maintenance of the pipelines is the most common cause of problems and it may present itself in many different ways. Also, problems with individual components often have different symptoms. This is the reason why a thorough understanding of the entire system is extremely important when trying to troubleshoot it. A high level of documentation and reporting is also a key issue in having a good working system</p>		
Keywords		
vacuum, evac, wc, maintenance, sanitary, ejector, troubleshooting		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TOIMENTAPERIAATE JA LAITTEISTOJEN KEHITYS.....	7
2.1	Alipaineen teoria.....	7
2.2	Järjestelmien kehitys nykyaikaan.....	9
2.2.1	Ensimmäinen sukupolvi	9
2.2.2	Toinen sukupolvi	10
2.2.3	Kolmas sukupolvi	12
3	KOMPONENTIT	13
3.1	WC-istuin (engl. Toilet bowl).....	14
3.1.1	Painonappi (engl. Push button).....	15
3.1.2	Ohjelmakoneikko (engl. Control mechanism)	16
3.1.3	Huuhteluventtiili (engl. Discharge valve)	19
3.1.4	Vesiventtiili (engl. Water valve).....	20
3.1.5	Takaisku (engl. Mini check valve).....	21
3.1.6	Muut osat	22
3.2	Alipainekoneikko ja putkistot.....	23
3.2.1	Putkistot	23
3.2.2	Ejektori ja vakuuminlinjan takaisku	27
3.2.3	Pumput	30
4	VIANETSINTÄ.....	30
4.1	Painonapista painettaessa ei tapahdu mitään	32
4.2	WC-istuimeen tulee vettä, mutta malja ei tyhjene	33
4.3	Malja tyhjenee, mutta vettä ei tule	33
4.4	Pitkä viive painopin painalluksen ja toiminnan välillä	34
4.5	Tyhjennysventtiili jää auki tai vuotamaan.....	34
4.6	Vettä jää pönttöön huuhtelun jälkeen liian paljon tai liian vähän	35
4.7	WC-malja tyhjenee vain osittain tai heikosti.....	35
4.8	Muu poikkeuksellinen toiminta.....	36

5	AIKATAULUTETUT HUOLLOT JA DOKUMENTOINTI	36
5.1	Huolto-ohjelmat.....	36
5.2	Dokumentointi.....	37
6	YHTEENVETO	38
LIITTEET		
	Liite 1. Räjätyskuvia komponenteista	

1 JOHDANTO

Kaikissa uudisrakenteissa sekä lähes kaikissa vanhemmissa suomalaissa kauppalaivoissa wc-järjestelmät on toteutettu alipainetoimisella kokonaisuudella. Alipainetoimiset järjestelmät soveltuvat laivakäyttöön hyvin monesta syystä. Järjestelmän toiminta ei ole riippuvainen painovoiman vaikutuksesta, joka antaa joustavuutta esimerkiksi putkivetojen sijoituksille eikä merenkäynti haittaa virtausta. Nykytilanteessa laitteistot ovat myös helppoja huoltaa ja varaosia on nopeasti saatavilla ja helppo varastoidakin riittäviä määriä. Näiden järjestelmien vedenkulutus on myös hyvin pieni vesivessoihin verrattuna (vrt. julkistilojen minimirajoitus 6l / huuhtelu ja Evac 90 sarjan normaalikulutus 1,2 l / huuhtelu), jolloin myös putkikoko voidaan pitää pienenä. (Evac PC 1989, 1:123; Suomen rakentamismääräyskokoelma 2007, 47.)

Wc-järjestelmät ovat tärkeitä kaikissa laivoissa, mutta niiden toiminnan tärkeys korostuu eritoten risteilyaluksissa sekä muissa paljon matkustajia kuljettavissa aluksissa. On valtava imagokysymys, että matkustajien vessat toimivat moitteettomasti tai että vikatilanteet saadaan ratkaistua nopeasti niiden ilmettyä. Aihe on helposti asiakkaan mielestä hieman kiusallinen eikä huoltokohteenaakaan monelle niitä miellyttävimpiä. Nämä asiat voivatkin olla osasyynä siihen, että järjestelmät voivat helposti jäädä huonolle ylläpidolle.

Jokainen laivalla asiakkaanakin käynyt tietää, että wc-järjestelmä eroaa perinteisestä vesivessasta, mutta harvemmin järjestelmän toiminta tai huolto on selvää uudelle konehuonehenkilöstölle. Erittely uuden ja kokeneemman henkilöstön välillä on tässä merkittävä. Omien kokemuksien sekä työssä tapaamien harjoittelijoiden perusteella pystyi tekemään selvän havainnon, että tämä on niitä asioita, jotka kerrotaan pikaisesti koulussa, mutta jäävät käytännössä opittavaksi täysin työpaikalla. Parhaimmillaan järjestelmän eri osia pääsee korjaamaan tai vaihtamaan jo esimerkiksi harjoitteluiden yhteydessä, mutta toisinaan siltä välttyy täysin, ja vikatilanteita joutuu selvittämään vasta paikallisessa työssä, jolloin olisi jo tarpeellista tietää mitä tekee. Lisäksi ainakin vanhemmissa valmistajien ohjekirjoissa tarjotaan loppupeleissä hyvin vähän apua ja vianetsintään ja ongelmanratkaisuun. Tämän opinnäytetyön tarkoitus on koota kasaan opas, jonka lukemalla opiskelija tai asiasta muuten kiinnostunut

voi saada itselleen kuvan järjestelmän toimintaperiaatteesta ja sen yksittäisistä komponenteista sekä oppia tunnistamaan nämä komponentit. Jo näiden tietojen perusteella ongelmanratkaisu helpottuu paljon, mutta lisäksi työhön on eritelty yleisimpiä vikoja sekä keinoja ongelman kohdentamiseen ja korjaamiseen. Työ on jäsennetty kulkemaan kokonaisuutena, mutta vianetsintäosio on kirjoitettu sillä ajatuksella, että se toimii järjestelmän osia ja ideaa tietävälle myös erillään oppaana.

Järjestelmävalmistajia on olemassa lukuisia, joten kaikkia on käytännössä mahdotonta käydä läpi tässä yhdessä työssä. Olen päättänyt keskittyä Evacin 90/900-sarjojen järjestelmiin, koska heidän keksintönsä mahdollisti järjestelmien käyttöönoton isossa kaavassa laivakäyttöön. Evacin ostettua Electroluxilta vakuumi-wc-järjestelmät 1984, saavutti Evac monopoliaseman markkinoilla 1980-luvun loppupuolelle asti. Vielä 1990-luvun taitteessakin valmistetuissa laivoissa on lähes poikkeuksetta käytössä Evacin järjestelmät. Isoimpien valmistajien järjestelmät ovat kuitenkin pitkälti samanlaisia, joten ohjetta voi hyödyntää myös muiden valmistajien järjestelmissä. Painopiste opinnäytetyössä on hyttitiloissa tai niiden välittömässä läheisyydessä sijaitsevilla koneikoissa, mutta myös alipaineen muodostamiseen käytetyt, erityisesti toisen sukupolven koneikot, käydään myös kattavasti läpi. Kerätyn jätteen jatkokäsittely on rajattu tarkoituksella opinnäytetyön ulkopuolelle, ettei aihe kasva liian laajaksi. (Jets 2007, 11.)

Lähtökohtaisesti ajatuksena on kerätä opinnäytetyöhön hieman tietoa esimerkiksi järjestelmävalmistajien käyttö- ja huolto-ohjeista. Ulkopuolisten lähteiden määrän haluan pitää kuitenkin kohtalaisen pienenä, koska asiaan liittyvät käytökokemukset ovat selvityksessä keskeisessä osassa. Suurimman osan omasta tiedosta olen kerryttänyt toimiessani konevahtimiehenä ja saniteettikorjausmiehenä suomalaisilla matkustaja-aluksilla.

2 TOIMENTAPERIAATE JA LAITTEISTOJEN KEHITYS

2.1 Alipaineen teoria

Alipaine (engl. vacuum), eli vakuumi on ollut ilmiönä erittäin tutkittu jo satojen vuosien ajan. Alipaineella tarkoitetaan tilaa, jonka vallitseva kaasun paine on

ulkupuolista ilmanpainetta pienempi. WC-järjestelmissä ei ole koskaan pyritty lähellekään täydellistä vakuumia, koska sille ei ole tarvetta. Järjestelmässä on tarkoitus muodostaa riittävä paine-ero, jolla varmistetaan aineksen liikkuminen putkistossa. Paine, eli paine-ero, muodostuu kaavan 1 mukaisesti voiman F ja pinta-alan A suhteesta. SI-järjestelmän mukainen yksikkö paineelle on newton neliometriä kohti (N/m^2), eli pascal (Pa). Koska yksikkö Pa on pieni, käytetään puhekielessä ja alipainemittareissa yleisimmin sen kertalukua kilopascal (kPa), joka vastaa 0,1 baria, jolloin 100 kPa on 1,0 bar.

$$p = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Putkistossa ainesta liikuttavan voiman määrä voidaan esittää helpolla esimerkillä: Kuvitellaan yksinkertaistetusti järjestelmässä vallitsevaksi alipaineeksi -35 kPa eli -0,35 bar ympäröivästä ilmanpaineesta ja putken sisähalkaisijaksi 48 mm. Yhdistämällä kaavaan 1 ympyrän pinta-alan kaava ja valitsemalla sopivat yksiköt, voidaan ratkaista paine-eron muodostama voima kaavan 2 mukaisesti.

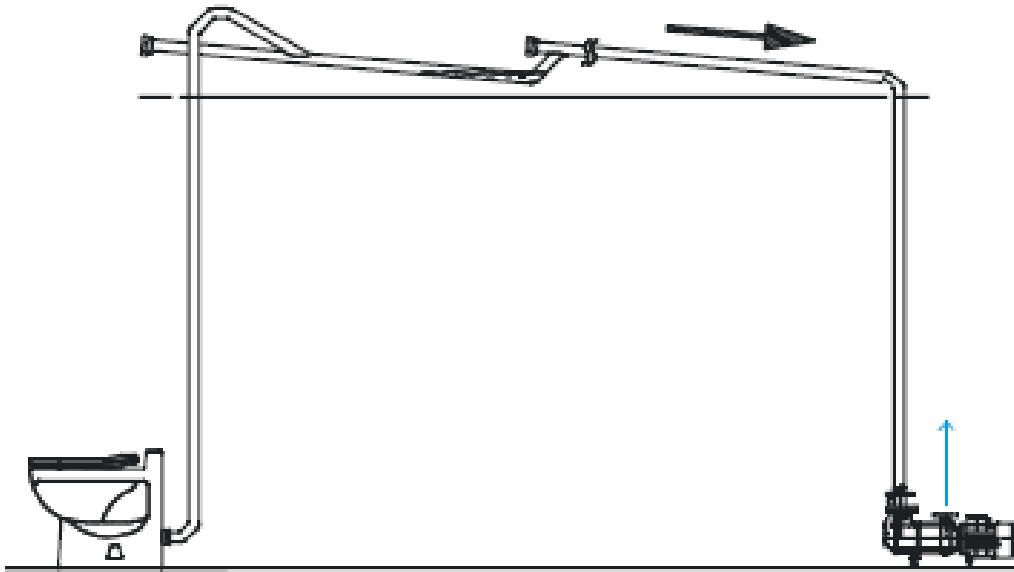
$$F = p * \pi * \left(\frac{d}{2}\right)^2 \quad (2)$$

$$F = -0,35 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * \pi * \left(\frac{4,8\text{cm}}{2}\right)^2 \approx -6,3\text{kg} \quad (3)$$

Kaavasta 3 nähdään ratkaistuna selkokielellä, kuinka suuri voima koostuu putkessa olevaan ainekseen; Tämän voiman voittaessa painovoiman ja putken virtausvastuksen muodostuu virtausta putkistossa. Vastaus on miinusmerkkinen, koska voima on nähtävä vetävänä eikä työntävänä. Tämän esimerkin tarkoitus on lähinnä todeta kuinka suuri voima saavutetaan jo 35 % alipaineella.

Wc-istuimesta siirtyy linjastoon huuhtelun yhteydessä vesi ja jätteen muodostama ”tulppa” sekä noin 60 litraa ilmaa. Koska linjassa liikkuva aine ei tiivistä putken koko poikkipinta-alaa kiinteästi (vrt. tukos), vaikuttaa voima näin suuresti vain lyhyen aikaa. Kun paine-ero on tasoittanut tulpan molemmin puolin, vaikuttaa siihen enää painovoima sekä putken ja tulpan välinen kitka.

Kitka on käytännössä niin pieni, ettei sitä tarvitse huomioida, mutta painovoiman vaikutus tulee huomioida putkistolinjojen suunnittelu- ja kasausvaiheissa. Rakentamalla vaakavedot loivasti laskeviksi ja muodostaen linjaan näin alapäin kääntyviä kuvan 1 mukaisia käyriä, saadaan linjaan taskuja, joissa aines muodostaa jälleen koko putken poikkipinta-alan peittävän "tulpan". Näin aines saadaan paine-eron muodostuessa jälleen nopeasti liikkeelle, eikä korkeiden pystyvetojen täytyessä putken alapäähän pääse vaikuttamaan liian suuri staattinen paine. (Jets 2007, 5)



Kuva 1. Alipaineputkistolinjan käyrät (Jets 2007, 9).

