

samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

KRISTA KUUSELA

# **PH-mittauksen huuhtelun automati- sointi**

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN TUTKINTO-  
OHJELMA  
2025

## TIIVISTELMÄ

Kuusela, Krista: PH-mittauksen huuhtelun automatisointi  
Opinnäytetyö, AMK  
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma  
Maaliskuu 2025  
Sivumäärä: 31

Opinnäytetyössä tarkasteltiin Rauman sellutehtaan valkaisun D0- ja D1-suodoksen pH-mittauksen ongelmaa, jossa mittauslinjat tukkeutuivat ajoittain. Työssä vertailtiin eri vaihtoehtoja pH-mittauksen uudistukselle ja laadittiin kustannusarviot niille. Opinnäytetyössä keskityttiin teknilliseen tarkasteluun.

Sellun valmistusprosessissa pH-mittaukset ovat keskeisiä, sillä ne vaikuttavat tuotannon laatuun. Mittausten tarkkuuden varmistamiseksi suodokset eivät saaneet tukkeutua, mikä aiheutti tarpeen kehittää tehokkaampi ratkaisu. Työssä tutkittiin mahdollisuuksia automatisoida huuhtelu, jotta näytteenotto helpottuisi ja mittaustulokset tarkentuisivat.

Tietoa hankittiin kirjallisuuden, tehtaan sisäisen dokumentaation, työmaan havainnoinnin sekä tehtaan työntekijöiden haastatteluiden avulla. Projektin aikana Metsä Fibre Oy otti vastuun sellutehtaan kunnossapidosta.

Tuloksena kartoitettiin pH-mittauksen parannusvaihtoehtoja ja pyydettiin tarjouksia laitetoimittajilta. Vastauksen toimitti yksi taho, joka ehdotti haponkestävän palloventtiilin ja pneumaattisen toimilaitteen yhdistelmää. Kokonaiskustannusarvio pysyi maltillisena, mikä teki investoinnista kannattavan.

Johtopäätöksenä todettiin, että uudistus oli toteutettavissa ilman merkittäviä lisäkustannuksia ja se parantaisi mittauksen tarkkuutta. Venttiilien varaosien saatavuus oli kuitenkin haaste, koska aiempi laitetoimittaja oli lopettanut kyseisten venttiilien valmistamisen. Työssä havaittiin myös, että selluntuotannon automatisointiin liittyvä tutkimustieto oli melko vanhaa, mikä voisi olla tulevien tutkimusten aihe.

Opinnäytetyön aikana korostui suunnittelutyön ja hyvän kommunikoinnin merkitys. Erityisesti aiempi työkokemus sellutehtaalla helpotti kustannusarvion laatimista ja projektin hallintaa.

Avainsanat: kustannusarvio, venttiilit

## ABSTRACT

Kuusela, Krista: Automation of pH measurement rinsing  
Bachelor's thesis  
Degree program in Electrical and Automation Engineering  
March 2025  
Number of pages: 31

The thesis examined the issue of pH measurement in the D0 and D1 filtrates at the Rauma pulp mill's bleaching process, where measurement lines occasionally became clogged. The study compared different options for modernizing the pH measurement system and provided cost estimates for each. The focus of the thesis was on technical analysis.

In the pulp production process, pH measurements are crucial as they affect production quality. To ensure measurement accuracy, filtrates had to remain unclogged, which created the need for a more efficient solution. The study explored possibilities for automating the rinsing process to facilitate sampling and improve measurement accuracy.

Information was gathered from literature, internal factory documentation, site observations, and interviews with factory employees. During the project, Metsä Fibre Oy took responsibility for the pulp mill's maintenance.

As a result, several improvement options for pH measurement were identified, and equipment suppliers were requested to provide quotes. One supplier responded, proposing a combination of an acid-resistant ball valve and a pneumatic actuator. The total cost estimate remained reasonable, making the investment viable.

The conclusion was that the modernization could be implemented without significant additional costs and would improve measurement accuracy. However, the availability of spare parts for the valves posed a challenge, as the previous equipment supplier had discontinued manufacturing these specific valves. Additionally, it was observed that research related to the automation of pulp production was outdated, which could be a subject for future studies.

Throughout the thesis, the importance of planning and effective communication was emphasized. Previous work experience at the pulp mill was particularly beneficial in preparing cost estimates and managing the project.

Keywords: cost estimates, valves

## ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on syntynyt yhteistyössä Ab Botnia Mill Service Oy:n kanssa, joka on mahdollistanut työn rahoituksen. Haluan esittää lämpimät kiitokset yritykselle tästä tuesta sekä tehtaan työntekijöille heidän arvokkaasta avustaan työn toteutuksessa.

Erityinen kiitos kuuluu myös ohjaajalleni, opettaja Jarno Laineelle, joka on tarjonnut asiantuntevaa ohjausta ja tukea koko prosessin ajan. Lisäksi kiitokset kaikille, jotka ovat myötävaikuttaneet tämän työn valmistumiseen.

# SISÄLLYS

|  |    |
|--|----|
| 1 JOHDANTO .....                                 | 6  |
| 2 TYÖN TOIMEKSIANTAJA .....                      | 7  |
| 3 TYÖKOHTTEEN ESITTELY .....                     | 8  |
| 3.1 D0- ja D1-suodoksen pH-säädön hallinta ..... | 8  |
| 3.2 Työn tavoitteet ja vaatimukset .....         | 9  |
| 4 SELLUNVALMISTUS.....                           | 9  |
| 4.1 Raaka-aineen käsittely .....                 | 9  |
| 4.2 Tuotantoprosessi.....                        | 11 |
| 4.3 Automaatio prosessiteollisuudessa .....      | 13 |
| 5 PH-MITTAUS .....                               | 13 |
| 6 VENTTIILIT .....                               | 14 |
| 7 VENTTIILIENTEKNISET TIEDOT JA VALINTA.....     | 18 |
| 8 KUSTANNUSARVIO.....                            | 21 |
| 9 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....               | 23 |
| 10 POHDINTA .....                                | 24 |
| LÄHTEET.....                                     | 27 |
| LIITE 1 .....                                    | 29 |
| LIITE 2 .....                                    | 30 |
| LIITE 3.....                                     | 31 |

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on Rauman sellutehtaan valkaisun D0- ja D1-suodoksen pH-mittauksen ongelman ratkaisu, koska linjat tukkeutuvat aika ajoin. Työssä verrataan eri vaihtoehtoja pH-mittauksen uudistukselle sekä tehdään kustannusarviot niille. Muutos vaatii sekä mekaanista- että automaatio suunnittelua, mutta opinnäytetyö käsittelee aihetta teknillisen tarkastelun näkökulmasta.

Sellun valmistuksen pH-mittaukset ovat todella tärkeässä osassa prosessia. Näytteiden pitäisi olla puhtaita, etteivät näytä vääriä tuloksia. Väärät tulokset voivat vaikuttaa sellun laatuun ja aiheuttavat huonompaa tuotantolaatua.

D1- ja D0-suodokset, mistä pH-näytteitä otetaan, tukkiutuvat aika ajoin. Tarviin paras mahdollinen ratkaisu tukkeutumisen estämiseksi. Huuhtelu voidaan automatisoida, jotta näytteiden ottaminen helpottuisi sekä mittauksen tulokset olisivat tarkempia.

Työn lopussa esitetään paras valinta uudistukselle ja työn kustannusarvio. Työssä kohteeseen tehdään tekninen tarkastelu, suunnitelma ja taloudellista tarkastelu sekä kustannusarvio.

Suunnittelu tehdään D1- ja D0-suodoksen pH-mittaukseen, eikä muihin pH-mittauksiin. Työhön ei kuulu huuhtelun automatisoinnin tekninen asennus eikä käyttöönotto. Kirjallisuutta tutkimalla haetaan tietoa siitä, löytyykö uutta tekniikkaa linjaston tukkeutumisen estämiseksi. Tietoa hankitaan tarkkailemalla ja havainnoimalla työmaata sekä toimintaympäristöä. Tehtaan omasta sisäisestä dokumentoinnista hyödynnetään tietoa. Työn apuna konsultoidaan tehtaan omia työntekijöitä parannuksen ehdotuksista.

Opinnäytetyö aloitettiin tekemään Ab Botnia Mill Service Oy -yrityksessä vuonna 2022. Työn pitkittyessä Ab Botnia Mill Service Oy yhdistyi Metsä Fibre Oy yritykseen kesken opinnäytetyön tekemistä.

## 2 TYÖN TOIMEKSIANTAJA

Opinnäytetyö suoritetaan Ab Botnia Mill Service Oy -suunnitteluuyhtiössä. Työn tilaaja toimii Metsä Fibre Oy. Työn kohde sijaitsee Rauman Metsä Fibre Oy:n sellutehtaalla. Yritys tarjoaa kaikki metsä- ja selluteollisuuden käynnissäpito-, kunnossapito- ja asennuspalvelut sekä projektointi- ja suunnittelupalvelut yksittäisistä työtilauksista teollisuuslaitostenkunnossapitoon. Yhteisyritys Botnia Mill Service on Metsä Fibren kanssa vuonna 1997 perustettu kunnossapidon erikoisosaaja ja palveluyhtiö. (Caverion, 2020.)

Caverion Industria Oy ja Metsä Fibre Oy sopivat järjestelystä, jossa Metsä Fibre Oy otti vastatakseen omien sellutehtaidensa, ja Rauman sahan kunnossapitotoiminnan sekä niihin liittyvät korjaamo- ja suunnittelupalvelut vuonna 2023. Näitä toimintoja tuotettiin aiemmin yhteisesti omistetussa Oy Botnia Mill Service Ab:ssä. Järjestely toteutettiin liiketoiminnan luovutuksena, ja Caverion Industria Oy osti kaikki Metsä Fibre Oy:n omistamat Oy Botnia Mill Service Ab:n osakkeet. Metsä Fibren palvelukseen siirtyivät Botnia Mill Servicen työntekijät, jotka olivat aiemmin töissä sellutehtailla ja sahalla, sekä kunnossapitotoiminnan käyttö- ja vaihto-omaisuus. (Caverion, 2022.)