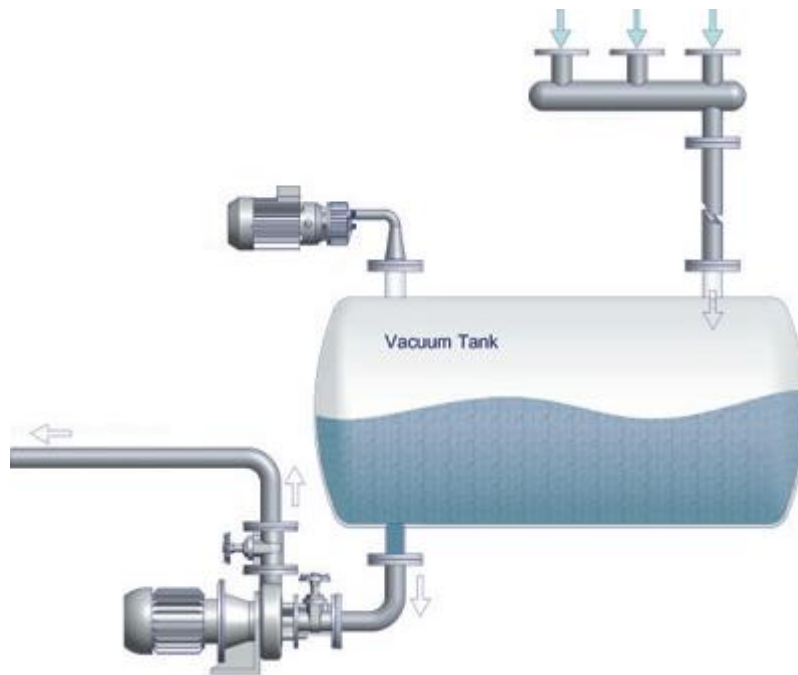
2.2 Järjestelmien kehitys nykyaikaan

Materiaalitekniikan kehittyminen sekä käyttökokemukset ovat vaikuttaneet sekä putkistoratkaisuihin että wc-istuinten yhteydessä sijaitsevien koneikoiden kehitykseen. Suurimmat toimintaperiaatteen muutokset ovat tapahtuneet kuitenkin alipaineen muodostamiseen käytettäville koneikoille, jotka esitetään tässä kappaleessa.

2.2.1 Ensimmäinen sukupolvi

Alipainetoimiset wc-järjestelmät kehitettiin jo 1950-luvulla Joel Liljendahlin toimesta, tarkoituksena kerätä talteen helposti hyödynnettävää kiinteää aines- ta kotitalousvessoista. Electrolux kiinnostui ideasta, koska näki siinä potenti- aalia laivakäyttöön, ja osti konseptin sen keksijältä. Tämä ensimmäisen suku- polven alipaineinen wc-järjestelmä on esitetty kuvassa 2. Järjestelmä koostui

jatkuvasti alipaineistetusta tankista, johon wc-istuimet olivat, yhdistetty putkilinjoilla. Alipaine muodostettiin tankkiin omalla vakuumpumpulla, joka on kuvattu ylhäällä vasemmalla, ja tyhjennys hoidettiin erillisellä tyhjennyspumpulla, joka on kuvattu alhaalla vasemmalla. Samaa toimintaperiaatetta oli käytetty teollisuuden tarpeissa jo pitkän aikaa, mutta järjestelmä alkoi yleistyä laivakäytössä vasta 1960-luvun alulla. Järjestelmä saatiin toimimaan hyvällä hyötysuhteella, mutta järjestelmässä oli paljon huonojakin ominaisuuksia. (Jets 2007, 11.)



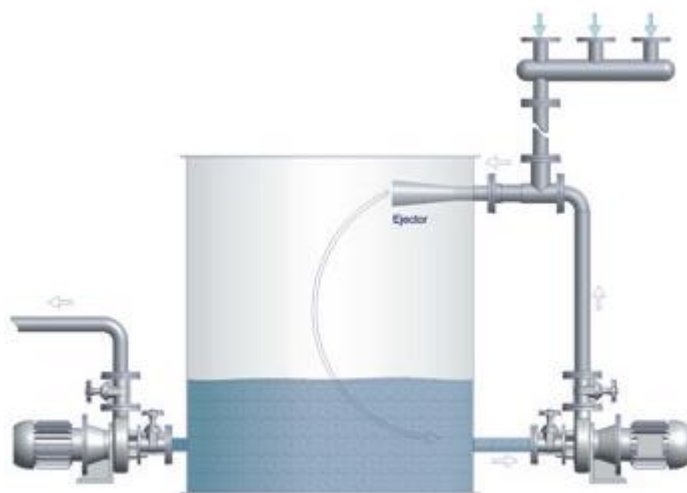
Kuva 2. Ensimmäisen sukupolven alipaineinen wc-järjestelmä (Jets 2007, 12).

Ensimmäisen sukupolven järjestelmän isoin ongelma oli alipaineistettu tankki. Tankin koko oli riippuvainen järjestelmän koosta, joten isommissa järjestelmissä tankin koko kasvoi helposti kovin suureksi. Koska tankin on kestettävä jatkuvaa alipainetta, on sen muodolla myös suuri merkitys. Paineastiat tehdään yleisesti putkimaisella keskiosalla ja puolipallon muotoisilla päädyillä jotta se kestäisi paine-eron aiheuttamaa rasitusta paremmin. Tankista voi näin tulla tilaa vievä, joka voidaan nähdä tuottamattomana tilana laivassa ja muutoinkin vaikeasti sijoitettavana ahtaisiin teknisiin tiloihin. (Jets 2007, 12)

2.2.2 Toinen sukupolvi

Seuraava merkittävä muutos laitteistoon tuli 1970-luvulla, kun Evac kehitti toisen sukupolven alipainejärjestelmän. Suurin ero oli siinä, että isosta alipaineisesta tankista luovuttiin täysin, kun alipaine muodostettiin järjestelmään ejekto-

rilla. Tässäkin järjestelmässä on keräystankki, mutta se huohottaa vapaasti ulkoilmaan, jolloin sen muoto ja koko eivät ole niin tarkkaan määrättyjä kuin ensimmäisen sukupolven laitteistossa. Järjestelmästä on jatkuvan alipaineen alla vain putkistolinja. Toimintaperiaate tämän tyyppisestä järjestelmästä on esitetty kuvassa 3. Kuvan oikeassa alareunassa on esitetty pumppu, joka imee keräystankista nestettä ja kierrättää sen painepuolelta ejektorin läpi takaisin tankkiin. Tankin tyhjennys tapahtuu tässä tapauksessa erillisellä tyhjennyspumulla, joka on esitetty kuvan vasemmassa alareunassa. Koska keräystankki ei ole alipaineen alainen, voi tyhjennys tapahtua myös painovoimaisesti. Ejektorin toimintaperiaate kuvaillaan tarkemmin komponenttikuvauksessa kappaleessa 3.2.2.



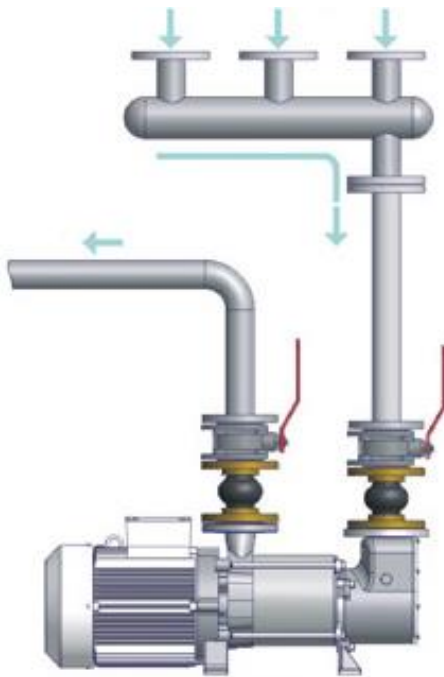
Kuva 3. Toisen sukupolven alipaineinen wc-järjestelmä. (Jets 2007, 13)

Vaikka tällä järjestelmällä saavutettiin suuria parannuksia ensimmäiseen sukupolven verrattuna, tuli muutosten mukana myös uusia ongelmia. Yksi huomattava haittatekijä muodostuu siitä, että järjestelmästä kerätty aines kulkee ejektorin lävitse. Aineksen mukana voi tulla järjestelmään kuulumatonta ainetta, joka voi tukkia pumppua tai ejektoria vaikuttaen näin laitoksen toimintaan. Toinen samasta syystä johtuva ongelma on se, että veden sisältämä kalsium ja virtsa reagoivat keskenään muodostaen kivettymää, eli kovaa *kalsiumkarbonaattia* ejektoriin. Järjestelmän kokonaistehokkuus on teknisistä syistä kohtalaisen matala, jonka seurauksena ainesta joudutaan kierrättämään suuria määriä vakuumin muodostamiseen. Pumpun ja nesteen välinen kitka lämmittää tuolloin sekä pumppuja että nestettä, joka voi johtaa järjestelmän ylikuumentumiseen. Suuren nestemäärän kierrättäminen aiheuttaa myös

herkästi vaahtoamista, joka voi sotkea tankin tyhjennysautomaatiikkaa sekä pahimmassa tapauksessa aiheuttaa laitoksen ylitulvimisen. Vaahtoamista voi estää vaahtonestolisäaineilla, mutta niistä voi pitkällä tähtäimellä muodostua kallis menoerä. Huolimatta lukuisista haittapuolista, tämä toisen sukupolven järjestelmä on edelleen käytössä monessa vielä 1990-luvullakin valmistuneessa laivassa. (Jets 2007, 13.)

2.2.3 Kolmas sukupolvi

Norjalainen Jets Vacuum A/S esitteli kolmannen sukupolven järjestelmän 1980-luvun lopulla. Näiden järjestelmien ensimmäisissä tyypeissä vakuumi muodostetaan järjestelmään suoraan ruuvipumpulla. Pumpun imupuolella aines jauhetaan mahdollisimman tasaiseksi. Tämän jälkeen pumpun pesässä ilma ja neste erottuvat toisistaan keskipakovoiman ansiosta nesteen pyrkessä ulkokehälle. Roottorin ja staattorin välysty tiivistyy ulkokehällä pumpattavan väliaineen vaikutuksesta. Tämän keksinnön myötä poistui tarve keräyssäiliölle ja linjastosta tuleva jäte voitiin pumpata yhdellä pumpulla suoraan jätteenkäsittelylaitokseen, siihen tarkoitettuun jätevesitankkiin tai mereen. Kuvassa 4 on esitetty järjestelmän toimintaperiaate yksinkertaistettuna.



Kuva 4. Kolmannen sukupolven alipaineinen wc-järjestelmä. (Jets 2007, 14)

Järjestelmän edut ovat selvät, kun välitankin tarve poistuu eikä ejektoria tarvita. Mekaaninen hyötysuhde paranee jopa 40 % ejektoripohjaiseen järjestelmään verrattuna, eikä kuumenemisen tai vaahtoamisen kanssa ole enää ongelmaa, kun samaa ainesta ei jouduta kierrättämään. Keräystankista luopuminen myös pienentää tilantarvetta valtavasti. Järjestelmän yksinkertaisuuden, tehokkuuden ja pienen tilantarpeen ansiosta sillä on helppo korvata vanhempien sukupolvien järjestelmiä. (Jets 2007, 14)

Haittapuolena järjestelmässä on, että pumppu on rakenteeltaan keskipakopumppua hieman monimutkaisempi, mikä pidentää huoltoaikaa ja lisää huoltokustannuksia. Tämän lisäksi pumppu toimii parhaiten, kun seoksen sisältämä kiintoaines on riittävän pieneksi jauhettua, mutta se voi olla haitallinen ominaisuus aluksissa, joissa jätevedet käsitellään mereenpumppausta varten. Vaikka energiatehokkuus onkin nykyään tärkeä myyntivaltti, on etenkin risteilyalussektorilla tärkeä imagokysymys, ettei siihen pyritä ympäristöystävällisyyden hinnalla. Kolmannen sukupolven viimeisin innovaatio onkin erottaa putkistosta tuleva ilma ja kiintoaines toisistaan, mikä mahdollistaa molempien väliainesten pumppaamiseen juuri niille parhaiten sopivilla pumpuilla – tässä siis vähän palataan alkuperäisen idean jäljille nykytekniikalla. Tällöin jäteveden sisältämää kiintoainesta ei tarvitse hienontaa, joka puolestaan helpottaa sen suodattamista talteen jätteenkäsittelylaitoksissa. Aika näyttää, jääkö kolmannen sukupolven toimintaperiaate tulevaisuudessakin vallitsevaksi vai keksitäänkö tilalle vielä jotain mullistavampaa. (Evac OnlineMax R 2015.)

3 KOMPONENTIT

Järjestelmät voidaan jaotella kahteen osaan: WC-istuimeen koneikoineen sekä alipaineen muodostamiseen käytettyyn koneikkoon putkistoineen. Jälkimmäisen kehitys nykytilaan, sekä toimintaperiaate on esitetty edeltäneessä kappaleessa, ja tässä osiossa käydään läpi lisää toisen sukupolven järjestelmän komponentteja.

Järjestelmän kahtiajako konkretisoituu siinä, että alipainekoneikon ja hyttitilojen laitteistojen välillä ei ole muunlaista riippuvuutta kuin niitä yhdistävä putkijoinja – kumman tahansa koneikon voi halutessaan vaihtaa eri valmistajan tuotteeseen ilman yhteensopivuusongelmia. Hyttitilojen laitteistoille on määritelty

yleensä vain vakuumin raja-arvot (esim. Evac 90-sarja: -25 kPa) ja vesilinjan raja-arvot (esim. Evac 90-sarja: 3 – 10 bar), joiden sisällä sen toiminta on oikeanlaista. Täten jopa hyteissä käytetyt koneikot voivat olla aluksessa keskenään erilaisia. Tuolloin tulee kuitenkin huomioida asiaan liittyvät logistiset ja varaston ylläpitoon liittyvät ongelmat, eikä se ole kovin suositeltavaa kuin esimerkiksi järjestelmiä päivittäessä tai muissa vastaavissa tilanteissa. Kaikkia tarjolla olevia komponentteja on turha luetella tässä selvityksessä, joten jokaisen komponentin kohdalta on esitelty yleisimmin käytössä olevia malleja Evacin 90/900-sarjoista.

Isoimmat räjäytyskuvat valituista komponenteista löytyvät liitesivuilta, jotta teksti pysyisi helpommin luettavana. Räjäytyskuvat on liitetty mukaan komponenteille, joille voidaan tehdä huoltoja itse. Jos komponentin selityksestä on vaikea sisäistää toimintaperiaatetta, kannattaa räjäytyskuva katsoa, jos sellaiseen on viitattu.

3.1 WC-istuin (engl. Toilet bowl)

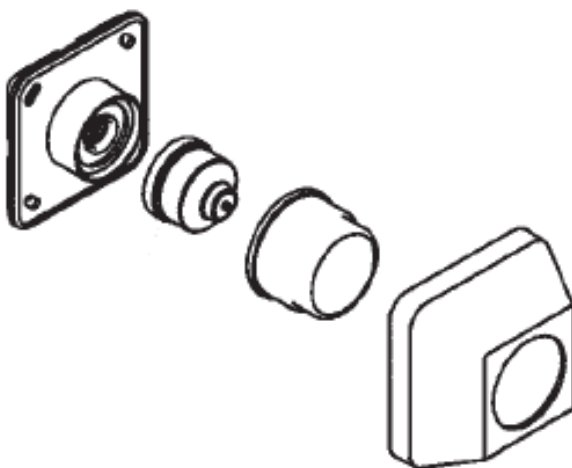
WC-istuimia on erityyppisiä eri sijoituskohteeseen, mutta toimintaperiaate on luonnollisestikin sama. Eroja uudempien ja vanhempien mallien välillä on lähinnä yläpään kauluksen alla piilossa olevassa huuhtelurenkaassa, sekä käytetyissä materiaaleissa – uusimmat wc-istuimet saa esimerkiksi halutessaan antibakteerisesta materiaalista valmistettuna.

Istuimet jaotellaan seinäkiinnitteisiin ja lattialla seisoviin malleihin. Seinäkiinnitteisten wc-istuinten kohdalla tulee huomioida, että seinän tulee olla riittävän vahva tai vahvistettu kestääkseen wc-istuimen ja sen käyttäjän aiheuttama paino. Koneikot sijaitsevat molemmissa tapauksissa wc-istuinten takapuolella. Lattiakiinnitteisten mallien kohdalla komponentteihin pääsee huoltojen yhteydessä helposti käsiksi hyttitilasta, jos wc-istuinta ei ole asetettu seinään kiinni, mutta saman asian voi nähdä myös haittapuolena, koska tuolloin kuka tahansa pääsee käsiksi komponentteihin. Asettamalla lattialla seisova wc-istuin seinää vasten saavutetaan paljon samoja hyötyjä kuin seinäkiinnitteisellä wc-istumella. Risteilyaluksissa koneikko on asennettu monesti seinän toisella puolella sijaitsevaan huoltotilaan, jolloin siihen pääsee helposti käsiksi ilman tarvetta päästä hyttitiloihin. Vähiten tilaa vievä ratkaisu on monesti sijoittaa

hyttiparille yhteinen huoltotila. Teknisesti sen voi toteuttaa esimerkiksi sijoittamalla wc-istuimet eri puolille samaa seinää. Viereinen seinä on hytin ja käytävän välinen. Sen jälkeen molempien wc-istuinten kohdalta erotetaan kulmasta kolmionmuotoinen pala rakentamalla seinä, jonka taakse huoltotila jää ja johon wc-istuimet kiinnitetään. Asentamalla samalle kohdalle käytävälle luukun, päästään käsiksi wc-istuinten koneikoihin. Käytännössä huoltotilat voivat kuitenkin olla hyvinkin ahtaita ja niiden sisällä työskentely haastavaa, etenkin kun samoissa tiloissa menee monesti useita muiden järjestelmien putkivetoja. Varsinaisissa wc-istuimissa harvemmin vikaantuu muu kuin kansi tai sen saranat. Vedenlaadusta riippuen myös huuhtelurengasta voi joutua puhdistamaan toisinaan.

3.1.1 Painonappi (engl. Push button)

Painonapilla tarkoitetaan wc-istuimen huuhteluun käytettävää, yleensä mekaanista nappia, jolla annetaan koneikolle huuhtelukäsky. On olemassa myös sensoreita, jolloin nappia ei tarvitse painaa, vaan käden liikuttaminen sen havaintokentässä aloittaa huuhteluohjelman. Sensoreilla voidaan saavuttaa näennäisesti pienempi riski tautien leviämisestä esimerkiksi yleisissä vessoissa, mutta tuolloin laitteisto vaatii sähkösyötön, jota perinteinen järjestelmä ei tarvitse.



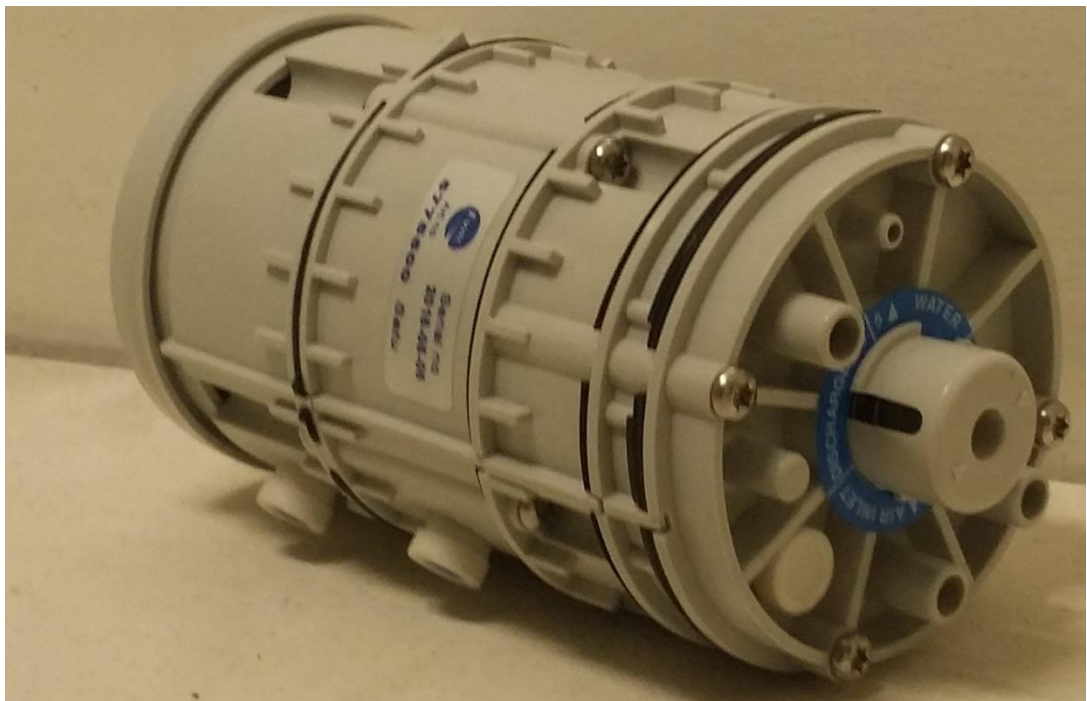
Kuvat 5 ja 6. Räjätyskuva ja valokuva yleisesti käytössä olevasta painonapista. (Evac ASPC 2011, 124)

Yllä olevasta kuvasta 5 nähdään toimintaperiaate, eli nappia painettaessa puristetaan kasaan palje, joka antaa paineimpulssin siihen kytkettyä signaalilet-

kua pitkin ohjelmakoneikolle, joka puolestaan aloittaa huuhteluohjelman. Lattialla seisovissa wc-istuimissa signaaliletku tulee kuljettaa painonapilta ohjelmakoneikolle suojaputken sisällä kuten kuvassa 6, mutta seinään kiinnitetyissä malleissa suojaputken käyttö ei ole yleensä tarvittavaa. (Evac PC 1989, 1:124)

3.1.2 Ohjelmakoneikko (engl. Control mechanism)

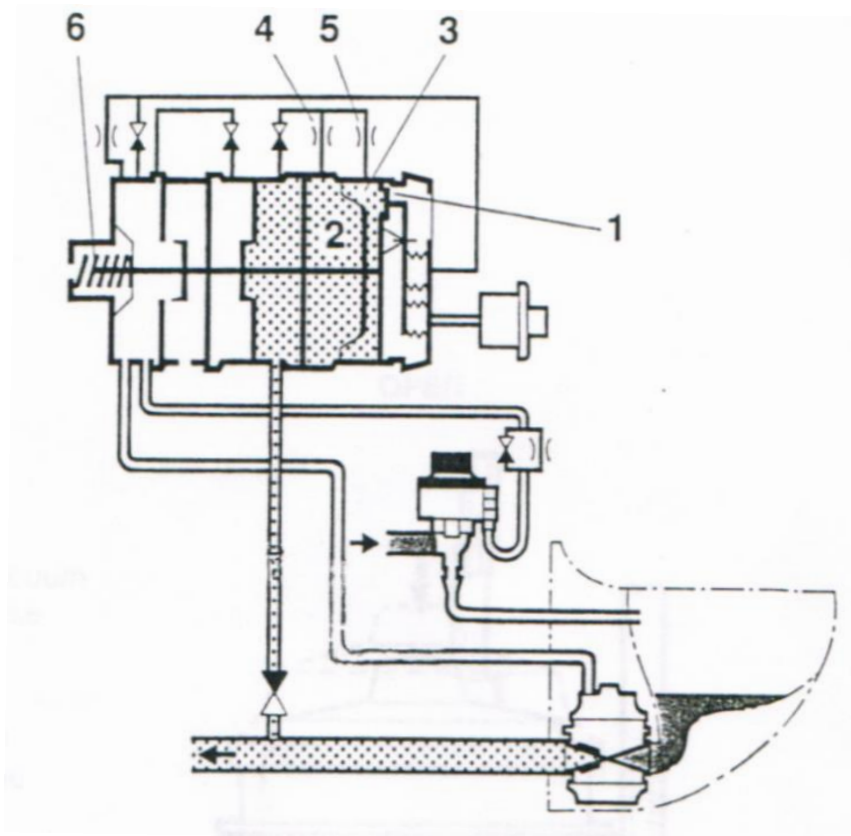
Ohjelmakoneikkoa kutsutaan monesti myös järjestelmän aivoiksi. Tähän komponenttiin kytkeytyy yksikön kaikki osat letkuilla: painonapin signaali ohjaa ohjelmakoneikkoa ja ohjelmakoneikko puolestaan ohjaa kaikkia muita osia. Ohjelmakoneikko on esitetty kuvassa 7. Ohjelman toiminta perustuu paine-eroihin ja jousivoimaan ja on loppupeleissä kohtalaisen yksinkertainen ymmärtää. Komponenttiin on saatavilla varaosasettejä, mutta sen huoltaminen on monimutkainen ja työläs projekti, joka voi etenkin kokemattomalta päättyä huonosti. Rakenteen näkee selvästi liitteestä 1/1. Tämän komponentin toiminta luo pohjan koko mekanismin toiminnalle ja siksi sen toimintaperiaate käydään tässä aika yksityiskohtaisesti läpi. Paine-erojen tasoittumisajat vaikuttavat komponenttien aukioloaikoihin, joten ohjelman osiin kuten huuhtelun pituuteen ja veden määrään voidaan vaikuttaa vaihtamalla käyttöön suuttimia joissa on erikokoiset virtausaukot. (Evac PC 1989, 3:112)



Kuva 7. Ohjelmakoneikko.

Ohjelman toimintatilat jaetaan kolmeen: ensimmäinen on valmiustila, toinen on huuhtelutila ja kolmas on huuhtelun jälkeinen tila, josta siirrytään takaisin valmiustilaan.

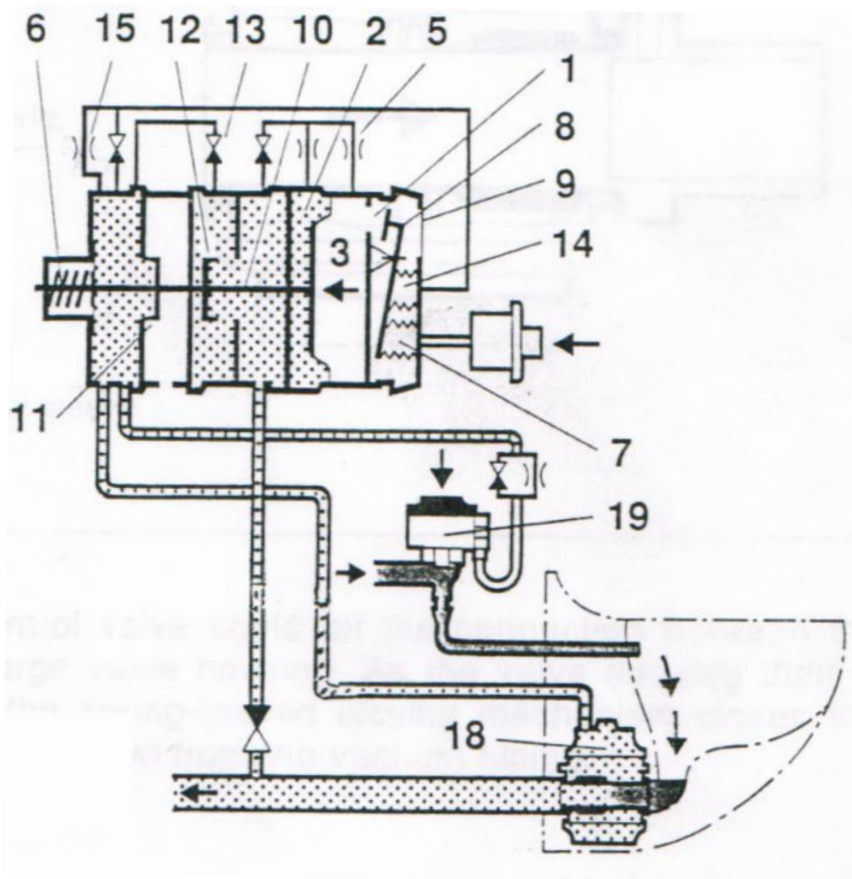
Tarkastellaan kuvia 8 ja 9, joista kuva 8 vastaa valmiustilassa vallitsevaa tilannetta: Ohjausventtiili 1 on suljettu. Kammioissa 2 ja 3 vallitsee sama alipaine suuttimien 4 ja 5 yhdistävän linjan kautta. Jousi 6 pitää mekanismin valmiustilassa. (Evac PC 1989, 3:112)



Kuva 8. Ohjelmakoneikon valmiustila (Evac PC 1989, 3:112).