Metsä Fibre Oy (entinen Oy Metsä-Botnia Ab) on Metsäliitto Osuuskunnan tytäryhtiö, jossa vähemmistöomistajina ovat Metsä Board ja japanilainen monialayritys Itochu. Yhtiö kuuluu Metsä Groupiin. Yhtiö tuottaa sulfaattiselluloosaa neljässä sellutehtaassa ja sahatavaraa viidellä sahalla Suomessa. (Wikipedia, n.d.)

Metsä Fibren Rauman sellutehtaalla valmistetaan päätuotteena havusellua kartongin, pehmo- ja painopapereiden sekä erikoistuotteiden raaka-aineeksi. Rauman tehtaan erikoisuus on Metsä Strong -sellu, joka on nimensä mukaisesti vahvaa valkaistua havusellua. Sitä käytetään muun muassa aikakauslehtipapereissa, elintarvike-, rakennus- ja pakkauspapereissa sekä lääketeollisuuden papereissa. Havusellun raaka-aineina ovat pohjoinen mänty ja kuusi vastuullisesti hoidetuista metsistä sekä sahatavara. Tehtaassa käytetyn puun

alkuperä on jäljitettävissä. Vuonna 1996 käynnistetty Rauman sellutehdas on teknisesti hyvässä kunnossa ja investointeja on tehty säännöllisesti. (Metsä Group, n.d.-a)

### 3 TYÖKOHTTEEN ESITTELY

#### 3.1 D0- ja D1-suodoksen pH-säädön hallinta

Rauman sellutehtaassa D0- ja D1-suodoksen linjoissa on tukkeutumisongelma ja se vaikeuttaa pH mittauksen ottamista. Kyseiseen ongelmaan on suunniteltu pesusekvenssi, jolla pystyttäisiin estämään linjojen tukkeutuminen. D0 suodoksen pH-mittauksen (24A2672-QI) linjaan yhdistyy VJH-linja, jonka käsiventtiili 26V1531 sekä suodoslinjan viimeinen käsiventtiili vaihdettaisiin automaattiventtiiliksi. Pesusekvenssissä ensin suodoslinjan venttiili sulkeutuisi, jonka jälkeen VHJ-linjan venttiili aukeaa. Huuhtelu kestäisi muutaman minuutin, jonka ajaksi pH-mittaus pysähtyisi. Suodoslinjan huuhtelu toistettaisiin tietyn väliajoin.

Kuvan 1 D1-suodoksen pH-mittauksen (26A4676-QI) linjaan suunniteltaisiin samalainen pesusekvenssi, joka huuhtelisi suodoslinjan tietyn väliajoin. D1 suodoslinjan pesusekvenssiä varten yhdistettäisiin VHJ-linja samalla tavalla kuin D0 suodoslinjaakin sekä lisätään automaattiventtiili VHJ-linjaan ja suodoslinjan loppuun.



Kuva 1. D1 suodoslinjan pH -mittauspiste.

### 3.2 Työn tavoitteet ja vaatimukset

Uudistuksen tavoitteena on tehdä mahdollisimman edullinen uudistus pH-mittauksen huuhtelun automatisointiin. Tavoitteena on myös helpottaa asentajan työtä, joka kerää pH-mittauksen näytteitä. Työlle ei ole määritelty tarkempia vaatimuksia, joten toteutus on vapaamuotoinen.

## 4 SELLUNVALMISTUS

### 4.1 Raaka-aineen käsittely

Sellu- ja metsäteollisuuden toimintaedellytyksenä on riittävät raaka-ainevarat. Teollisuuden toiminnan edellytykset tulevaisuudessa voi taata metsien pinta-ala sekä puuston määrä ja laadun lisäksi se, kuinka hyvin puustot kasvavat. (Häggblom & Ranta, 1977, s.2). "Metsät peittävät yli 75 prosenttia Suomen

maapinta-alasta. Suomi on suhteellisesti Euroopan metsäisin maa. Puuntuotantoon soveltuvaa metsämaata on 20,3 miljoonaa hehtaaria ja kitumaata 2,5 miljoonaa hehtaaria.” (Maa- ja metsätalousministeriö, n.d.)

Kasvikudosten yksi tärkein rakennusainesosa on kuitumainen selluloosa. Selluloosa on eniten luonnossa esiintyvä eloperäinen aine. Siitä on muodostunut yksi tärkeimmistä orgaanisista aineista, kun kasvikuitujen käyttö on jalostettu paperi- ja selluteollisuuteen. Jokaisen kasvin selluloosa on erilainen, esimerkiksi ominaisuuksien, pituuden, muotojen ja rakenteen kohdalla. Puu sisältää noin 30–50-prosenttista selluloosaa, sekä puulajeista mänty ja kuusi sisältävät parasta sellulaatua. (Hägglom & Ranta, 1977, s.1)

Suomessa käytetään kuituteollisuudessa raaka-aineenaan nykyisin useita eri puulajeja. Massan käyttötarkoitusten ja valmistusmenetelmien mukaisesti esiintyy jakaantumista eri puulajien kesken. Mekaanisesti kuusipuusta hiotaan puuhioketta. Puulikemiallisilla menetelmillä valmistetaan massaa kaikista puulajeista oikeilla keittokemikaaleilla. Sulfaattisellun raaka-aine on yleensä mänty, koska siinä on pitkä kuitu sekä pihkaisuuden sekä rasvapitoisuuden vuoksi siitä saadaan paljon sivutuotteita. Sivutuotteita ovat tärpähti, mäntysuopa, mäntyöljy ja hartsi. Sulfaattimenetelmällä voidaan myös valmistaa sellua kaikista puulajeista vahvan lipeän ansiosta. (Hägglom & Ranta, 1977)

Maavarastoalueen käyttäminen on yksi yleisimmistä puun varastointitavoista. Puuta varastoidaan myös ulos suuriin hakekasoihin. Puusta valmistettu hake kuljetetaan yleensä puhaltimien avulla putkijohtoja pitkin suuriin hakekasoihin. Puskutraktoreiden ja kauhakuormaajien avulla haketta levitetään ja siirretään kasoista keittämön syöttökuljettimelle. Hakekasoja on puulajiketta vastaan tavanomaisesti kaksi rinnakkain, jolloin toista täytetään ja toista puretaan. Hakekasan suuruus vastaa yhden tai kahden kuukauden puuntarvetta. (Hägglom & Ranta, 1977, s.38)

## 4.2 Tuotantoprosessi

Sellun valmistuksen ensimmäinen työvaihe on puun kuoriminen kuorimolla. Pitkät puut täytyy ennen koneella kuorimista yleensä katkota sopivan mittaisiksi, koska kukin konetyyppi vaatii määräpituisia puita toimiakseen tehokkaasti. Usein metsätyövaiheessa puut katkaistaan sopivan pituisiksi. Kuorimakoneita on useita tyyppisiä, esimerkiksi veitsikourimakoneet, hankauskuorimakoneet, kuorimarummut ja taskukuorimakoneet. Jo yli 20 vuotta kuorimarummut ovat olleet eniten käytettyjä kuorimakoneita, sillä puun hukka on niissä verraten pieni. Niiden pääosana on suuri, molemmista päistään avonainen, lieriömäinen rumpu. Kuorittavaa puuta syötetään jatkuvasti rumpuun sen toisesta päästä ja toisesta päästä poistuu kuoriutuneita pöllejä. Rummun pyöriessä on koko puukasa liikkeessä, joten puut hankautuvat sekä toisiaan että rummun seinämiä vasten ja täten kuoriutuvat. (Hägglom & Ranta, 1977, s.39)

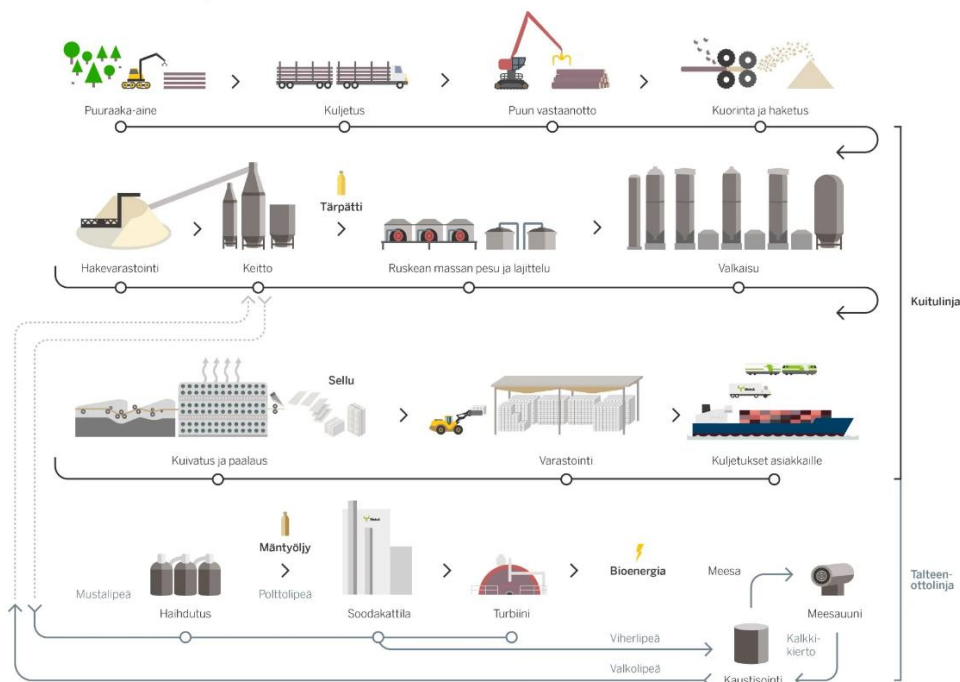
Sellua ja kemimekaanista massaa valmistaessa kuoritut puut hakataan pieniksi 15 x 30 millimetrin pituisiksi lastuiksi eli hakkeeksi, jotta keittoneste tunkeutuisi tasaisesti ja perusteellisesti koko keitettävään puumäärään ja saataisiin mahdollisimman hyvä sellutulos. Hakkeesta lajitellaan seulomalla pois isot oksalastut ja päreet, jotka jäisivät keitossa kypsymättä, sekä tavallisesti myös hieno puru, joka yleensä huonontaa sellun lujuus- ja muitakin ominaisuuksia. Uudet moniterähakkurit tekevät kuitenkin niin tasaista haketta, että monessa sulfaattitehtaassa haketta ei seulota ollenkaan. Yleisin hakekuljetin on edelleen hihnakuljetin. Hihnakuljettimen etuja ovat suhteellisen yksinkertainen rakenne, varmakäyttöisyys, halvat ylläpitokustannukset ja pieni voiman tarve. (Hägglom & Ranta, 1977, s.53)