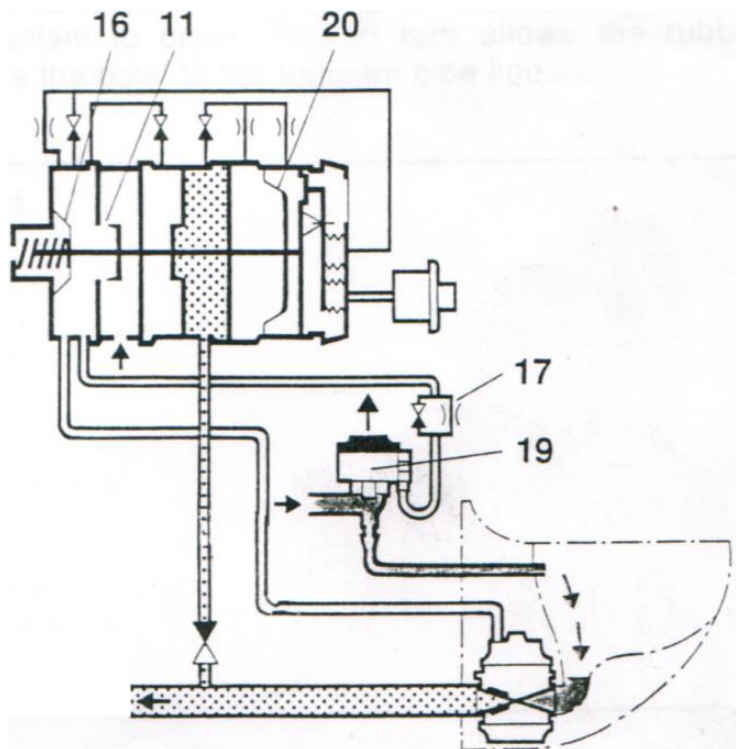
Painettaessa painonapista nousee paine kammiossa 7, joka painaa vipua 8 avaten ohjausventtiilin 1. Tämän seurauksena suodattimen 9 läpi pääsee ilmaa äsken auenneen ohjausventtiilin 1 kautta kammioon 3, jolloin kammion 2 ja 3 välisen paine-eron voima voittaa jousivoiman ja liikuttaa kammioden välistä kalvoa ja siihen yhdistettyä akselia 10. Tämän seurauksena venttiili 11 sulkeutuu ja venttiili 12 avautuu, jolloin takaiskun 13 kautta vakuumi pääsee vaikuttamaan osion viimeiseen kammioon ja sitä kautta vesiventtiilille 19 ja huuhteluventtiilille 18, jotka molemmat avautuvat vakuumin vaikutuksesta. Tässä vaiheessa varsinainen huuhtelu tapahtuu. Viimeisestä kammioista on

suuttimella varustettu linja kammioon 14, johon muodostuu täten viiveellä vakuumi, joka vetää vivulla 8 ohjausventtiilin 1 kiinni. Tämän seurauksesta kammioiden 2 ja 3 välinen paine-ero alkaa tasoittua suuttimen 5 kautta. Paineeron pienentyttyä riittävästi voittaa jousivoima kalvoon vaikuttavan vakuumin voiman ja akseli 10 palautuu valmiustilan asentoon. (Evac PC 1989, 3:112)



Kuva 9. Ohjelmakoneikon huuhtelutila (Evac PC 1989, 3:112).

Akselin palautuminen aloittaa huuhtelun jälkeisen tilan, jossa järjestelmä palautuu valmiusasentoon (kuva 10): Venttiili 12 sulkeutuu ja venttiili 11 avautuu, jolloin alipaine tasoittuu pois viimeisestä kammioista ja sitä kautta myös huuhtelu- ja vesiventtiileistä. Tästä seuraa huuhteluventtiilin pikainen sulkeutuminen sekä vesiventtiilin viivästetty sulkeutuminen, joka on toteutettu suuttimella 17. Täten vesiventtiili 19 sulkeutuu niin, että wc-istuimeen jää vettä pohjalle huuhtelun jälkeen. Näin koko ohjelma on mennyt läpi ja koneikko on valmiudessa uuteen sykliin. (Evac PC 1989, 3:112)



Kuva 10. Ohjelmakoneikon huuhtelunjälkeinen tila (Evac PC 1989, 3:112).

Ohjelmassa on mekaanisesti toteutettu muisti, jonka avulla huuhtelu voi tapahtua viiveellä, jos linjastossa vallitseva vakuumi ei ole riittävän voimakas ohjelman aloittamiseksi. Se on toteutettu niin, että vipu 8 ja ohjausventtiili 1 jäävät aina auki asentoon saadessaan impulssin kammioon 7, ja pysyvät auki kunnes kammioon 14 muodostuu ohjelman loppupuolella tuleva vakuumi. Tämän ansiosta huuteluohjelma käynnistyy automaattisesti alipaineen ollessa jälleen riittävä. (Evac PC 1989, 3:112)

3.1.3 Huuhteluventtiili (engl. Discharge valve)

Huuhteluventtiilillä (kuva 11) wc-istuin yhdistetään alipaineputkistoon. Venttiilin toiminta perustuu kalvoihin, jousivoimaan ja alipaineeseen. Wc-istuimen ja alipaineputkiston välillä on kuminen kalvo, jota voi verrata hyvin joustavaan letkuun. Kun venttiili on kiinni, on edellä mainittu letku painettu kasaan ylä- ja alapuolelta jousivoiman avulla. Avautuminen tapahtuu, kun linjaston alipaine pääsee vaikuttamaan ohjelmayksikön läpi venttiilin rungon sisälle. Tämän seurauksena rungon ylä- ja alapuolet painuvat kasaan voittaen samalla kiinnittävän jousivoiman, jolloin letku avautuu ja wc-istuin on suorassa yhteydessä alipaineputkistoon. (Evac PC 1989, 3:103)



Kuva 11. Huuhteluventtiili.

Tähän komponenttiin on saatavilla myös varaosia, eikä sen huoltaminen ole kovinkaan työlästä. Räjätyskuva ja erittely varaosista löytyvät liitteestä 1/2. Huuhteluventtiilin huolloissa on tärkeä muistaa, ettei käytä liian teräviä työkaluja sillä vaikka kumikalvot kestävät normaalia käyttöä hyvin, ne voivat puhjeta helposti. Huoltotöiden jälkeen on syytä tarkastaa venttiilirungon tiiveys. Tiiveys todetaan helpoiten avaamalla venttiili alipaineella, jolloin ei pidä kuulua vuodon aiheuttamaa suhinaa. Varsinaisen sulun pitävyys selviää varmimmin käyttöönoton yhteydessä.

3.1.4 Vesiventtiili (engl. Water valve)

Vesiventtiili on magneettiventtiili, joka on normaalitilassa jousivoimalla kiinni. Kun ohjelmayksikkö antaa avautumiskäskyn vesiventtiilille, eli muodostaa alipaineen venttiilin rungon ja yläpuolen kalvon välille, liikuttaa alaspäin painuva kalvo rungon sisällä luistia ja kestopagneettia, jonka seurauksena toinen magneettiventtiili avautuu päästäten veden vesilinjasta wc-istuimen huuhtelurenkaaseen. Vesilinja on siis mekaanisesti erotettu ilmapuolesta. Vesiventtiili menee kiinni, kun rungon sisällä vallitseva alipaine pienenee niin paljon, että jousivoima nostaa kestopagneetin, luistin ja yläpuolen kalvon ylös. Tämän

jälkeen vesipuolen venttiili sulkeutuu kun magneetin vaikutus siihen häviää. Alipaineen tasoittuminen, ja samalla venttiilin aukioloaika ja wc-istuimeen tulevan veden määrä on muutettavissa kuvan vasemmassa reunassa näkyvän ruuvikiinnitteisen luukun alla sijaitsevaa supistuskappaletta vaihtamalla.



Kuva 12. Vesiventtiili.

Vesiventtiileihin on saatavilla varaosia, mutta se on komponentti joka harvemmin vikaantuu. Räjätyskuva vesiventtiilistä löytyy liitteestä 1/3. Yleisin huoltotoimenpide on veden tulopuolella sijaitsevan sihdin puhdistaminen. Vesiventtiilille tulevassa vesilinjassa tulee olla takaisku ja mielellään myös sulkuventtiili ennen varsinaista venttiiliä.

3.1.5 Takaisku (engl. Mini check valve)

Järjestelmässä on paljon takaiskuja, mutta tässä viitataan huuhteluventtiilin yhteydessä olevaan kumiläppätyyppiseen takaiskuun, jonka kautta ohjelma-koneikolle tuodaan alipaine. Tämän takaiskun tarkoitus on varmistaa ettei ali-

paineputkistosta pääse vikatilanteissa kosteutta ohjelmakoneikkoon. Komponentti on pieni, mutta sen toiminta on erittäin tärkeä; Rikkinäisen takaiskun vaihtamisesta aiheutuu vain muutaman euron materiaalikulut, kun taas ohjelmakoneikon vaihtamisessa puhutaan sadoista euroista. Huoltomahdollisuudet ovat hyvin rajoitetut. Toisinaan vuotavan tai tukkeutuneen venttiilin voi saada toimimaan huolellisella puhdistuksella, mutta monesti komponentin vaihtaminen uuteen on varmin vaihtoehto. Kuvassa 13 takaisku yksittäisenä komponenttina, ja kuvasta 11 nähdään sen sijoittuminen huuhteluventtiiliin.



Kuva 13. Takaisku.

3.1.6 Muut osat

Tärkeimpien komponenttien lisäksi jokainen yksikkö koostuu muun muassa kumi- ja muoviletkuista, joilla yhdistetään komponentit toisiinsa, sekä erilaisista kiinnikkeistä joissa on komponenteille omat paikkansa.

Kiinnikkeet vaihtelevat hieman wc-istuimen mallin mukaan, mutta yhteistä kaikissa on, että ne toimivat takalevynä johon saa kiinnitettyä kaikki koneikon vaatimat komponentit. Takalevy on siitä kätevä, että siihen voi kasata toimivan komponenttikokonaisuuden valmiiksi. Näin joissakin vikatilanteissa voi halutessaan vaihtaa kohtalaisen nopeasti koko yksikön, ja selvittää pohjimmaisen vian myöhemmin. Lattiakiinnitteisissä malleissa ei tarvitse yleensä irrottaa kuin painonapilta tuleva letku, vesijohto vesilinjasta, huuhtelurenkaalle menevä lin-

ja sekä kumimuhvi vakuumilinjaan, jonka jälkeen takalevyn komponentteineen voi vaihtaa uuteen. Seinäkiinnitteisten mallien kohdalla takalevyn vaihtaminen vaatii lähes poikkeuksetta wc-istuimen irrottamisen seinästä. Etenkin aluksissa joissa on paljon wc-yksiköitä, on yleistä pitää valmiudessa joko kokonaisia wc-istuinta koneikoineen, tai vähintään takalevyjä joissa on toimivat komponentit valmiiksi kytkettyinä.

3.2 Alipainekoneikko ja putkistot

Alipaineiset wc-järjestelmät kannattaa aina ajatella kokonaisuutena. Yksittäisten komponenttien toiminta on aivan yhtä tärkeää kuin kokonaisten vakuumikoneikoiden, jotta järjestelmän todellinen toimintatarkoitus toteutuu. Mikäli wc-järjestelmien toiminta on alustyyppin toiminnan kannalta olennaista, on järjestelmää rakentaessa pyritty monesti tietynlaisiin päällekkäisyyksiin. Helpointa olisi esimerkiksi kytkeä kaikki julkisen vessan wc-yksiköt samaan vakuumilinjaan, mutta käyttämällä kahta tai useampaa eri vakuumilinjaa, toimii edes osa wc-yksiköistä toisen linjan tukkeutuessa. Isoissa järjestelmissä on myös teknisesti järkevintä, että vakuumikoneikoita on useampia. Levittämällä koneikot laivan eri osiin ei putkilinjoja tarvitse tehdä niin pitkiksi ja paksuiksi kuin keskittelyllä yksiköllä. Yksittäisten laitosten koko pysyy myös pienempänä, eikä vakuumikoneikon ongelmatilanteissa koko laivan järjestelmä kaadu.

3.2.1 Putkistot

Alipaineputkistot voivat olla, pitkälti aluksen iästä riippuen, metalliset tai muoviset. Vanhemmissa aluksissa on käytössä yleensä metalliset putkistot, jotka voivat olla hitsatuilla liitoksilla, tai yleisemmin itselukittuvilla liitoksilla. Teräsputkien tulee olla ruostumatonta terästä (RST) tai galvanoituja. Uudemmissa aluksissa on siirrytty käyttämään entistä enempi muoviputkia muun muassa niiden helpon muokattavuuden, keveyden ja korroosionkeston takia. Käytetyt muovit ovat korkeatiheyksinen polyeteeni, eli PEH (engl. polyethylene, high density) ja polyvinyylikloridi, eli PVC (engl. polyvinyl chloride). Myös muoviputket voivat olla liittimillä liitettuja tai hitsattuja. Itselukittuvia putkistoja tilatessa tai vaihdettaessa on tärkeä varmistaa, että liitoksen tiiviste on alipainelinjaan soveltuva. Erityisesti itselukittuvien putkistojen kohdalla on hyvin tärkeää, että linjoissa on riittävän tiheässä putkikannakkeita. Alipaine pitää linjastoja hyvin

kasassa järjestelmän toimiessa normaalisti, mutta tukosten muodostuessa tilanne muuttuu ja ulkopuolisen tuen merkitys korostuu. (Jets VPG 2011, 33.)

Materiaalivalinta voi olla riippuvainen omien intressien lisäksi myös luokituslaitosten ja lippuvaltion määräyksistä. On yleisesti tiedossa, että monet muovit kestävät huonosti lämpöä. Tämä ongelma korostuu kun kyseessä on alipaineputkisto. Tästä syystä ei ole suositeltavaa käyttää muovia paikoissa, joissa lämpötila voi ylittää 60 °C. Taulukossa 1 on eritelty putkistomateriaalien käyttökohteet. Siitä nähdään, että PEH ja PVC putkistot ovat tarkoitettu vain asuintiloissa tai riittävän viileissä teknisissä tiloissa käytettäväksi. Teräs- ja RST-putket sopivat puolestaan käytettäväksi molemmissa. Siirryttäessä suuriin putkikokoihin (yli DN65), eivät muoviputket sovellu enää käyttöön. (Jets VPG 2011, 33).