Haketuksen jälkeen puuhaketta keitetään valkolipeässä, jotta puussa olevat kuidut irtoavat sideaineista. Sellukuidusta muodostuu keittovaiheen edetessä ruskeaa massamaista ainesta, eli sellumassaa. Puuaineksesta ja keittokemikaaleista muodostuva mustalipeä poltetaan soodakattilassa, ja näin valmistetaan bioenergiaa sekä tehtaiden että niiden lähiyhteisöjen tarpeisiin. Samalla keittokemikaalit muutetaan uudelleen selluprosessissa hyödynnettävään muotoon, kuten kuvasta 2 näkee talteenottolinjan kohdalla. (Metsä Group, n.d.-a)

Keittämisen jälkeen sellumassaa pestään ja valkaistaan. Valkaistu sellumassa on pehmeää ja pumpulimaista. Valkaisuvaiheen jälkeen sellumassa jatkaa matkaansa kuivaamolle, jossa massa kuivataan, leikataan arkeiksi ja arkit paa-lataan. Yksi sellupaali painaa 250 kiloa ja kuljetusta varten niitä niputetaan suuremmiksi yksiköiksi. Kotimaan asiakkaille menevä yksikkö painaa 1 000 kiloa, vientiyksikkö taas 2 000 kiloa. Sellu on raaka-aine hyvin monenlaisiin lopputuotteisiin ja siitä kehitetään uudenlaisia innovaatioita ja tuotteita. Näistä hyviä esimerkkejä ovat sellupohjaiset tekstiilikuidut, uudet kuitutuotteet ja uu-denlaiset muovia korvaavat pakkausratkaisut. Prosessissa syntyvää kalkkia, tuhkaa ja sakkoja hyödynnetään lannoitteina ja maanrakennusmateriaalina. (Metsä Group, n.d.-a)

Kuvasta 2 voi nähdä selkeästi selluntuotannon vaiheet alkaen raaka-aineen käsittelystä aina valmiiseen tuotteeseen. Prosessikaavio korostaa jokaisen vaiheen yhteyttä seuraavaan ja havainnollistaa eri tuotantovaiheissa käytettyjä laitteistoja.

### Sellun tuotantoprosessi



Kuva 2. Sellun tuotantoprosessi (Metsä Group, n.d.-b).

### 4.3 Automaatio prosessiteollisuudessa

Tietokone on mahdollistanut prosessista saatavan tiedon keräämisen ja analysoinnin, mikä on parantanut prosessien ymmärrystä, sekä se on mahdollistanut uusien säätötekniisten menetelmien soveltamisen. Prosessiautomaatio sisältää tuotannonohjauksen ja instrumentoinnin. (Kallonen, H., & Insinööritieto, 1981, s.128)

“Automaation avulla pyritään helpottamaan käyttö- ja ohjaustehtävien toteuttamista ja nostamaan tuotannon määrää ja laatua taloudelliselle optimitasolle automaation kustannukset huomioon ottaen. Siten automaation lisääminen on usein miten perusteltavissa joko tuottavuuden lisäyksellä tai ihmisen töiden helpottamisella.” (Kallonen, H., & Insinööritieto, 1981, s.132)

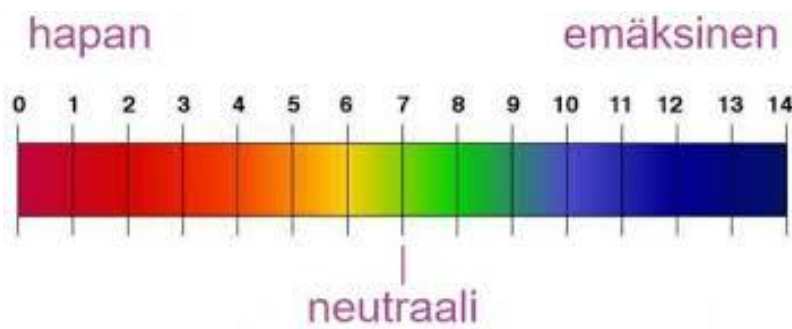
## 5 PH-MITTAUS

pH on fysikaalinen suure, joka mittaa liuoksen happamuutta tai emäksisyyttä. Se kuvaa positiivisten vetyionien (H<sup>+</sup>) aktiivisuutta liuoksessa. Vetyionit ovat ne, jotka aiheuttavat vesiliuoksen happamuuden. Vaikka vetyionien määrää ei voida suoraan mitata kokeellisesti, niiden määrä lasketaan teoreettisin menetelmin. Vesiliuoksen happamuus ilmoitetaan yleensä logaritmisella pH-asteikolla, jossa pH 7 kuvaa neutraalia liuosta, esimerkiksi puhtaan veden pH on 7 25 °C lämpötilassa. (Onkamo, 2010, s.6–7) Kuvasta 3 pystyy havainnollistamaan pH-asteikkoa.

pH-arvoilla 7 liuos on neutraali, alle 7 happamoituu ja yli 7 tulee emäksiseksi. Kuvasta 3 näkyy tyypillinen pH-asteikko, mikä vaihtelee 0–14 välillä. Erittäin happamissa tai emäksisissä liuoksissa pH voi olla näiden rajojen ulkopuolella. Esimerkiksi sitruunamehu on hapan, joten sen pH-arvo on alle 7, kun taas saippuavesi on emäksinen ja sen pH-arvo on yli 7. (Onkamo, 2010, s.6–7)

pH-arvot voivat vaikuttaa ihmisten terveyteen erityisesti silloin, kun ne ovat äärimmäisen alhaisia tai korkeita. Happamat aineet (pH alle 2) ja emäksiset aineet (pH yli 12) voivat aiheuttaa vakavia ihovammoja, silmä ärsytystä ja kudonvaurioita. Molemmat ovat vaarallisia myös hengitettynä tai nieltynä, ja niiden käsittely vaatii asianmukaisia suojatoimenpiteitä. (Environmental Hazards Services LLC, n.d.)

pH:n mittaaminen ja säätäminen ovat tärkeitä useilla eri teollisuuden aloilla, kuten elintarvike-, lääke-, sellu- ja paperiteollisuudessa, vedenkäsittelyssä sekä kemikaalien tuotannossa. Se on keskeinen prosessisuure, jota seurataan ja hallitaan monissa prosesseissa ja se vaikuttaa suoraan tuotteen laatuun ja prosessien tehokkuuteen. (Onkamo, 2010, s.6–7)



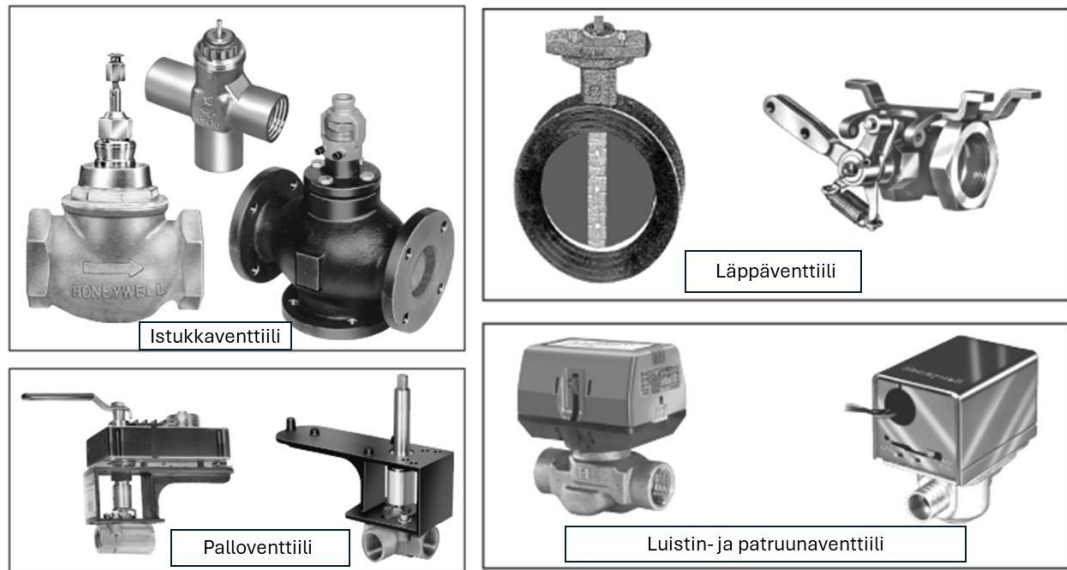
Kuva 3. pH-asteikko (Mooli-kemiansivut, n.d.).

## 6 VENTTIILIT

”Toimilaitteventtiili, tai automaattiventtiili, on ulkoisella voimalla tai signaalilla toimiva venttiilikokonaisuus ON/OFF tai säätökäyttöön. Venttiilin asentoa voidaan ohjata paineilmalla, sähköllä tai hydraulikalla valvomosta käsin.” (Säätö, n.d.)