Materiaali:	PEH	PVC	Teräs	RST
Käyttöpaikka:	Asuintilat (Alle DN65)	Asuintilat (Alle DN65)	Sopii käytettäväksi kaikkialla	Sopii käytettäväksi kaikkialla
Paineluokka (vähintään):	PN10	PN10	PN10	PN10

Taulukko 1. Putkistomateriaalien käyttökohteet (Jets VPG 2011, 33).

Vaadittava putkistokoko lasketaan ensisijaisesti linjaan liitettävien yksiköiden määrästä. Yhden laitevalmistajan suositellut putkistokoot ja vaadittavat putkien seinämävahvuudet ovat esitetty taulukossa 2. Kuten aiemmin mainittiin, monesti on tapana toteuttaa putkivedot useampaa linjaa pitkin, jopa aivan vaakuukoneikolle asti. Näinpä muoviputkien käyttö on laskennallisesti mahdollista lähes koko järjestelmässä, jopa tuhansia asiakkaita palvelevilla aluksilla. Taulukkoon on sisällytetty mukaan putkien vähimmäismateriaalipaksuus, jotta huomataan valitun materiaalin vaikutus. Käytettyjen muovien ja metallien tiheuserot mahdollistavat tietenkin huomattavan paljon paksuseinäisempien muoviputkien käyttämisen, jos ajattelee vain linjojen painoa. Monesti huoltokaapeissa onkin ongelmana tilanvähyys, jolloin etenkin isompien putkien kohdalla putken kokonaishalkaisijan kasvu voi olla ongelma.

Linjaan liitetyt yksiköt	Vähimmäisputkikoko				
	Liitinkoko	PEH	PVC	Teräs	RST
0-3	DN40	50 x 3,0	50 x 2,5	48,3 x 2,6	50 x 1,0
4-25	DN50	63 x 5,8	63 x 3,0	60,3 x 2,9	50 x 1,0
26-100	DN65	75 x 6,9	75 x 3,6	76,1 x 2,9	75 x 1,0

Taulukko 2. Vähimmäisputkikoot. Ensimmäinen luku kertoo putken ulkohalkaisijan ja jälkimmäinen materiaalipaksuuden. (Jets VPG 2011, 33)

Putkisto on huoltokohteena niitä, jotka vaativat jatkuvaa huoltoa, tai ongelmia tulee paljon. Teknisen toteutuksensa takia vakuumputkistoissa seisoo pitkiäkin aikoja voimakasta virtsan ja veden seosta, etenkin putkien vaakavedoissa. Tämä johtaa aiemmin mainitun kalsiumkarbonaatin muodostumiseen, joka puolestaan supistaa putkistolinjaa jopa siihen pisteeseen asti, että ne kasvavat umpeen. Aluksen koko elinkaaren ajan jatkuvalla säännöllisellä hoidolla tästä ei tule kuitenkaan isoa ongelmaa. Pienemmissä alusyksiköissä joissa ei juuri ole matkustajia, hoidetaan putkiston kemikaalikäsittely monesti esimerkiksi jakamalla jokaiseen hyttiin viikoittain sopivaa kemikaalia wc-järjestelmään laitettavaksi. Yksi yleisesti käytetty tuote on Uitorin valmistama Gamazyme TDS. Tuote on yleinen, koska käyttö on turvallista ja helppoa veden liukenevien annospussien ansiosta. Puolestaan aluksilla jossa matkustajat ovat maksavina asiakkaina, ei järjestelmistä huolehtimista voi tietenkään jättää niille. Näissä aluksissa on monesti helpompaa ja taloudellisempaa annostella linjastoihin voimakkaampaa kemikaalia esimerkiksi annostelupumpuilla. Vahvoja happoja käytettäessä kemikaalimäärät voivat olla niinkin pieniä kuin esimerkiksi 1 cl / 24 h. (Marisol PC)

Putkiston käsittelyn kohdalla yksi tärkeimpiä asioita on jatkuvuus. Tasainen kemikaalin lisäys järjestelmään ylläpitää putkiston auki liuottamalla kivettymää sitä myöten kun sitä kehittyä, kun taas shokkihoito kemikaaleilla voi johtaa iso-

jen kivettymien irtoamiseen, jotka kasaantuvat helposti aiheuttaen näin linjastojen tukkeutumisen. Nykyajan vakuuminlinjastojen hoitoon tarkoitettut kemikaalit ovat suunniteltu niin, että niitä voi käyttää kaiken tyyppisten linjastojen kanssa. Koostumus on valittu niin, että se aiheuttaa mahdollisimman vähän vahinkoa putkistoille, tiivisteille tai vakuumikoneikoille.

Jos tilanne pääsee niin pahaksi, että kalsiumkarbonaattikivettymää muodostuu paljon, on syytä toimia tilanteen vaatimalla tavalla. Jos linjaston osa on täysin tukossa, mutta esimerkiksi matkustajalaivapuolella korkean sesongin takia yhtään hyttikäytävää ei voida pitää tyhjiällä, on yleensä lähdettävä korjaamaan tilannetta nopealla ratkaisulla. Putkistot harvemmin menevät kalsiumkarbonaatin takia aivan tukkoon pitkältä matkalta, ellei kyseessä ole vähällä käytöllä pidemmän aikaa ollut linja. Näinpä monesti pienen putken palasen poistamalla ja joko mekaanisesti avaamalla, tai uudella korvaamalla, voidaan järjestelmä saada taas toimintaan jossakin määrin. Tämän jälkeen linjan kemiallinen liuotushoito kannattaa viimeistään aloittaa, pitäen kuitenkin mielessä aiemman varoituksen shokkihoidon aiheuttamista ongelmista.

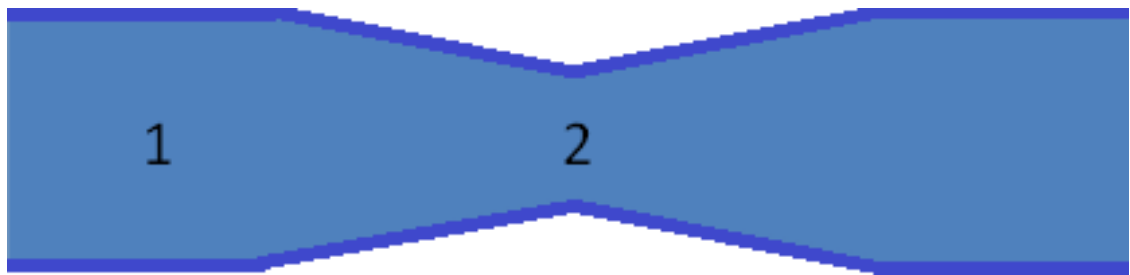
Sama ongelma on huomattavasti helpompi hoitaa, jos tukkeutuneen linjaston osan voi eristää pois käytöstä useammaksi tunniksi. Tuolloin kun linja saadaan vetämään edes vähän, voi avaamisen hoitaa huolettomammin nopealla liuotuksella. Kun liuotusta pystytään ylläpitämään riittävän kauan, liikkeelle ei lähde isoja kivettymän paloja vaan kohtalaisen hienoksi muuttunutta sakkaa. Samalla tavalla voidaan puhdistaa jopa koko laivan linjasto liian vähäisen doseerauksen jäljiltä. Koko järjestelmää käsitellessä kannattaa liuotus aloittaa mahdollisimman läheltä vakuumikoneikkoa, jotta mahdollisten isompien palasten irrotessa olisi pienempi mahdollisuus aiheuttaa tukoksia niiden edetessä linjastossa. Oikein tehtynä tämä riski on kuitenkin vähäinen. Tämän tyyppinen käsittely toteutetaan käytännössä yleensä tyhjentämällä linjan osa, esimerkiksi sulkemalla linjan loppupään wc-istuimesta vesiventtiili ja ajaessa huuhteluohjelma läpi riittävän monta kertaa (noin 5-10 kertaa). Kun linja on saatu mahdollisimman tyhjäksi, doseerataan kemikaaliliuosta ohjeenmukaisesti. Esimerkiksi paljon käytettyä fosforihappopohjaista Marisol PC:tä suositellaan käytettäväksi 5 – 10 mm kivettymän hoitoon seuraavasti: Annosteletyhjennettyyn linjastoon 15 – 20 % vahvuinen liuos. Alkuannos on miedompi tukosten estämiseksi.

Liuosta kaataessa huuhtelee wc 5 – 10 kertaa, jotta happo leviää koko putkistoon. Anna hapon vaikuttaa 1 – 2 tuntia ja toista käsittely. Kahden miedommalla hapolla tehdyn syklin jälkeen, nosta liuosvahvuus noin 30 %:iin ja toista sykli riittävän monta kertaa halutun lopputuloksen saavuttaaksesi. (Marisol PC)

On tärkeä huomata, että tukoksia voi muodostua huolimatta siitä kuinka hyvää huolta putkistosta pitää. Edellä käsitellyt esimerkit koskevat lähinnä kemiallisesti tukkeutuneita putkistoja, mutta ne eivät ole ainoat tukoksia aiheuttavat asiat. Toisinaan linjastoon päätyy wc-istuinten kautta sinne kuulumatonta tavaraa epähuomiossa, tai jopa tarkoituksella; Linjastoon kuuluva tavara harvemmin aiheuttaa tukoksia normaaleissa olosuhteissa. Tähän ongelmaan törmää erityisesti matkustajalaivapuolella, kun asiakkailla ei ole usein ymmärrystä järjestelmän rajoituksista, jonka seurauksena wc-istuimesta huuhdotaan kiellettyjä esineitä sinne kuulumatonta tavaraa. Näiden esineiden kohdalla mekaaninen poistaminen on lähes poikkeuksetta ainoa vaihtoehto. Ongelma on matkustaja-aluksissa monesti otettu jossain määrin huomioon jo rakennusvaiheessa, ja linjoissa voi olla tarkastusluukkuja joista pääsee tietyn rajoituksen etsimään ja poistamaan tukoksia. Omakohtaiset kokemukset ovat osoittaneet, että putkirassi on tämältyyppisten tukosten poistamisessa erittäin toimiva työväline. Putkirassilla tarkoitetaan yksinkertaisimmillaan teräsvaijeria jonka toinen pää on muotoiltu koukkumaiseksi tarttumaan linjassa olevaan tukokseen, kun rassia pyöritetään. Tukoksen tartuttua koukkuun, voidaan se vetää linjastosta ulos rassin mukana. Tukoksien paikallistamisesta on kerrottu lisää kappaleessa 4.

3.2.2 Ejektori ja vakuuminlinjan takaisku

Toisen sukupolven vakuumikoneikoissa käytetään ejektoria alipaineen muodostamiseen. Ejektorin toiminta voidaan esittää virtausmekaniikan kahdella peruskaavalla: Bernoullin lailla ja jatkuvuusyhtälöllä. Esimerkin vuoksi tarkastellaan kahdesta pisteestä, alla olevan kuvan (kuva 14) mukaista, yhtenäistä putkea, jota on kuristettu keskeltä.



Kuva 14. Esimerkkikuva virtausmekaniikan yhtälöistä.

Kaavassa 4 esitetään Bernoullin yhtälö, jossa p tarkoittaa vallitsevaa painetta, ρ väliaineen tiheyttä, g putoamiskiihtyvyyttä, y tarkastelupisteen korkeutta ja v virtausnopeutta. (D. Halliday, R. Resnick & J. Walker 1997, 361.)

$$p_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \quad (4)$$

Esimerkin yhtälöä voidaan muokata yksinkertaisempaan muotoon väliaineen tiheyden ja tarkastelukorkeuden ollessa sama molemmissa pisteissä. Tuolloin yhtälö saadaan kaavassa 5 esitettyyn muotoon. (Halliday, Resnick & Walker 1997, 361.)

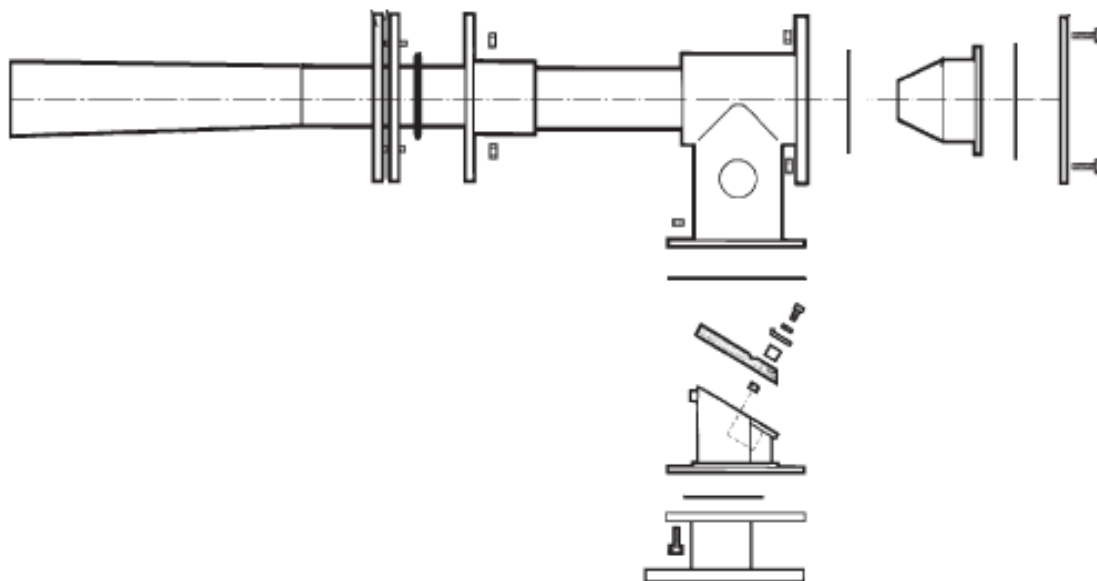
$$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \quad (5)$$

Kun tarkastellaan lisäksi kaavassa 6 esitettyä jatkuvuusyhtälö, selittyy ejektorille pohjana oleva *venturi-ilmiö* helposti. Tässä kaavassa uutena suureena on ainoastaan A , joka tarkoittaa putken virtauspinta-alaa. Tiheyden voi halutesaan supistaa tästäkin yhtälöstä pois. (D. Halliday, R. Resnick & J. Walker 1997, 360)

$$\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2 \quad (6)$$

Kaavasta 6 havaitaan pinta-alan ja virtausnopeuden suora suhde toisiinsa. Esimerkin tapauksessa poikkipinta-alan ollessa kohdassa 1 suurempi kuin kohdassa 2, on virtausnopeuden kasvettava samassa suhteessa suuremmaksi, kun lähestytään supistuksen keskikohtaa, ja pienentyvän taas alkuperäiseen supistuksen jälkeen. Kun tämä tieto yhdistetään kaavaan 5, huomataan että arvon v_2 kasvaessa v_1 suhteen, on puolestaan paineen p_2 pienennyttävä, jotta yhtälö olisi tasapainossa. Tarkastelupisteen 2 kohdalla vallitsee siis pie-

nempi paine. Yhdistämällä tähän pisteeseen yhde, voidaan siinä vallitseva pienempi paine hyödyntää vakuuminmuodostamiseen.