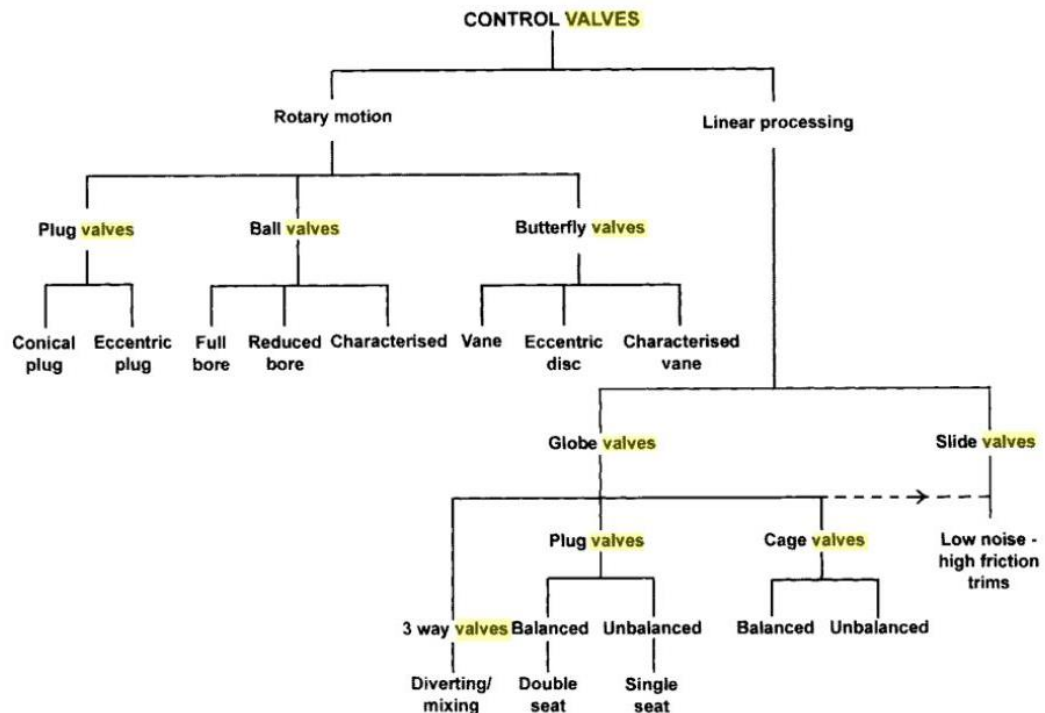
Uutta automaattiventtiiliä valittaessa pitää ottaa huomioon venttiilien erilaiset teknilliset spesifikaatiot. Venttiilin pitää soveltua teknillisten ominaisuuksiensa puolesta uudistettuun linjaan ja sen käyttötarpeeseen.

Toimilaitteventtiilityyppejä ovat esimerkiksi läppä-, istukka-, pallo-, sekä luistinventtiili. (Säätö, n.d.). Kuva 4 havainnollistaa visuaalisesti näiden venttiilityypien rakennetta ja toimintaperiaatteita, mikä auttaa ymmärtämään niiden soveltuvuutta erilaisiin teollisiin tarpeisiin. Tämä antaa kokonaiskuvan venttiilien valinnassa huomioon otettavista tekijöistä.



Kuva 4. Ohjausventtiilien ulkonäkö esimerkkejä (Nesbitt, Brian, 2007).

Kaaviossa 1 on luoteltuna muita erilaisia venttiilityyppejä englannin kieleksi. Kaavion 1 puukaaviota voidaan käyttää suunnittelun apuvälineenä, koska se auttaa visuaalisesti hahmottamaan paremmin venttiilityyppejä.

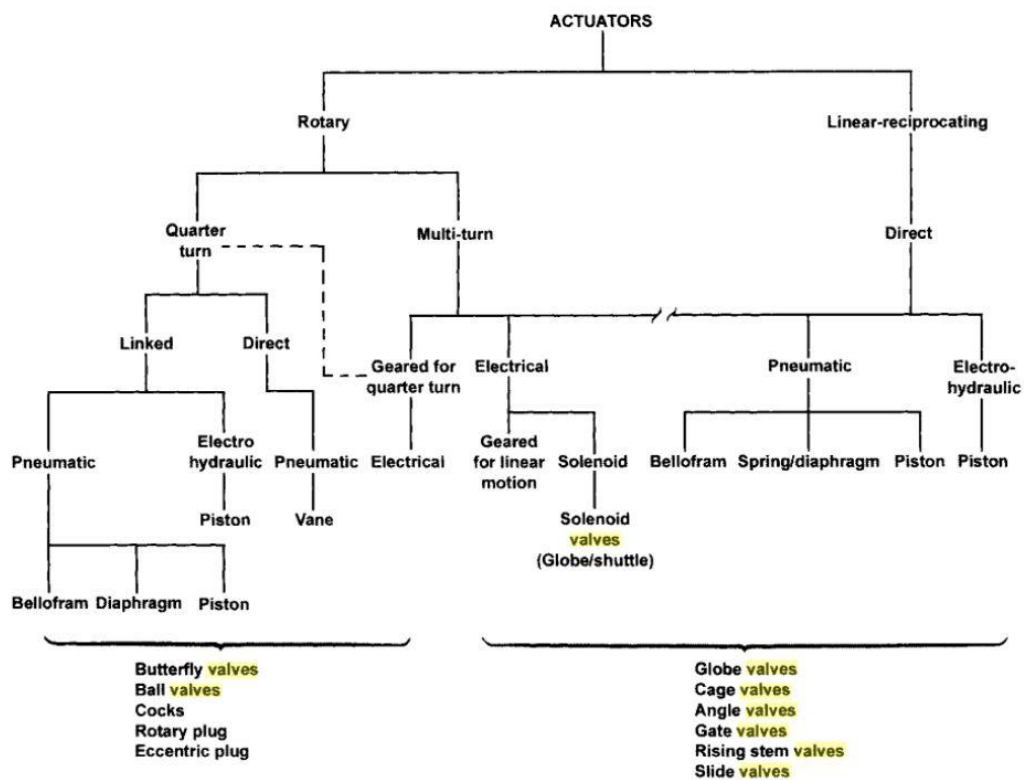


Kaavio 1. Ohjausventtiilityypit (Nesbitt, Brian, 2007).

Säätöventtiilit luokitellaan aluksi käyttöpaikan mukaan kuluttajalle, kaupalliseen tai teolliseen käyttöön. Venttiili tyyppien keskinäinen ero ei ole vain putken ympärysmitoissa eikä paineluokituksissa vaan myös toimilaitteen tyyppin monimutkaisuudessa sekä kuinka monimutkaisen ohjauspiiri vaaditaan. Teolliset venttiilit ovat usein varusteltu pneumaattisilla toimilaitteilla ja kuluttaja käytössä lähes kaikki yksiköt toimitetaan sähköisenä. Pallo- ja luistinventtiilit ovat saatavilla pääasiassa pienempiin putkikokoihin, kun taas läppäventtiilit ovat käytetään tyypillisesti vain suurimmissa putkistoissa. Istukkaventtiilit ovat yleisesti eniten käytetty venttiilityyppi, koska sillä on laaja saatavuus lähes kaikissa kaupallisten ja asuinrakennusten putkikokoihin sekä sitä voi soveltaa useimpiin toimilaitteisiin. (Honeywell, 1998, s.7)

Toimilaitteivaihtoehtoja säätöventtiileille ovat pneumaattinen, hydraulinen ja sähkötoiminen. (Säätö.fi, n.d.). Kaaviosta 2 pystyy havainnollistamaan mitkä toimilaitteet soveltuvat millekin venttiilityypille. Toimilaitteet valitaan yleensä sopiviksi ympäristöön. Säätöventtiilin toimilaitetyypin valinta riippuu useista tekijöistä, kuten venttiilin koosta, käyttöympäristöstä, säätövaatimuksista ja

käytettävissä olevasta energialähteestä. Isommat venttiilit ja korkeat paineet saattavat vaatia hydraulista toimilaitetta, kun taas pienempiin venttiileihin riittää usein pneumaattinen tai sähköinen toimilaite. Sähköiset toimilaitteet ovat yleensä nopeampia ja tarjoavat paremman tarkkuuden kuin pneumaattiset toimilaitteet. Pneumaattiset toimilaitteet vaativat paineilman, sähköiset toimilaitteet sähkövirtaa ja hydrauliset toimilaitteet hydraulista nestettä. Valinta riippuu siitä, mikä energialähde on helposti saatavilla ja taloudellisin. On tärkeää arvioida myös toimilaitteen käyttö- ja huoltokustannukset. Pneumaattiset toimilaitteet ovat usein edullisempia asentaa, mutta niiden käyttökustannukset voivat olla korkeammat pitkällä aikavälillä verrattuna sähköisiin tai hydraulisiin toimilaitteisiin. Lisäksi on tärkeää varmistaa, että valittu toimilaite sopii yhteen säätöjärjestelmän ja automaatiojärjestelmän kanssa. (Nesbitt, Brian, 2007)



Kaavio 2. Venttiilien toimilaitteet (Nesbitt, Brian, 2007).

Venttiilien koot ilmoitetaan yleensä DXXX kokoina, esimerkiksi DN40. DN (mm) tarkoittaa Diameter Nominal eli nimellinen halkaisija milleissä. Koko määräytyy linjaston putkikoon mukaan. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2014/68/EU, s. 17)

Paineluokka määräytyy putkiston ja paineastian paineluokan mukaan, joten suunnittelussa pitää ottaa huomioon painelainsäädännön kohdat. Paineluokka ilmoitetaan PNXX (bar), esimerkiksi PN25. PN tarkoittaa Pression Nominale. (SFS-EN 1092-1, 2007)

Muita teknilliset ominaisuuksia ovat esimerkiksi lämpötilankesto, materiaali, liitäntä sekä EX/ATEX hyväksytyt. Laitteen lisävarusteet määräytyvät tarpeen mukaan. Lisävarusteita ovat esimerkiksi rajakytkimet, asennoittimet sekä solenoidiventtiilit. (Säätö.fi, n.d.)

”Paperi- ja sellutehtaissa on useita vaiheita ja kemiallisia prosesseja, jotka vaativat tiivistämisen erikoisosaamista. Tiivisteiden on kestävä ankaria teollisia olosuhteita, kuten syövyttäviä väliaineita sekä korkeita pyörimisnopeuksia. Yleisemmät tiivistysmateriaalit ovat PTFE-, metalli-, kuitu-, ja telantiivisteet.” (Klinger.fi, n.d)

”Teollisuusventtiilit kuuluvat kahden EU:n direktiivin soveltamisalaan: Painelaitedirektiivi 97/23/EY (the Pressure Equipment Directive, PED) ja Rakennustuotedirektiivi 89/106/EY (the Construction Product Directive, CPD).” (SFS ISSN 0780-7961; 46–2. 2012. Johdanto).

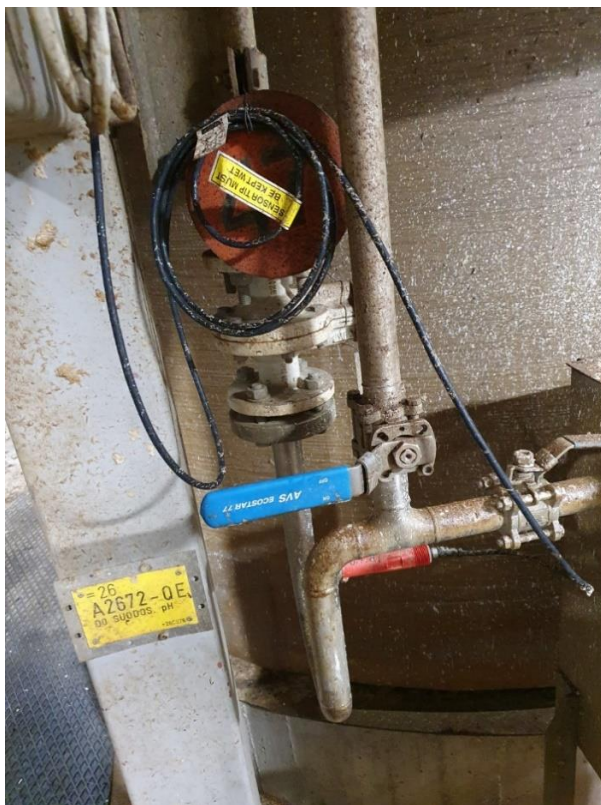
## 7 VENTTIILIEN TEKNISET TIEDOT JA VALINTA

Kuvien 5 ja 6 käsiventtiilien ja linjastojen teknilliset tiedot

- Venttiilien koot ovat DN32
- Paineluokat ovat PN10
- Venttiilit ovat laipallisia sekä käsikäyttöisiä sulkuventtiilejä
- Linjastojen ja venttiilien materiaalit ovat haponkestäviä, lujitemuoviputkea sekä titaania.
- Virtaava aine on hapan suodos eli klooridioksidi, joka tulee pesurilta ja menee suodossäiliöön.



Kuva 5. D1-linjan korvattava käsiventtiili.



Kuva 6. D0-linjan korvattava käsiventtiili.

Uuden komponentin valinnan tueksi kannattaa lähteä kysymään vaihtoehtoja laitetoimittajilta. Toimittajat ovat yleensä asiantuntijoita alallaan ja voivat tarjota arvokasta tietoa eri venttiilityypeistä, niiden ominaisuuksista ja sovelluskoh-teista. He voivat suositella tarpeisiin parhaiten sopivaa venttiilivaihtoehtoa ja tarvittaessa räätälöidä ratkaisun tarpeiden mukaisesti. Toimittajat voivat tarjota teknistä tukea, kuten asennusohjeita ja ylläpitovinkkejä, varmistaen venttiilin oikeanlaisen toiminnan ja pitkän käyttöiän. Hyvämaineiset toimittajat tarjoavat laadukkaita tuotteita, joilla on usein takuut ja sertifioinnit, mikä antaa lisää varmuutta hankinnalle.

Kun venttiilinvalmistajilta ryhdytään tilaamaan tai pyytämään tarjouksia tai suosituksia automaattiventtiileille, täytyy seuraavat tiedot välittää heille:

1. Sovelluskohde sekä virtaava väliaine
2. Säättö- vai sulkukäyttöinen ja arvioitu syklimäärä (auki-kiinni per vuosi)
3. Putkiston paineluokka tai suunnittelulämpötila ja -paine, putkimateriaali ja -koko.
  - Säättöventtiilien osalta seinämävahvuus ja eristepaksuus vaikuttavat mitoituksessa tehtävään melulaskentaan, joka on yksi merkittävä parametri arvioitaessa mitoitus tulosta, ja laitoksen HSE-arviointia tehtäessä.
4. Prosessiarvot:
  - Sulkuventtiileille suurin ja pienin paine-ero kiinniasennossa sekä lämpötila
  - Säättöventtiileille kolmessa mitoitus pisteessä virtaama, lämpötila, tulopaine ja paine-ero kiinniasennossa
5. Vanhan laitteen tiedot, jos laite korvataan uudella.
6. Venttiilityyppi, jos vaaditaan tietynlaista tyyppiä
7. Venttiilin tiivisteiden tiiveysvaatimus ja -suunta
8. Huoltoväli eli käytettävyyssäika

## 8 KUSTANNUSARVIO

Kustannusarvio on tärkeässä osassa uudistuksissa sekä kunnossapidossa, varsinkin teollisuusympäristössä. Budjetti määrittää töiden laajuuden ja ylipäättään sen, että toteutetaanko edes työtä.

Työt pyritään suorittamaan aina kustannusarvion mukaisesti, mutta yleensä tämä on haastava toteuttaa hintamuutosten sekä töiden eskaloitumisen takia. Monesti kannattaa tehdä kustannusarvio hiukan yläkanttiin. Tämän takia kustannusarvioon yleensä lasketaan hiukan enemmän, jotta pienistä muutoksista ei koidu lisäkustannuksia.

Kustannusarvion kohdat:

1. Tarvikkeet/varaosat
2. Asennustyöt
3. Ohjelmointityöt
4. Suunnittelutyöt
5. Ylläpito

Uudet tarvikkeet sekä varaosat kannattavat hankkia samalaisina kuin muissa saman tehtaan linjastoissa käytettävissä kohteissa. Tämä helpottaa varaosien hankkimisessa sekä dokumentaatiossa. On tärkeää, että uudet tarvikkeet soveltuvat vanhojen tilalle linjastoon mahdollisimman pienellä muutoksella.

Asennustöissä pitää ottaa huomioon kohteen sijainti. Jos kohde on liian haastavassa paikassa, voi asennustyöhön kulua laskettua enemmän aikaa. Esimerkiksi telinetyöt tuovat todella paljon lisätunteja ja kustannuksia työhön. Linjaston kohteet eivät ole haastavassa paikassa, joten sijainnin puolesta lisäkustannuksia tai -tunteja ei tarvitse huomioida. Linjastojen venttiilien vaihdossa on tärkeää huomioida, että linjastoissa on klooridioksidia eli hapanliuosta, joka aiemman luvun 5 PH-MITTAUS mukaisesti on haitallista ihmiselle. Asennustyö on suoritettava sellutehtaan huolto-/tuotantoseisokin aikana, jolloin linjastot voidaan tyhjentää turvallisen työympäristön varmistamiseksi.

Isommissa asennustöissä on usein helpompi käyttää alihankkijoita. Alihankkijoilla voi olla erityisosaamista tietyillä aloilla, mikä parantaa asennustöiden laatua ja tehokkuutta. Alihankkijoiden käyttö voi olla kustannustehokkaampaa kuin oman henkilökunnan kouluttaminen tai uusien laitteiden hankkiminen. Alihankkijoiden käyttö vapauttaa yrityksen omat resurssit muuhun työhön, kuten suunnitteluun tai tuotekehitykseen. Alihankkijoiden käyttö mahdollistaa joustavuuden sillä heitä voidaan käyttää tarpeen mukaan eri projekteissa. Alihankkijoiden käyttö voi jakaa riskejä ja vastuita, mikä voi olla hyödyllistä suurissa ja monimutkaisissa asennusprojekteissa. Tässä uudistuksessa kannattaa käyttää kuitenkin tehtaan sisäistä työvoimaa, esimerkiksi asennuspuolen työntekijöitä sekä ohjelmointiosaamista, koska työ ei ole laaja eikä vaadi erityisosaamista. Sisäisen työvoiman käytön ansiosta työ voidaan suorittaa edullisemmin. Työvoimalle on myös tuttu ympäristö työskennellä, mikä nopeuttaa työn etenemistä. Työ on myös turvallisempaa tehtaan omalle henkilökunnalle.

Ohjelmointityöhön ei tarvitse laskea suuria määriä lisätunteja, koska samanlainen pesusekvenssi on ohjelmoitu toiseen samankaltaiseen kohteeseen. Samaa ohjelmaa voi käyttää myös tässä kohteessa.

Koska uudistus ei ole kauhean laaja, ei suunnittelutyöhön eli dokumenttien päivittämiseen mene paljon aikaa. Suunnittelussa pitää ottaa huomioon venttiilin huoltoajanjakson dokumentointi laitekorttiin. Suunnitteluun kuuluu sähkö- sekä mekaanisenpuolen suunnittelua.

Automaatioventtiilien ylläpito on olennainen osa teollisten prosessien sujuvaa toimintaa. Ylläpito sisältää muun muassa säännölliset tarkastukset, puhdistukset ja kuluvien osien, kuten tiivisteiden ja kalvojen, vaihtamisen. Lisäksi venttiilien toimilaitteet ja anturit on tarkistettava ja kalibroitava, jotta ne reagoivat oikein ohjausjärjestelmän komentoihin. Ennaltaehkäisevä huolto auttaa ehkäisemään toimintahäiriöitä ja pidentämään venttiilien käyttöikää, mikä vähentää tuotantoseisokkeja ja kustannuksia. On myös tärkeää varmistaa, että venttiilien ohjausjärjestelmä toimii moitteettomasti, ja päivittää tarvittaessa ohjelmistot tai komponentit.