Kuva 15. Evacin ejektorin. (Evac ASPM, 350.)

Kuvassa 15 on monessa Evacin laitoksessa käytetty ejektorityyppi. Virtaus-suunta on kuvassa oikealta vasemmalle. Pumpun painepuoli on kiinnitetty kuvan oikeassa reunassa olevan suuttimen oikealle puolelle olevaan laippaan. Pumpattava väliaine kulkee suuttimen läpi, ja jatkaa kuvan keskilinjan suuntaisesti vasemmalta takaisin keräystankkiin. Suuttimella muodostetaan aiemman esimerkin tarkastelukohtaa 2 vastaava supistus, johon alipaine muodostuu. Alipaineputkistoon järjestelmä yhdistyy kolmannen putken laipasta.

Ejektori kokonaisuudessaan on toisen sukupolven vakuumikoneikoiden yksi olennaisimmista osista ja vaatii säännöllistä huoltoa. Joko tuntipohjaisesti, tai kun vakuuminmuodostuskyky heikkenee, on ejektorin syytä tarkastaa ja huoltaa. Yleisin ongelma varsinaisessa ejektorissa johtuu muodostuneen kalsiumkarbonaattikivettymän vaikuttaessa väliaineen virtaukseen, joka ilmenee heikentyneenä vakuuminmuodostuskykynä. Kivettymän poistaminen tapahtuu helpoiten liottamalla osia siihen tarkoitettuun puhdistusaineeseen. Nämä puhdistusaineet ovat yleisimmin joko voimakkaita suola-, fosfori- tai sulfamiinihapon seoksia, tai esimerkiksi bakteerikasvustoon perustuvia miedompia aineita.

Varsinaista ejektorin yleisemmin vikaantuu kuitenkin kuvan alareunassa näkyvä läppätyyppinen takaisku. Takaiskun on tarkoitus pitää linjastossa ejektorilla

saatu alipaine, mutta tiivistuspinta voi alkaa vuotamaan kohtalaisen helposti, kun tasopinnalle kertyy kalsiumkarbonaattia tai muuta kiintoainesta linjastosta. Tämän tyyppinen vika oireilee yleensä niin, että järjestelmän vakuumi häviää liian nopeasti; Sulkemalla linjaventtiilit voidaan vakuuminvuoto kohdentaa takaiskuun tai muuhun osaan linjastoa. Huoltotoimenpiteet voivat järjestelmätyypistä riippuen olla hyvin yksinkertaiset tai kovinkin työläät. Toisinaan takaisku voidaan purkaa huoltoluukun kautta, mutta joissakin tapauksissa joudutaan purkamaan putkistoa, että siihen päästään käsiksi. Korjaustoimenpide pitää sisällään komponenttien kunnosta riippuen lähinnä mekaanista puhdistustyötä tai osien vaihtoa.

3.2.3 Pumput

Toisen sukupolven laitoksissa käytetään keskipakopumppuja, joiden impelleri hienontaa kiintoainesta nesteen sekaan sekoittuvaan muotoon, samalla kun se pumppaa sitä. Tämä ei ole kovinkaan yleinen vikaantumiskohde. Yleisimmin pumppujen kanssa tulee ongelmia huonosti hoidettujen laitosten kanssa, kun keräystankin pohjalle kertyy niin paljon kiintoainesta ettei pumppu pysty imemään enää kunnolla. Myös runsas vaahtoaminen, tai tankin liiallinen tyhjeneminen aiheuttavat ongelmaa pumppujen toiminnalle.

Yleisimmät huoltotyöt pumpeissa ovat vuotavien mekaanisten akselitiivisteiden vaihtamiset ja sähkömoottoreiden, sekä mahdollisten pumpun, laakereidenvaihdot.

4 VIANETSINTÄ

Kun yksittäisten komponenttien vaikutuksen kokonaisuuteen ymmärtää ja löytää nämä komponentit, on vianetsintä kohtalaisen yksinkertaista. Moni alla listatuista vikatilanteista voi johtua useammastakin syystä, mutta tehokkainta on yleensä tarkastaa ensin helpoiten tarkastettavat kohteet, ja sitten edetä loogisesti komponentti kerrallaan kunnes vika löytyy. Useita komponentteja voi operoida käsin, kun tietää mitä letkuja yhdistelee mihin, jolloin yksittäisten komponenttien toiminnantarkastaminen on helppoa.

On paljon työpaikasta ja omasta taidosta riippuvaista, miten vikatilanteita kannattaa lähteä ratkaisemaan. Jos tärkeintä on saada wc-yksikkö toimimaan mahdollisimman nopeasti ilman huolta siitä että työtunteja voi kulua suhteessa turhaan, voi haastavissa tilanteissa etenkin kokemattomalle korjaajalle olla parasta vaihtaa koko wc-yksikkö varalaitteeseen, ja huoltaa vanha ajan kanssa. Apua on monesti kyllä tarjolla puhelinsoiton päässä, mutta kynnyks kysyä apua voi olla korkea, ja monesti oman kehittymisen kannalta on parasta ratkaista ongelmatilanteet itse. Mutta kun oma taito ja kokemus karttuvat, onnistuu vian paikallistaminen ja korjaaminen yleensä yksittäisen komponentin vaihdolla. Moni komponenteista on kohtalaisen yksinkertaisia ja korjaustoimet voi sinälään tehdä myös paikan päällä, mutta omasta mielestäni tämä ei monestikaan ole paras toimintatapa. Etenkin alusyksiköissä joissa wc-yksiköitä on paljon, on monesti olemassa jonkun tasoinen saniteettiverstas. Verstaalla on yleensä parempi valaistus ja esimerkiksi pienempi riski hävittää osia, kun asiakkaan vessan lattialla. Saniteettiverstaalla on monesti myös rakennettu testipenkki tai -pönttö, johon voi kytkeä korjatun komponentin ja testata sen oikeaa vastaavassa tilanteessa. Kun komponentin ehtii rauhassa tarkastaa ja testata, on lopputulos varmemmin kestävä, kuin pikaisesti haalattu komponentti jonka varsinainen testailu jää asiakkaalle. Tätä pidän myös huomattavana imagokysymyksenä, jos joutuu vaihtamaan saman asiakkaan vessaan osia useamman kerran saman risteilyn aikana.

Moni vika voi johtua huonosti vetävästä tai täysin tukkeutuneesta vakuumilinjasta. On tärkeä osata paikallistaa tämäntyyppinen vika nopeasti. Toisinaan järjestelmissä on varauduttu tähän jo rakennusvaiheessa ja linjastoon on asennettu tarkastusventtiileitä esimerkiksi huoltokaappeihin. Avaamalla tarkastusventtiilin, huomaa selvästi vallitseeko tässä kohdassa vielä alipaine, vai ei. Jos vakuumia ei tunnu tarkastusventtiilistä, nopeinta on monesti lähteä seuraamaan linjaa systemaattisesti kohti vakuumikoneikkoa kokeillen jokaisesta venttiilistä, missä kohtaa vakuumi alkaa tuntua. Kun vakuumi tuntuu taas, tiedetään että tukos on sen ja edellisen venttiilin välillä. Rahtilaivapuolella venttiileitä ei välttämättäkään ole niin paljon käytetty, mutta etenkin vanhemmissa laivoissa voi olla tukoksia etsiessä linjastoihin porailtuja pieniä reikiä, jotka on peitetty kumimatolla ja klemmarilla. Samoja reikiä voi käyttää hyväksi uudestaan, mutta se vaatii paikan väliaikaisen poistamisen lisäksi mo-

nesti myös reiän uudelleenavaamisen putkeen tulleen muodostuman takia, joka tekee tästä työtavasta varsin hitaan.

4.1 Painonapista painettaessa ei tapahdu mitään

Ensimmäisenä on syytä tarkistaa onko vika vain kyseisessä wc-yksikössä vai useammassa. Jos muut wc:t toimivat hyvin, kannattaa vianetsintä aloittaa painonapista. Painonapin vikaantuminen on kohtalaisen yleistä, sillä se joutuu kovalle rasitukselle. Käyttäjää on monenlaisia ja käyttökertoja kertyy vuorokaudessa useita. Painonapin toiminta ja eheys ovat helppoja asioita tarkistaa. Painikkeen sisällä on ohut kumikalvo joka voi olla puhki, jolloin nappia painettaessa ilman voi tuntea tulevan ulos muualta kuin letkun liittimestä. Tarkista myös painonapilta ohjelmalle menevän ohuen signaaliletkun eheys ja liitoksen tiiveys. Jos jompikumpi vaikuttaa vialliselta, ratkeaa ongelma yleensä vaihtamalla ko. komponentti.

Jos painonappi ja signaaliletku ovat ehjät, siirrytään seuraavaan tarkistettavaan komponenttiin. Kuuntele ensin kuuluuko kyseisen istuimen koneikosta suhinaa. Jos imevää ääntä kuuluu, on se merkki alipainevuodosta. Jos pystyt paikallistamaan vuodon, korjaa se. Yleisiä vuotokohtia ovat liittimet, joten ne kannattaa tarkastaa erityisen tarkasti läpi. Siinä tapauksessa ettei alipainevuotoja löydy, ota takaisku irti istuimen takana olevasta koneikosta. Irrota ensin ohjelmakoneikon ja takaiskuventtiilin välinen letku, jolloin pitäisi kuulua voimakas suhina ja letkun sormella tukkiessa tuntua voimakas imu. Jos letkusta ei tunnu imua eikä ääntä tule, irrota takaisku. Tarkasta putkistosta takaiskuventtiilille lähtevä liitos piikillä tai muulla sopivaksi katsomallasi työkalulla, sekä puhdista tai vaihda takaiskuventtiili uuteen. Mikäli putkisto ei ole muualtakin tukossa, niin suhinan pitäisi tämän jälkeen kuulua. Mikäli putkisto ei vedä edelleenkään, etsi tukos linjasta aiemmin mainitulla tavalla. Jos putkisto puolestaan alkoi vetää, voi osat liittää takaisin paikoilleen. Wc-istuimen pitäisi tämän jälkeen toimia, mutta jos mitään ei tapahdu vielä, irrota ohjelma ja vaihda se. Viimeistään tämän jälkeen istuimen pitäisi toimia.

4.2 WC-istuimeen tulee vettä, mutta malja ei tyhjene

Tämä johtuu yleensä tukoksesta, joka on huuhteluventtiilin kohdalla tai ennen sitä. Tarkista aina ensimmäisenä, että putkistossa on kunnollinen alipaine. Huuhteluventtiili aukeaa alipaineen voimalla ja sen ollessa raja-arvon minimirajoilla, koneikon muut toiminnot voivat toimia normaalisti, mutta huuhteluventtiili ei jaksa aueta. Tarkasta linjaston alipaine vakuumikoneikon alipainemittarista. Alipaineen ollessa hyvä, kytke letku takaisin ja paina nappia. Kuuntele kuuluuko koneikosta alipainevuodon aiheuttamaa kovaa suhinaa hetkellisesti. Suhinan kuuluessa selkeästi, tarkista onko ohjelmakoneikolta huuhteluventtiiliin menevä alipaineletku kunnolla kiinni molemmista päistä. Jos selvää vuotoa ei ole tuolla välillä, tulee suhina huuhteluventtiiliin vuotavasta kalvosta. Seinäkiinnitteisessä mallissa irrotetaan wc-istuin, jotta huuhteluventtiiliin päästään käsiksi. Istuimen ollessa seinäkiinnitteinen, on sen molemmilla puolilla mutterit. Irrota nämä ja vedä istuin varovasti irti. Lattialla seisovan mallin huuhteluventtiiliin voi päästä tarkastamaan ja vaihtamaan asennustavasta riippuen, joko huoltotilasta tai suoraan pöntön takaa. Yleensä on helpointa vaihtaa tässä vaiheessa huuhteluventtiili ja jättää komponentin huolto myöhemmäksi.

Jos vika ei ole vielä löytynyt ja pääset käsiksi huuhteluventtiiliin, voit koettaa avata sen kytkemällä alipaineputkistosta ohjelmakoneikolle menevän vakuumiletkun suoraan samaan liittimeen, jonka kautta ohjelmakoneikolta tulisi vakuumi. Jos huuhteluventtiili toimii, niin sen saa pakotettua näin auki, mutta jollei se edelleenkaan toimi, on siinä vikaa. Jos huuhteluventtiili puolestaan aukeaa näin, kannattaa vaihtaa ohjelmakoneikko ja testata uudestaan. Ohjelman vikaantuminen on kuitenkin harvinaista. Jos huuhteluventtiilin toiminta vaikuttaa normaalilta, eikä tyhjennys onnistu vielääkään, on linjastossa tukos, joka kannattaa etsiä aiemmin mainitulla tavalla.

4.3 Malja tyhjenee, mutta vettä ei tule

Varmista että istuimelle tulee vesi ja paine on kunnollinen. Joku on voinut vahingossa sulkea vesilinjan venttiiliin. Etsi kohta mistä pääset näkemään koneikon vesiventtiiliin. Toisinaan voit joutua irrottamaan istuimen sen löytääksesi. Tarkista että vesiventtiilille tuleva alipaineletku on ehjä ja tiivis. Paina huuhtelunappia ja katso liikkuuko vesiventtiiliin kalvo. Kalvon liikkuesssa normaalisti,

ohjelma on todennäköisesti ehjä ja vesiventtiili on tukkeutunut. Irrota vesiventtiili ja siinä olevat letkut. Veden tulopuolella on sihti. Puhdista sihti, tai vaihda venttiili uuteen ja huolla vanha venttiili paremmalla ajalla. Jos kalvo ei liiku huuhteluohjelman aikana, vaihda venttiili ehjään. Vian jatkuessa vaihda myös ohjelma. Kiinnitä letkut huolella takaisin ja varmista liitosten tiiveys vielä uudestaan.

4.4 Pitkä viive painopin painalluksen ja toiminnan välillä

Tarkista ensin painonapin eheys, sekä sen signaaliletku. Ongelman jatkuessa, tarkista takaiskuventtiili ja siihen liittyvät tukokset. Pieni tukkeuma tai alkava vika takaiskuventtiilissä on monesti syynä pitkään viiveeseen painonappia painettaessa. Kuuntele onko koneikossa alipainevuotoja. Tarkista että putkistossa on riittävä alipaine. Joskus jos käyttäjiä on samanaikaisesti paljon, voi alipaine hetkellisesti laskea putkistossa alle alimman toimintaraja-arvon. Kun linjassa on jälleen riittävä alipaine, aloittaa koneikko automaattisesti huuhteluohjelman. Kaiken ollessa kunnossa ja vian jatkuessa, vaihda ohjelma.

4.5 Tyhjennysventtiili jää auki tai vuotamaan

Jos venttiili jää täysin auki, on vika yleensä rikkoutuneessa tai jumiutuneessa ohjelmassa. Vika voi korjautua hetkellisesti irrottamalla putkistolta koneikolle tuleva alipainelinja, ja laittamalla se takaisin. Vialla on kuitenkin taipumus uusiutua. Ohjelman vaihtamalla vika monesti korjaantuu. Erittäin tärkeää on samalla ravistella vanhaa ohjelmaa ja tutkia onko sinne päässyt kosteutta. Tällöin pitää myös putsata tai vaihtaa takaiskuventtiili, koska ohjelma ei siedä yhtään vettä. Tyhjennysventtiilin vuotaessa ja toiminnan ollessa muuten normaalia, kannattaa painaa huuhtelupainiketta muutaman kerran. Vuodon jatkuessa kannattaa tutkia onko tyhjennysventtiilin väliin jäänyt jotakin tai onko se jopa rikki. Tämän voi aiheuttaa istuimeen heitetyt vieraat esineet, kuten lasi. Yleensä on nopeampaa vaihtaa ehjä huuhteluventtiili vanhan tilalle, ja tutkia viallinen osa myöhemmin.

4.6 Vettä jää pönttöön huuhtelun jälkeen liian paljon tai liian vähän

Liian suureen vesimäärään huuhtelun jälkeen on monia syitä. Pienellä päätte-lyllä selviää yleensä aika nopeasti vian aiheuttaja. Yleisin ongelma on osittai-nen tukos vakuumputkistossa, joka heikentää tyhjenemistä. Toinen yleinen aiheuttaja on osittain tukkeutunut takaiskuventtiili. Tämä aiheuttaa sen että kaikki toimii muuten normaalisti, mutta huuhteluventtiili ei jaksa aueta kunnol-la. Jumitteleva vesiventtiili aiheuttaa myös kyseistä ongelmaa, sen sulkeutu-essa liian hitaasti. Paina huuhtelupainikkeesta ja kuuntele sekä katso miltä istuimen toiminta näyttää. Vesiventtiilin kuuluu aueta ja sulkeutua nopeasti. Kai-ken ollessa kunnossa ja vian jatkuessa, vaihda vesiventtiili.

Liian vähäisen vesimäärän aiheuttaa monesti osittain tukkeutunut tai viallinen vesiventtiili, tai osittain tukkeutunut huuhtelurengas. Huuhtelurengas löytyy istuimen reunuksen välistä, sisäpuolelta. Puhdista huuhtelurengas tarvittaessa. Puhdistaaksesi vesiventtiilin, täytyy sulkea vesilinjan venttiili. Irrota vesiventtii-lille tuleva liitos. Sihti löytyy vesiventtiilille tulevan letkuliitoksen sisältä. Sihdin voi putsata tai vaihtaa uuteen. Tarkista samalla myös kaikkien alipaineletkujen tiiveys. Viimeisenä vaihtoehtona kannattaa vaihtaa ohjelma. On myös huomata-tava, että vesiventtiiliin voi vaihtaa suuttimen parametrien muuttamiseksi, mut-ta se vaatii työkaluja joten sitä ei voi olla vahingossa vaihdettu. Oletuksena vesiventtiilissä on valkoinen suutin, mutta sinisellä suuttimella vesimäärä pie-nenee ja keltaisella suuttimella se lisääntyy. Suuttimen sijainti näkyy hyvin liit-teen 1/3 kuvasta (engl. jet).

4.7 WC-malja tyhjenee vain osittain tai heikosti

Ongelman aiheuttaa monesti hieman tukkeutunut takaiskuventtiili. Tarkista sen puhtaus aiemmin mainituilla tavoilla. Paina huuhtelupainiketta ja kuuntele koneikkoa alipainevuotojen varalta. Jos alipainevuotoa ei ole ja ongelma jat-kuu, vika on mahdollisesti osittain tukkeutuneessa huuhteluventtiilissä tai pie-nessä tukoksessa heti koneikon jälkeen. Kaikissa tapauksissa kannattaa ta-kaiskuventtiilin puhtauden varmistamisen jälkeen avata huuhteluventtiililtä ali-paineputkistoon menevä linja niin, että sinne näkee, ja tutkia tukoksen syy. Seinäasennetuissa malleissa tämä vaatii yleensä wc-istuimen irrottamisen. Koneikon jälkeiseen putkeen kertyy monesti kivetymää, jonka voi poistaa joko

kemiallisesti tai mekaanisesti. Kivettymä on kuitenkin epätodennäköinen jos doseeraus on hoidettu säännöllisesti ja huolella.

4.8 Muu poikkeuksellinen toiminta

Vikojen vaihdellessa ongelmasta toiseen samassa wc-istuimessa, tarkista aina ensimmäiseksi alipainevuodot ja takaiskun puhtaus aiemmin mainituilla tavoilla. Myös heikko alipaine aiheuttaa ohjelman toimintavikoja. Ongelmien jatkua vaihtelevasti, vaihda ohjelma uuteen ja tutki onko vanhan ohjelman sisään päässyt kosteutta.

5 AIKATAULUTETUT HUOLLOT JA DOKUMENTOINTI

5.1 Huolto-ohjelmat

Jokaisella aluksella on luokituslaitoksien määräysten mukaan oltava jonkunlainen tekninen huolto-ohjelma tai -kirjanpito. Omakohtaisten kokemusten mukaan nämä ohjelmat ovat olleet kohtalaisen hyvin ylläpidettyjä, jolloin ne myös palvelevat todellista tarkoitustaan. Ongelmaksi vessajärjestelmien kanssa muodostuu monesti se, ettei yksittäisiä hyttitilojen koneikoita juurikaan ole tapana sisällyttää ohjelmiin, etenkin pienemmissä laivayksiköissä. Tämä on jopa perusteltuakin, koska järjestelmän tämän osan kohdalta huoltotyö on lähes poikkeuksetta korjaavaa kunnossapitoa. Puolestaan järjestelmän toinen osa, vakuumikoneikko putkistoiheen, on yleensä otettu mukaan aikataulutettuihin huoltoihin ainakin joiltakin osin, ja huolella tehtynä ne vähentävät korjaavan kunnossapidon tarvetta.

Manuaaleissa on ilmoitettu suositusintervalli tehtäville perushuolloille, mutta nämä huollot kuuluvat niihin joiden kohdalla laitteiston tuntevan henkilön omat kokemukset kertovat parhaiten huollon tarpeen. Tässä on olennaista pitää mielessä, että taloudellisesti huoltotyöt ovat tehokkaimmillaan kun saavutetaan sopiva tasapaino korjaavan ja huoltavan kunnossapidon kesken. Liikaa ei siis pidä miestyötunteja tai varaosia käyttää, että yksittäiset laitteistot toimisivat 100 % varmuudella.

5.2 Dokumentointi

Tarkka dokumentointi tehdyistä töistä ja töistä jota pitäisi tehdä, helpottaa alipaineisten wc-järjestelmien huoltotöissä, ja auttaa hahmottamaan kokonaisuutta, sekä arvioimaan muodostuvia kuluja. Matkustajakapasiteetti määrää paljolti minkälainen dokumentointi on tarpeellista ja miten se kannattaa toteuttaa. Risteilyvarustamot voivat sijoittaa isojakin rahoja huolto-ohjelmiin, joissa saadaan jokaiselle hytille tarkat listat tehdyistä töistä helposti. Käytännössä näiden järjestelmien osalta on monesti riittävää listata tehtyjä töitä esimerkiksi yksinkertaiseen tietokantaan, word- tai excel-dokumenttiin, tai vastaavaan. Taulukkolaskentaohjelmien hyöty tulee esille jo pienissäkin yksiköissä, kun ohjelman omilla työkaluilla voidaan listata helposti kaikki yhden hytin koneikolle tehdyt toimenpiteet, ja saada selvä luettelo siitä kuinka tiheästi korjauksia on jouduttu tekemään. Näin voidaan helposti huomata, jos jossakin yksittäisessä paikassa joudutaan esimerkiksi vaihtamaan osia muita useammin, ja monesti löytää siihen syy olosuhteista.

Toinen olennainen dokumentointikohde on alipaineputkistot. Kuten aiemmin mainittiin, isommissa laivoissa putkistojen doseeraukset suoritetaan yleensä automaattisesti esimerkiksi annostelupumpuilla. Linjoja voi olla helposti, jo pienessäkin risteilylaivassa kymmeniä, jolloin annostelupumpun ostaminen jokaiseen linjaan olisi turhan suuri alkuinvestointi. Lisäksi ne ovat kulutustavaraa, joten ylläpitokustannuksetkin olisivat kohtuuttomat isot. Tästä syystä onkin aika yleistä kierrättää doseerausyksiköitä määrättyssä järjestyksessä linjasta toiseen. Tämäkin on aika mahdotonta saada onnistumaan ilman asiallista dokumentointia, eli tässä tapauksessa toimintaohjetta ja aikataulua.

Putkilinjojen tukokset ovat myös asia josta kannattaa ylläpitää dokumentointia. Tällöin voidaan helpommin huomata, jos sama tai vaikka saman linjan eri kohta menee tukkoon useammin kuin muut linjat. Jos tukokset johtuvat kalsiumkarbonaatista, kannattaa ensin varmistaa onko doseeraus riittävää. On tärkeä myös huomata että olemattoman pienellä käytöllä olevissa linjastoissa ei doseerauksesta ole juurikaan hyötyä, kun happo ei pääse leviämään linjastoon vaan jää seisomaan lähelle doseerauspistettä. Tällöin ratkaisu voi olla niinkin yksinkertainen, kuin että lisää doseerausaikatauluun muistutuksen käydä

huuhtelemassa näiden linjojen vessoja toisinaan. Tiheästi toistuvat tukokset samassa linjassa voivat johtua myös huonosti rakennetusta putkilinjasta. Jos linja on vain suoraa vaakavetoa ilman kallistusta ja kappaleessa 2.1 kuvailtuja käyriä, jää aines helposti makaamaan linjan pohjalle, eikä liiku riittävästi alipaineekoneikkoa kohti. Tällöin kannattaa, tilanteen sen salliessa, tehdä putkistomuutoksilla järjestelmästä suositusten mukainen. Toinen vaihtoehto on, että saman ongelman kanssa joutuu tekemään ylimääräistä työtä säännöllisesti.

6 YHTEENVETO

Aihe opinnäytetyöhön oli minulle selvä jo pitkän aikaa ennen varsinaisen kirjoitusprosessin aloittamista. Tein paljon töitä opintojen alkuvaiheessa juuri alipaineisten wc-järjestelmien parissa, jolloin olisin kaivannut aiheesta enemmän tietoa. Koulussa aihetta ei ollut juurikaan käyty läpi, eikä tiedonhankinta ollut kovin yksinkertaista työn ohessa, etenkin kun vikatilanteita oli huomattavan paljon ja ne erosivat toisistaan. Tuolloin minulle tuli aiheen pitkä oppimäärä opittua lyhyessä ajassa. Silloin sain ajatuksen laatia opinnäytetyönä selvityksen, johon on koottu kasaan asioita joita silloin itse mietin ja etsin lukuisista lähteistä.

Alkuperäinen idea oli muodostaa työ, jossa painotetaan ongelmanratkaisua, mutta työn edistyessä huomasin laitteistoa tutkivan ja selittävän työn tarjoavan kattavamman pohjan ymmärtää kokonaisuuden toimintaa, ja auttaa samalla vianselvityksessä. Näin työstä sai laajemman, mutta silti sen mukaisen mihin olin sen alun perin suunnitellut.

Pääsin opinnäytetyössäni itselleni asettamiini tavoitteisiin, eli sen lisäksi että muodostin toimivan kokonaisuuden ja myös erillään toimivan ongelmanratkaisuoppaan, opin työtä tehdessä itsekin paljon uutta. Työssä esitellyt fysikaaliset ilmiöt ja laitteiston kehityshistoria olivat minulle periaatteina tutut, mutta työtä tehdessäni opin niistä uutta, ja sain mielestäni olennaiset osat taltioitua hyvin myös muiden luettavaksi.

Minulle heräsi tekstiä kirjoittaessa ajatus mieleen, että onko wc-istuinten yhteydessä sijaitseva koneikko jo kehityksensä huipulla, koska toimintaperiaate on ollut sama jo vuosikymmeniä. Samalla vakuumikoneikko on puolestaan

kehittynyt jatkuvasti. Toki pieniä kehityksiä on tullut, kuten uudet hieman hiljaisemmat mallit ja sensoritekniikkaan perustuvat huuhtelunapin korvikkeet, mutta on mielenkiintoista nähdä tuleeko asiasta joku uusi innovaatio, joka muuttaa koko toimintaperiaatteen. Ja tämän myötä tulee eteen kysymyksiä, kuten että ovatko muutokset niin suuria, että kannattaako vanhoja järjestelmiä alkaa muuttamaan, vai ovatko ne järkeviä sijoituksia vain uudisrakennusten kohdalla. Uskonkin itse vakuumikoneikoiden kehittyvän entisestään, kun käyttökokemuksia ja uusia ajatuksia tulee, mutta wc-koneikoiden pysyvän samantyyppisinä. Tällöin tämä opas voi olla ajankohtainen vielä vuosikymmenien päästä.