## 9 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tarjouspyyntö lähetettiin yhteensä viidelle eri toimijalle, joista kolme edustivat laitevalmistajia ja kaksi alan jälleenmyyjä. Näistä yksi taho vastasi tarjouspyyntöön ja toimitti vastauksen, jossa ehdotettiin seuraavanlaista venttiiliratkaisua.

Haponkestävä venttiilit toimilaitteella:

Venttiili:

Econosto Oy

0319032H palloventtiili 2019D

AISI-316/TFM1600

DN32

PN16 laippa

Toimilaite:

Klinger Finland Oy

ACTKD2063 pneumaattinen toimilaite

DA63 919 asennus

Palloventtiilin tarkemmat tekniset tiedot löytyvät liitteestä 1, ja sen piirustukset on esitetty liitteessä 2. Toimilaitteen yksityiskohtaiset tiedot puolestaan on koottu liitteeseen 3.

Venttiilien tiivisteitä löytyy hyllytavarana sellutehtaalta jo valmiiksi. Jos tiivisteet on päässyt loppumaan niin niitä löytyy yleensä paikallisilta liikkeiltä suoraan hyllystä tai uusien venttiilien mukana tulee valmiiksi.

Asiantuntijakonsultoinnin perusteella saadun tiedon mukaan työaika yhdeltä kokeneelta asentajalta voidaan laskea noin 8 tuntia sellutehtaan tuotanto-/huoltoseisakin aikana. Kustannusarvioon laskettu asentajalle työpari. Lisäksi pitää laskea myös tunteja kaapelointiin ja kytkentöihin.

Projektin kokonaiskustannusarvio on esitetty yksityiskohtaisesti taulukossa 1, jossa kustannukset on eritelty eri osa-alueittain selkeyden ja vertailtavuuden parantamiseksi.

Taulukko 1 Kokonaiskustannusarvio

| <b>Kustannuserä</b>          | <b>Määrä</b> | <b>Yksikköhinta<br/>(€)</b> | <b>Kokonaiskustannus<br/>(€)</b> |
|------------------------------|--------------|-----------------------------|----------------------------------|
| Laitteet ja materiaalit      | 2 kpl        | 362                         | 724                              |
| Asennus- ja työvoimakulut    | 2 x 8 h      | 45                          | 720                              |
| Ohjelmointi ja dokumentointi | 4 h          | 60                          | 240                              |
|                              |              |                             | <b>1 684</b>                     |

Taulukon 1 kokonaiskustannusarvion perusteella linjastojen uudistustyö kannattaa toteuttaa, koska kustannukset pysyvät maltillisella tasolla teollisuusympäristössä. Kustannusarviossa ei pystynyt kilpailuttamaan eri laitetoimittajien tarjouksia, joten oli päädyttävä yhteen ratkaisuun.

Valitettavasti uudistusta ei voi tehdä samoilla komponenteilla, mitä aiemmassa linjauudistuksessa oli tehty. Rauman sellutehtaalla aikaisempi vakiintunut laitetoimittaja oli lopettanut kyseisten venttiilien valmistamisen. Tämä aiheuttaa pienesti ongelmia varaosien varastointia tehtaalla, koska uuden toimittajan myötä tarvitaan uusia varaosia.

## 10 POHDINTA

Opinnäytetyössä ja yleisesti suunnittelutyössä teorian läpikäyminen on olennainen osa prosessia, sillä tuotannon prosessin ja linjastoissa virtaavan aineen ominaisuuksien ymmärtäminen on ratkaisevan tärkeää, esimerkiksi venttiilien

valinnassa sekä muiden töiden suunnittelussa. Tämä tieto mahdollistaa oikeiden teknisten ratkaisujen tekemisen, mikä parantaa prosessin tehokkuutta ja luotettavuutta. Sellun valmistus- ja tuotantoprosessista ei ole saatavilla uudemmpaa tutkimustietoa. Viimeisimmät lähteet, joita hyödynsin, ovat peräisin vuodelta 1981. Tämä osoittaa, että alalla ei ole julkaistu merkittäviä uusia tutkimuksia tai kirjallisuutta viime vuosikymmeninä, mikä voi vaikuttaa tiedon ajantasaisuuteen ja sovellettavuuteen nykypäivän tuotantomenetelmiin. Selluntuotantoprosessista voisi kehittää tutkimusaiheen, jonka tavoitteena olisi päivittää alan tietämys nykypäivän vaatimusten mukaiseksi ja tuoda esiin 2000-luvun aikana tapahtuneet muutokset. Tällainen tutkimus voisi keskittyä esimerkiksi uusiin teknologisiin innovaatioihin, prosessien tehokkuuden parantamiseen sekä ympäristövaikutusten vähentämiseen. Selluntuotantoprosessin automatisointi on kehittynyt merkittävästi 2000-luvulla, mikä on muuttanut niin tuotantomenetelmiä, tehokkuutta kuin ympäristövaikutuksia. Koska aiempi kirjallisuus ei kata näitä uusimpia teknologisia edistysaskeleita, on tärkeää tuottaa ajantasaista tutkimusta ja kirjallisuutta. Päivitetty tieto hyödyttäisi niin teollisuutta, tutkijoita kuin koulutustakin, tarjoten ajankohtaista ja relevanttia tietoa selluntuotannon nykytilasta ja tulevaisuuden kehityssuunnista sekä ymmärtämään modernin automaation vaikutuksia.

Teoriaa läpi käytäessä luin tekstin ”Lisäksi kaikilta prosessinhoitajilta ei edellytetä yhtä suurta ammattitaitoa kuin käsiohjausta käyttäessä. Toisaalta tästä on seurannut myös negatiivisia vaikutuksia, so. prosessinhoitajien ammattitaidon alenemista” (Kallonen, H., & Insinööritieto, 1981, s.136) joka pisti miettimään automatisoinnin negatiivisia puolia alalla. Minulle heräsi kysymyksiä mieleen, että onko automatisointi aina kannattavampaa kuin esimerkiksi käsiohjaus. Opinnäytetyön tavoitteena on helpottaa asentajan työtä, jolloin automatisointi kohteessa on paras vaihtoehto ratkaisulle.

Suunnittelutyö on tärkeää, koska se auttaa määrittelemään projektin tavoitteet ja suunnan. Kehittämistyö puolestaan mahdollistaa uusien ratkaisujen löytämisen ja teknologisten innovaatioiden kehittämisen. Kustannusarvio taas auttaa varmistamaan, että projekti pysyy budjetissa ja että resurssit käytetään tehokkaasti. Nämä kaikki yhdessä auttavat varmistamaan, että insinöörin työ on

tehokasta ja että lopputulos vastaa odotuksia. Uudistyöt ja kustannusarviot ovat yleisiä insinöörin työkuvassa. Monet alalla työskentelevät ovat vähintään kerran päässyt tekemään kustannusarviota ja/tai uudistus- sekä kehittämistyötä.

Työssä piti hyödyntää paljon itse käytännön työssä opittua tietoa sekä konsultoida sellutehtaalla vakituisesti työskenteleviä työntekijöitä. Työtä tehdessä tuli ilmi, kuinka suunnittelutyössä on tärkeää, että kommunikointi toimii tehokkaasti ja tarvittaessa saa apua muilta työntekijöiltä. Aikaisempi työkokemus tehtaalla auttaa määrittämään kustannusarviota, koska se tarjoaa paremmat lähtötiedot, kuten tietoa työkohteesta, eri työvoimien kustannuksista sekä tarvittavista materiaaleista. Lisäksi kokemus auttaa tunnistamaan mahdollisia riskitekijöitä ja tehokkaampia toimintatapoja, mikä parantaa arvioinnin tarkkuutta ja projektin hallintaa kokonaisuudessaan.

Työn toteuttamista hankaloittivat merkittävästi laitetoimittajien ja jälleenmyyjien passiivisuus. Työelämässä ollessa myynnin yhteyshenkilö voi auttaa saamaan kustannusarvion, mikä helpottaa päätöksentekoa ja suunnittelua. Opiskelijana tällaista tukea ei yleensä ole saatavilla, mikä teki opinnäytetyön kustannusarvion suunnittelusta haastavampaa. Työelämässä puolestaan on mahdollista saada nopeammin ja tarkemmin tietoa kustannuksista yritysten myyjä-kontakteilta, mikä parantaa resurssien hallintaa ja projektien etenemistä. Valittavasti sellutehtaalla aikaisemmin käytetty laitetoimittaja on lopettanut venttiilien valmistamisen, joten piti valita eri valmistajalta laitteet.

Opinnäytetyön tavoitteet saavutettiin, vaikka vain yhden vaihtoehdon avulla. Opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää laajemminkin, esimerkiksi muidenkin komponenttien tilaamisprosessissa. Erityisesti venttiileihin liittyvää tietoa voidaan soveltaa teoreettisena pohjana, mikä auttaa ymmärtämään ja kehittämään myös muiden vastaavien komponenttien hankintaa ja hallintaa. Tämä mahdollistaa opinnäytetyön hyödyntämisen laajemmin eri sovelluskohteissa ja teollisuuden tarpeissa.

## LÄHTEET

Caverion. (16.05.2022). Botnia Mill Servicen liiketoiminta jaetaan Caverionille ja Metsä Fibrelle. [Pörssitiedote]. Haettu 22.03.2024 osoitteesta <https://www.caverion.fi/media/tiedotteet/2022/botnia-mill-servicen-liiketoiminta-jaetaan-caverionille-ja-metsa-fibrelle/>

Caverion. (2020). Liiketoiminta ja palvelut. Viitattu 3.10.2022 <https://www.caverion.fi/katalogi/palvelut/botnia-mill-service/>

Environmental Hazards Services LLC. (n.d.). What pH Level is Hazardous?. Haettu 13.12.2024 osoitteesta <https://leadlab.com/what-ph-level-is-hazardous/>

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2014/68/EU, annettu 15 päivänä toukokuuta 2014, painelaitteiden asettamista saataville markkinoilla koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön yhdenmukaistamisesta (uudelleenlaadittu) ETA:n kannalta merkityksellinen teksti. EUVL L 189, 27.6.2014, p. 164–259.  
<http://data.europa.eu/eli/dir/2014/68/oj>

Honeywell. (1998). Desing and Application Guide for the Honeywell Valves an Actuators. Haettu 26.04.2024 osoitteesta <https://prod-edam.honeywell.com/content/dam/honeywell-edam/hbt/en-us/documents/manuals-and-guides/reference-guides/63-7035.pdf>

Hägglom, I. & Ranta, V. (1977). Sellun valmistus. WSOY.

Kallonen, H., & Insinööritieto. (1981). Selluteknikka tänään. Insinööritieto Oy.

Klinger.fi (n.d). Paperi, sellu, saha. Haettu 22.03.2024 osoitteesta <https://www.klinger.fi/fi/ratkaisumme-toimialoittain/paperi-sellu-ja-saha/>

Maa- ja metsätalousministeriö. (n.d.). Suomen metsävarat. Haettu 3.10.2022 osoitteesta <https://mmm.fi/metsat/suomen-metsavarat>

Metsä Group. (n.d.-a). Rauman sellutehdas. Haettu 3.10.2022 osoitteesta <https://www.metsagroup.com/fi/metsafibre/metsafibre/sellun-tuotanto/rauma-pulp-mill---fi/>

Metsä Group. (n.d.-b). Sellun tuotantoprosessi. Haettu 3.10.2022 osoitteesta <https://www.metsagroup.com/fi/metsafibre/metsafibre/sellun-tuotanto/>

Mooli-kemiansivut (n.d.). Happo. Haettu 19.04.2024 osoitteesta <https://www.nettinuotta.com/opetus/8Ke/Jaksollinen/hapot.html>

Nesbitt, Brian. (2007). Valves manual international: Handbook of valves and actuators. Butterworth-Heinemann.

Onkamo, M. (2010). pH:n mittaukset prosessiteollisuudessa. [AMK-opinnäytetyö, Tampereen ammattikorkeakoulu]. Theseus.

<https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2010111314441>

Suomen standardisoimisliitto & Metalliteollisuuden standardisointiyhdistys. (2012). Teollisuusventtiilit: Osa 2, Suunnittelu = Industrial valves. Part 2, Design. Suomen standardisoimisliitto.

Suomen standardisoimisliitto & Metalliteollisuuden standardisointiyhdistys. (2007). SFS-EN 10253-2. Päittäishitsattavat putkenosat. 2007. Osa 2: Toimintuseräkohtaisesti tarkastettavat seostamattomat teräkset ja ferriittiset seostet. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

Säätö.fi. (n.d.). Toimilaitteventtiilit. Haettu 3.10.2022 osoitteesta

<https://saato.fi/tuotteet/toimilaitteventtiilit/>

Wikipedia. (n.d.). Metsä Fibre Oy. Wikipedia. Haettu 3.10.2022, osoitteesta

<https://fi.wikipedia.org/wiki?curid=158105>

LIITE 1

SALES SERVICE  
+358 (0)17 262 3555  
info@econosto.fi



2019D

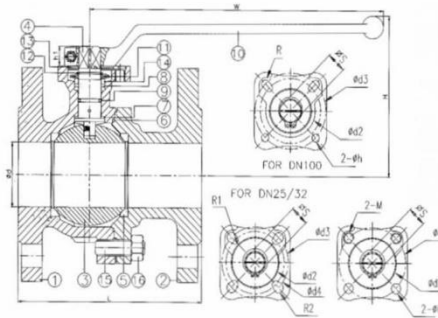
# Laipallinen palloventtiili Flanged End Ball Valve

FI / EN



Kaksiosainen, täysaukko  
Uloslentämätön kara  
PN 16-40  
PTFE/15% lasikuitu pallon tiiviste  
Toimilaitelaippa ISO5211  
Fire Safe  
Anti-Static Device  
Rak.pituus DIN 3202 F4

2-piece, full bore  
Flanged ends  
Blow-out proof stem  
PN16-40  
15% glassfiber filled PTFE  
reinforce seat  
Mounting pad ISO5211  
Fire Safe  
Anti-Static Device  
Face to face DIN 3202 F4



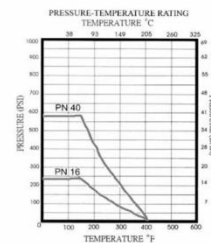
| Materiaali / Material            | Haponkestä / Stainless steel |
|----------------------------------|------------------------------|
| 1 Runko / Body                   |                              |
| 2 Yhde / Cap                     | ANSI-316 / CF8M              |
| 3 Palla / Ball                   |                              |
| 4 Käsi / Stem                    | ASTM A276-316                |
| 5 Pallon tiiviste / Ball seat    | R-PTFE*                      |
| 6 Tiiviste / Gasket              |                              |
| 7 Karan tiiviste / Thrust washer | PTFE                         |
| 8 Tiiviste / Packing             |                              |
| 9 O-renkas / O-ring              | Viton                        |
| 10 Kahva / Handle                | ANSI-316 / CF8M              |
| 11 Joukilevy / Disc spring       | 50CrV4                       |
| 12 Lukkorenka / C-Snap Ring      | SUS 304 CSP                  |
| 13 Lukkolevy / Lock pad          |                              |
| 14 Painerenka / Gland ring       | ANSI-304                     |
| 15 Pulli / Bolt                  |                              |
| 16 Mutter / Nut                  |                              |

\*R-PTFE = PTFE/15% lasikuitu / 15% Glassfiber filled PTFE

Saatavana myös  
ANSI-150/300 mallia  
2020-2021D

Also available  
ANSI-150/300 model  
2020-2021D

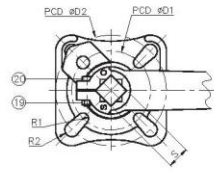
| D<br>N  | d   | H   | W   | L   | ISO DIN | S  | h1   | d2   | d3 | d4  | M   | h   | R1   | R2  | Torque N·M |        | Cv   |
|---------|-----|-----|-----|-----|---------|----|------|------|----|-----|-----|-----|------|-----|------------|--------|------|
|         |     |     |     |     |         |    |      |      |    |     |     |     |      |     | Breakaway  | Action |      |
| PN16-40 | 15  | 15  | 75  | 115 | F03     | 9  | 8,5  | 28   | 36 | -   | M6  | 5,5 | -    | -   | 3          | 1,5    | 10   |
|         | 20  | 20  | 80  | 120 |         |    |      |      |    |     |     |     |      |     | 3          | 1,5    | 16   |
|         | 25  | 24  | 85  | 125 | FM4F05  | 11 | 11   | 30,5 | 42 | 50  | -   | 5,5 | 2,75 | 3,5 | 5          | 2,5    | 45   |
|         | 32  | 30  | 98  | 130 |         |    |      |      |    |     |     |     |      |     | 9          | 3,5    | 81   |
| PN16    | 40  | 38  | 103 | 140 | F05     | 14 | 15   | 38   | 50 | -   | M8  | 7   | -    | -   | 18         | 9      | 105  |
|         | 50  | 50  | 111 | 150 |         |    |      |      |    |     |     |     |      |     | 30         | 16     | 360  |
|         | 65  | 64  | 122 | 170 | F07     | 17 | 18,5 | 56   | 70 | -   | M10 | 9   | -    | -   | 48         | 28     | 440  |
| PN16    | 80  | 76  | 130 | 180 |         |    |      |      |    |     |     |     |      |     | 65         | 35     | 1310 |
|         | 100 | 100 | 140 | 190 | F10     | 22 | 24   | 71   | 91 | 102 | -   | 11  | 5,5  | 5,5 | 80         | 45     | 2500 |