Suomen kauppalaivastossa on toisen sukupolven vakuumikoneikoita vielä käytössä runsaasti, joiden tekninen käyttöikä alkaa olla jo loppupuolella. Ongelma tulee korostumaan kun vanhat laitteistot pyritään ajamaan alas lopettamalla tuotetuki ja varaosien toimittaminen, tarkoituksena painostaa laivavarustajat päivittämään uudemman sukupolven laitteistoihin. Näitä päivityksiä on jo tehtykin, mutta en ole huomannut niistä olevan tarjolla kovinkaan kattavaa yleisessä levityksessä olevaa tietopakettia jossa ilmenee selvästi hyödyt, haitat ja käytännönjärjestelyt. Tämantyyppiselle kirjalliselle selvityksellekin varmasti olisi kysyntää.

LÄHTEET

Evac ASPM. Evac After Sales Product Manual. 2011. Saatavissa:
http://www.evac.com/sites/default/files/attachments/After_Sales_Product_Catalogue_2011_PROTECTED.pdf [viitattu: 6.4.2016]

Evac OnlineMax R. 2015. Saatavissa: <http://www.evac.com/product/evac-onlinemax> [viitattu: 4.4.2016]

Evac PC. Evac product catalog EVAC 90. 1989.

D. Halliday, R. Resnick & J. Walker. 1997. Fundamentals of physics, extended. 5. painos. New York: John Wiley & Sons inc.

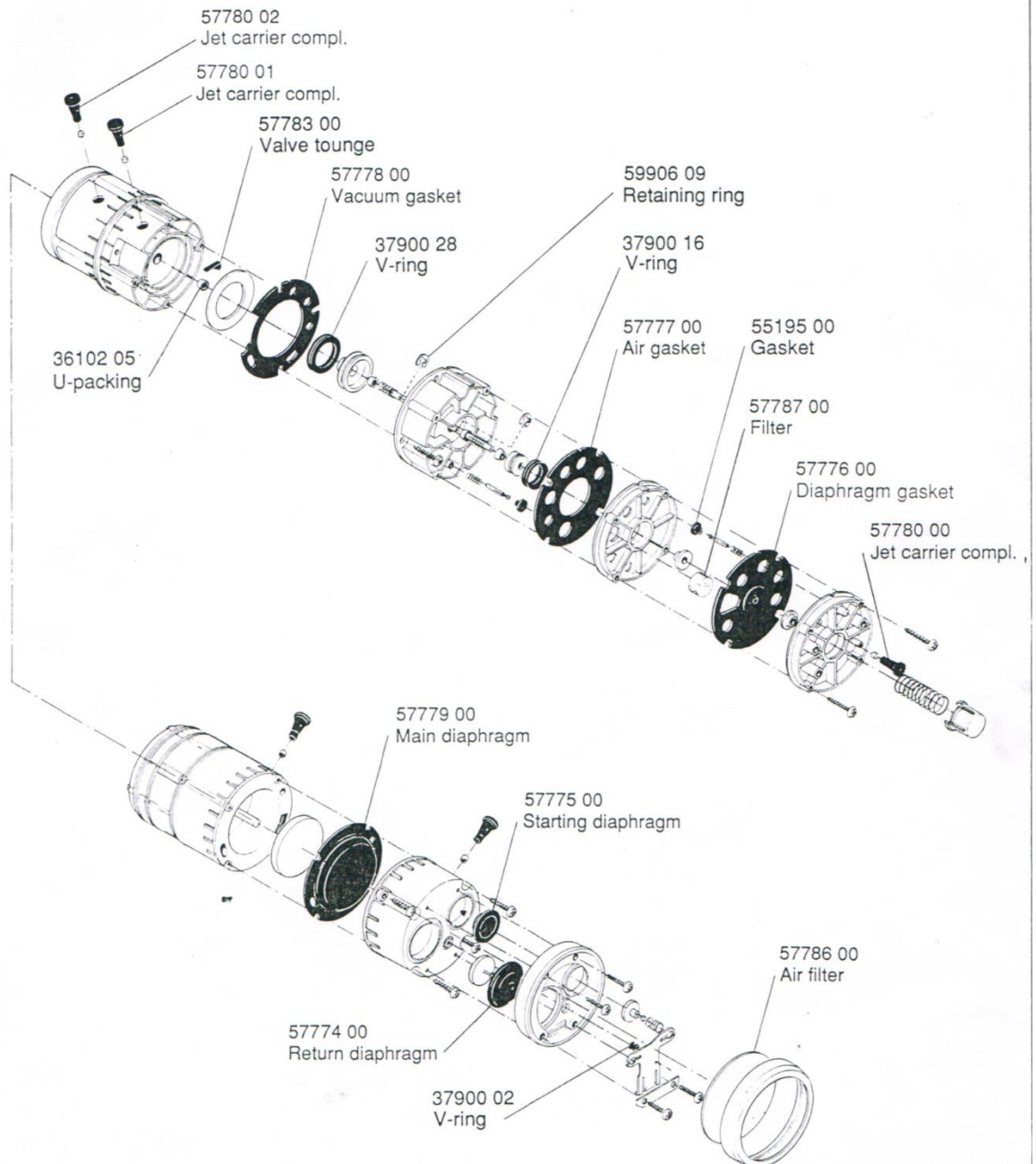
Jets. 2007. Jets Vacuum product Catalogue – Vacuum theory and background. Saatavissa:
<http://www.vacuumtoiletsaustralia.com.au/downloads/files/basic-vacuum-theory.pdf> (viitattu: 1.4.2016)

Jets VPG. Jets Vacuum Piping Guide Maritime. 2011. Saatavissa:
<http://vacuum.jetsgroup.com/~media/Files/Vacuum/PDFvac/Vacuum%20Piping%20Guide%202010%202011%20ENG.ashx> (viitattu 8.4.2016)

Marisol PC. Marisol Pipe Cleaner data sheet.

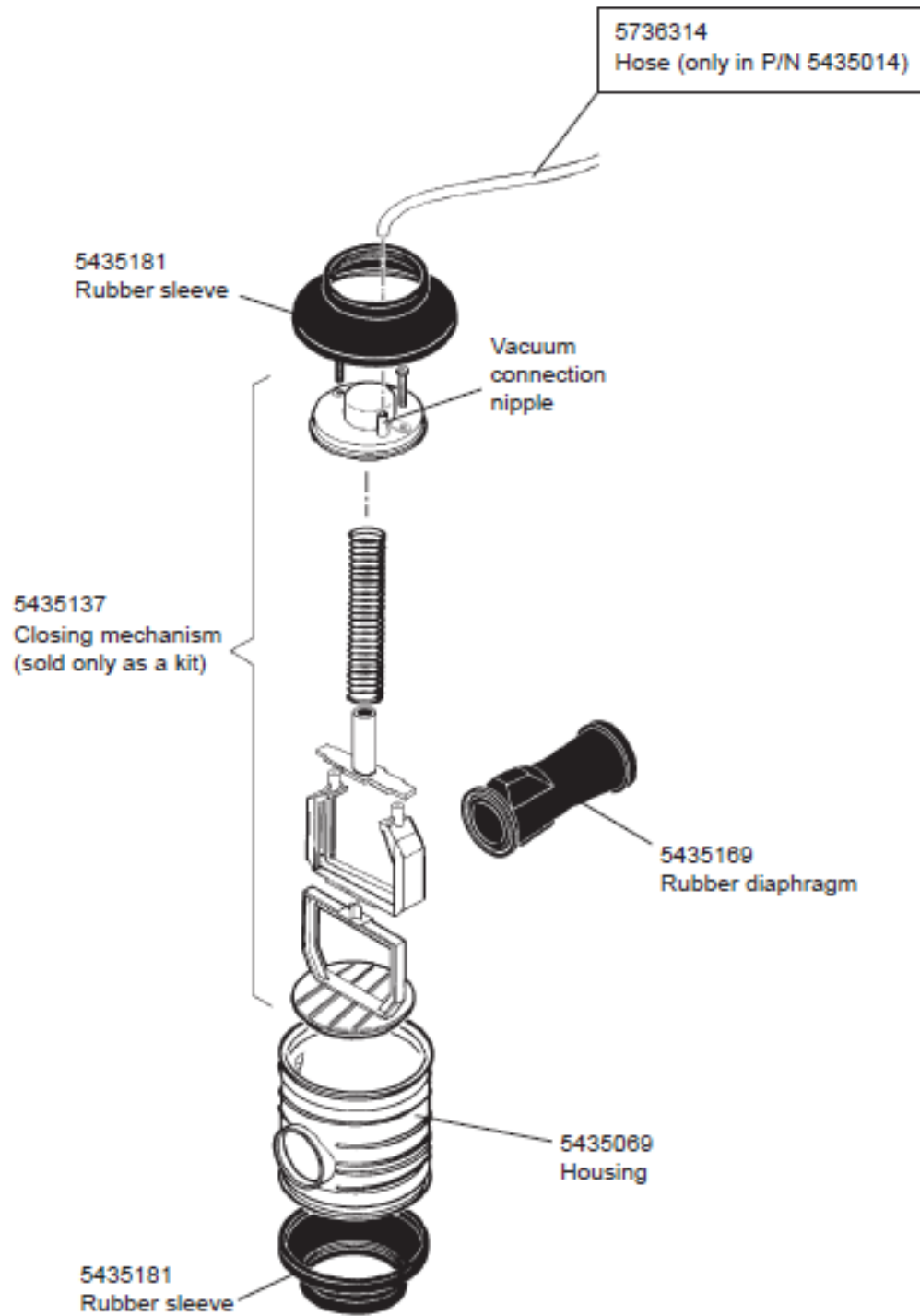
Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2007. Ympäristöministeriön asetus kiinteistöjen vesi ja viemärlaitteistoista. Helsinki.

Liite 1/1



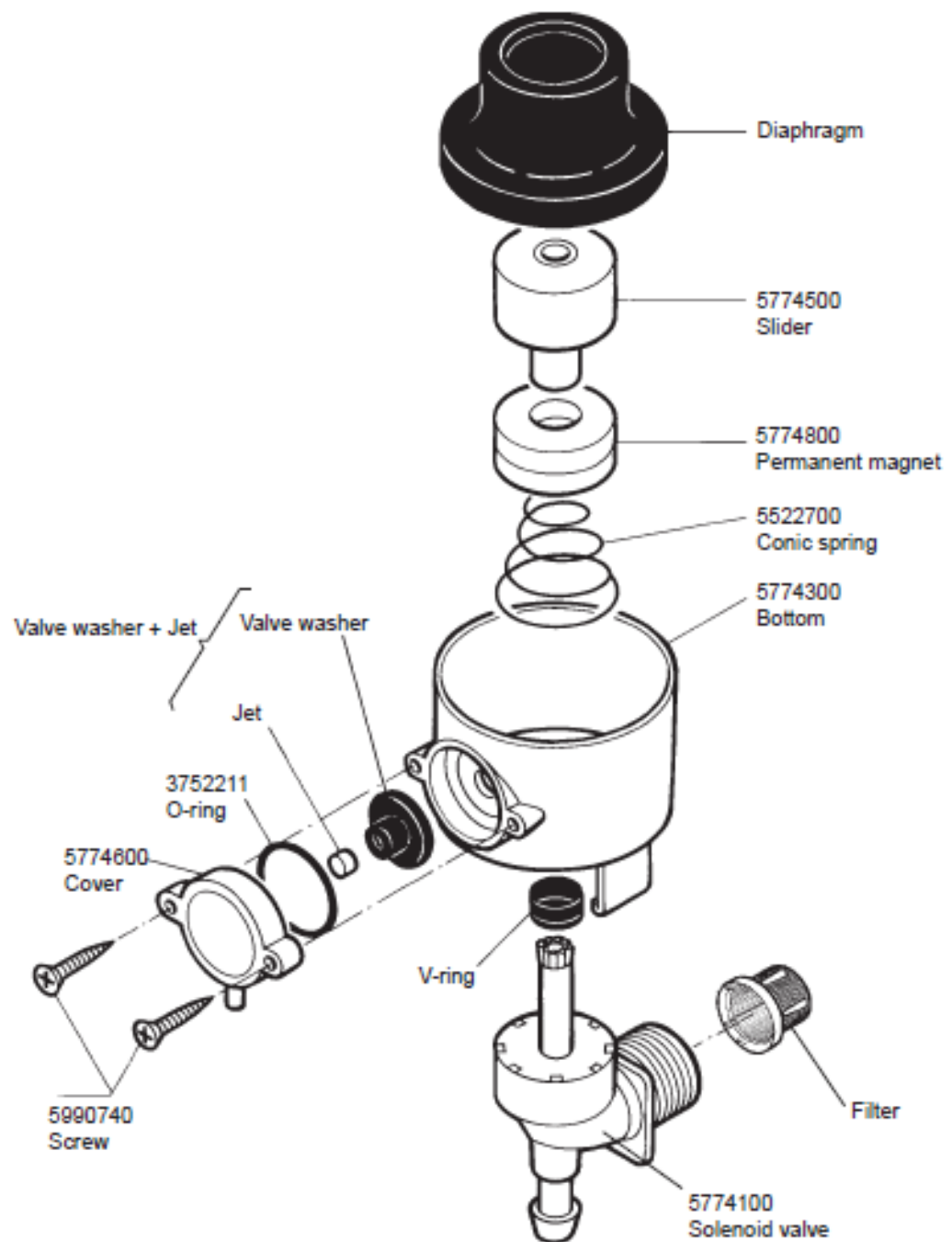
Räjätyskuva ohjelmayksiköstä (Evac PC 1989, 6:132).

Liite 1/2



Räjätyskuva huuhteluventtiilistä (Evac ASPC 2011, 117).

Liite 1/3



Räjätyskuva vesiventtilistä (Evac ASPC 2011, 118).