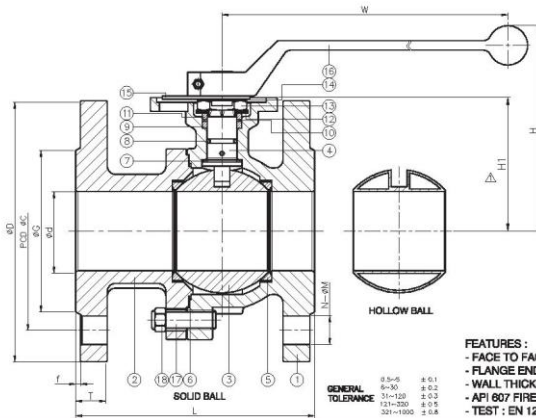
# LIITE 2

## 2-PC Flanged End Ball valve

2019D  
1.4408/1.0619  
DN 15-100 PN16/40



| DN  | F   | G   | C   | D   | L   | H   | W   | T  | S  | D1  | D2  | R1   | R2   | N | M   | Tolerance (mm) |            | Surface finish |           |      |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|------|------|---|-----|----------------|------------|----------------|-----------|------|
|     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |     |     |      |      |   |     | Face to face   | Flange end | Ra             | ISO 15005 |      |
| 15  | 15  | 30  | 45  | 115 | 115 | 50  | 30  | 10 | 8  | 30  | 42  | 0.10 | 0.10 | 1 | 12  | 1.4408         | ±0.10      | ±0.10          | 0.8       | 12.5 |
| 20  | 20  | 40  | 60  | 145 | 145 | 60  | 40  | 12 | 10 | 40  | 52  | 0.15 | 0.15 | 1 | 16  | 1.4408         | ±0.15      | ±0.15          | 0.8       | 12.5 |
| 25  | 25  | 50  | 75  | 175 | 175 | 75  | 50  | 14 | 12 | 50  | 62  | 0.20 | 0.20 | 1 | 20  | 1.4408         | ±0.20      | ±0.20          | 0.8       | 12.5 |
| 30  | 30  | 60  | 90  | 205 | 205 | 90  | 60  | 16 | 14 | 60  | 72  | 0.25 | 0.25 | 1 | 25  | 1.4408         | ±0.25      | ±0.25          | 0.8       | 12.5 |
| 35  | 35  | 70  | 105 | 235 | 235 | 105 | 70  | 18 | 16 | 70  | 82  | 0.30 | 0.30 | 1 | 30  | 1.4408         | ±0.30      | ±0.30          | 0.8       | 12.5 |
| 40  | 40  | 80  | 120 | 265 | 265 | 120 | 80  | 20 | 18 | 80  | 92  | 0.35 | 0.35 | 1 | 35  | 1.4408         | ±0.35      | ±0.35          | 0.8       | 12.5 |
| 50  | 50  | 100 | 150 | 335 | 335 | 150 | 100 | 25 | 22 | 100 | 112 | 0.40 | 0.40 | 1 | 45  | 1.4408         | ±0.40      | ±0.40          | 0.8       | 12.5 |
| 60  | 60  | 120 | 180 | 405 | 405 | 180 | 120 | 30 | 26 | 120 | 132 | 0.45 | 0.45 | 1 | 55  | 1.4408         | ±0.45      | ±0.45          | 0.8       | 12.5 |
| 70  | 70  | 140 | 210 | 475 | 475 | 210 | 140 | 35 | 30 | 140 | 152 | 0.50 | 0.50 | 1 | 65  | 1.4408         | ±0.50      | ±0.50          | 0.8       | 12.5 |
| 80  | 80  | 160 | 240 | 545 | 545 | 240 | 160 | 40 | 34 | 160 | 162 | 0.55 | 0.55 | 1 | 80  | 1.4408         | ±0.55      | ±0.55          | 0.8       | 12.5 |
| 90  | 90  | 180 | 270 | 615 | 615 | 270 | 180 | 45 | 38 | 180 | 172 | 0.60 | 0.60 | 1 | 90  | 1.4408         | ±0.60      | ±0.60          | 0.8       | 12.5 |
| 100 | 100 | 200 | 300 | 685 | 685 | 300 | 200 | 50 | 42 | 200 | 182 | 0.65 | 0.65 | 1 | 110 | 1.4408         | ±0.65      | ±0.65          | 0.8       | 12.5 |



| ITEM | PARTS             | MATERIAL        |        |
|------|-------------------|-----------------|--------|
| 1    | BODY              | 1.4408          | 1.0619 |
| 2    | CAP               |                 |        |
| 3    | SOLID BALL        | ASTM A351-CF8M  |        |
| 4    | HOLLOW BALL       | ASTM A240-316   |        |
| 5    | STEM              | ASTM A276-316   |        |
| 6    | SEAT              | RTFE / TFM 1600 |        |
| 7    | SEAL              | GRAPHITE        |        |
| 8    | THRUST WASHER     | CTFE            |        |
| 9    | O-RING            | VITON           |        |
| 10   | PACKING A         | GRAPHITE        |        |
| 11   | PACKING B         | CTFE            |        |
| 12   | GLAND RING        | AISI 304        |        |
| 13   | BELLEVILLE WASHER | AISI 301        |        |
| 14   | NUT               |                 |        |
| 15   | LOCK WASHER       |                 |        |
| 16   | STOPPER           |                 |        |
| 17   | HANDLE            | AISI 304        |        |
| 18   | STUD              |                 |        |
| 19   | NUT               |                 |        |
| 20   | BOLT              |                 |        |

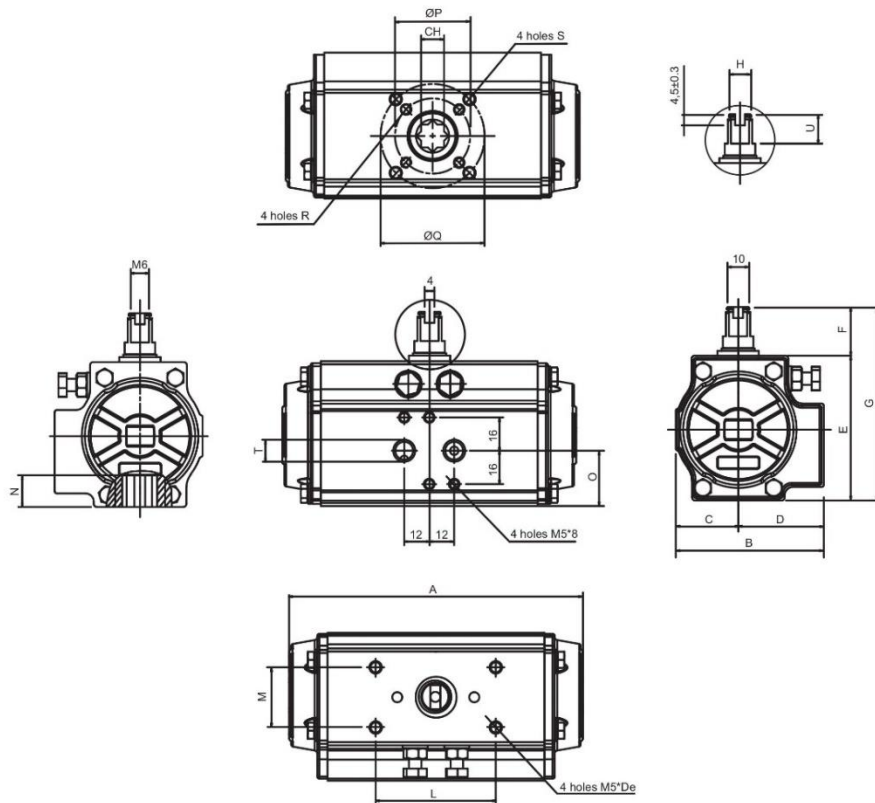
- FEATURES :
- FACE TO FACE : EN 558-1 R27
  - FLANGE END : EN 1092-1
  - WALL THICKNESS : EN 12516-1
  - API 607 FIRE SAFE APPROVED
  - TEST : EN 12286-1

|      |       |      |     |       |      |     |      |       |     |     |      |     |     |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |       |       |        |
|------|-------|------|-----|-------|------|-----|------|-------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 0.2  | 0.3   | 0.4  | 0.5 | 0.6   | 0.8  | 1.0 | 1.25 | 1.6   | 2.0 | 2.5 | 3.15 | 4.0 | 5.0 | 6.3  | 8.0 | 10.0 | 12.5 | 16.0 | 20.0 | 25.0 | 31.5 | 40.0 | 50.0 | 63.0 | 80.0 | 100.0 | 125.0 | 160.0 | 200.0 | 250.0 | 315.0 | 400.0 | 500.0 | 630.0 | 800.0 | 1000.0 |       |       |       |       |       |       |        |
| 0.05 | 0.063 | 0.08 | 0.1 | 0.125 | 0.16 | 0.2 | 0.25 | 0.315 | 0.4 | 0.5 | 0.63 | 0.8 | 1.0 | 1.25 | 1.6 | 2.0  | 2.5  | 3.15 | 4.0  | 5.0  | 6.3  | 8.0  | 10.0 | 12.5 | 16.0 | 20.0  | 25.0  | 31.5  | 40.0  | 50.0  | 63.0  | 80.0  | 100.0 | 125.0 | 160.0 | 200.0  | 250.0 | 315.0 | 400.0 | 500.0 | 630.0 | 800.0 | 1000.0 |

## LIITE 3

## TOIMILAITTEET

KRP-DA/SR...  
Pneumaattinen toimilaite



## MITAT

| Malli | A   | B   | C    | D    | E     | F  | G     | CH | L      | M  | N  | O    | ØP  | ØQ  | R      | S      | De  | T    | U  |
|-------|-----|-----|------|------|-------|----|-------|----|--------|----|----|------|-----|-----|--------|--------|-----|------|----|
| 052   | 142 | 70  | 30   | 41   | 69,5  | 20 | 89,5  | 11 | 80     | 30 | 12 | 26,5 | 36  | 50  | M5*7,5 | M6*8   | 4,5 | 1/8" | 12 |
| 063   | 162 |     | 35,5 | 45   | 80,5  | 20 | 100,5 | 14 | 80     | 30 | 16 | 27,5 | 50  | 70  | M6*8   | M8*12  | 8   | 1/8" | 12 |
| 075   | 208 |     | 42   | 52,5 | 97    | 20 | 117   | 17 | 80     | 30 | 20 | 35   | 50  | 70  | M6*8   | M8*12  | 8   | 1/8" | 12 |
| 085   | 237 | 106 | 47,5 | 58,5 | 108,5 | 20 | 128,5 | 17 | 80     | 30 | 25 | 42   | 50  | 70  | M6*8   | M8*12  | 8   | 1/8" | 12 |
| 100   | 272 | 123 | 55   | 68   | 121,5 | 20 | 141,5 | 17 | 80     | 30 | 25 | 50   | 70  | 102 | M8*10  | M10*15 | 8   | 1/4" | 12 |
| 115   | 337 | 137 | 64   | 73   | 141,5 | 30 | 172   | 22 | 80&130 | 30 | 32 | 50   | 70  | 102 | M8*12  | M10*15 | 8   | 1/4" | 16 |
| 125   | 366 | 148 | 68   | 80   | 153,5 | 30 | 183,5 | 22 | 80&130 | 30 | 32 | 61   | 70  | 102 | M8*12  | M10*15 | 8   | 1/4" | 16 |
| 140   | 431 | 164 | 77   | 87   | 175,5 | 30 | 205,9 | 27 | 80&130 | 30 | 32 | 71,6 | 102 | 125 | M10*15 | M12*18 | 8   | 1/4" | 16 |
| 160   | 512 | 187 | 87   | 100  | 193,5 | 30 | 223   | 27 | 80&130 | 30 | 32 | 80   | 102 | 125 | M10*15 | M12*18 | 8   | 1/4" | 16 |

DS | KRP-DA/SR | FI | 06/2024

Kaikki mitat, painot ja muut tekniset tiedot sitoumuksesta.

KLINGER Finland Oy » Tinankuja 3, FI-02430 MASALA » +358 (0)10 400 1011 » www.klinger.fi » info@klinger.fi