



RAPORTTI

Osa 1

Pasi Vähämärtti

**Kenttälaitetekniikan harjoitustyö
Marraskuu 2007**

Automaatiotekniikka



**JYVÄSKYLÄN
AMMATTIKORKEAKOULU**

Lähtöarvot:

Prosessiaine:	Vesi
Tilavuusvirta q [m ³ /h]:	200
Tulopaine (abs) p_1 :	7
Jättöpaine (abs) p_2 :	5
Tiheys:	959
Toimintalämpötila t_1 :	100
Abs. höyrystymispaine p_v :	1
Kriittinen paine bar p_c :	220
Putken koko:	8"
Säätöpiirin tunnus:	FC-1017
(sisältää venttiilin FV-1017 ja virtausmittauksen FT-1017)	

Tarkoitus:

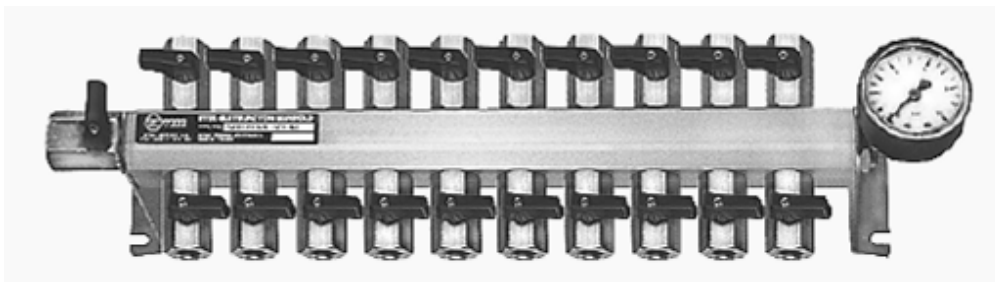
Tämän raportin tarkoitus on selvittää tekemiäni valintoja ja ratkaisuja liittyen harjoitustyön venttiilin ja virtausmittauksen valintaan, niiden mitoittamiseen ja asennustyyppikuvan päivitykseen sekä ilmanjakokotelon osien valintaan ja sijoitukseen. Tämä raportti kattaa harjoitustyön ensimmäisen kolmanneksen.

Ilmanjakokotelon valinta:

Valitsin Enston Cubo e - M 406021-kotelon, joka on mitoiltaan 600x400x207mm (LxKxS). Kotelon sisälle mahtuvat kaikki tarvittavat laitteet putkituksineen, näiden lisäksi kotelon sisälle jää tilaa esim. kaapelikourulle (jota tässä harjoituksessa ei ole käytetty).

Ilmanjakokotelon kalustus:

Ilmanjakotukiksi valitsin Sitekin kaksipuolisen 20-lähtöisen SJT – 2 N 20 N – 1/4 – 65 ilmanjakotukin (ks. kuvio 1). Tukin kaikki lähdöt ja tulot ovat varustettu NPT -kierteillä. Tämän takia jokainen tukkiin liitettävä oheisosa/laite on varustettu NPT -kierteellä (tarvittaessa adaptereilla muunnettuna). Ilmanjakokotelon layout-kuvan osaluettelossa N tarkoittaa NPT -kierrettä.



Kuvio 1 – Sitek ilmanjakotukki

Tukin vakiovarustukseen kuuluu sulkuventtiilit jokaiseen lähtöön (20 kpl), SAJ-65 asennusraudat sekä päätutulppa (ei käytetä, tilalle painemittari). Edellisten lisäksi tarvitaan 16kpl 10/7mm lähtöliittimiä sekä 4kpl sulkutulppia. Vakio asennusraudoilla tukin taakse jää noin 6cm rako paineilmaputkia varten, joka riittää aivan mainiosti.

Ilmanjakotukkiin on valittu lisävarusteiksi painemittari (tarvitsee lisäksi päätysupistuksen, venttiilin ja kulmalyhteen) sekä pääsulkuventtiili.

Mikäli jatkossa on tarve laajentaa systeemiä, on tukkiin helppo lisätä max 4kpl lähtöliittimiä poistamalla sulkutulpat. Sulkutulpat eivät ole pakolliset, mutta vuotojen välttämiseksi ne on hyvä olla olemassa. Kotelon läpiviennit on tehty valmiiksi, sillä kotelossa ei ole valmiita reikiä. Läpiviennin vedonpoistajan tulpan poistamalla saa helposti vietyä uusi paineilmaletku kaapilta laitteelle.

Läpivientien vedonpoistajiksi valitsin Hummelin Snaptech 20, joka sopii sekä tuloilmaputkelle että lähteville paineilmaputkille kokonsa puolesta (7-12mm putkille). Tällä ratkaisulla vältetään erikokoisten läpivientiholkkien hankinnalta, helpottaa kotelon kokoonpanoa.

Ilmanjakotukki paineistetaan Sitekin tuplasuotimen kautta (ks. kuvio 2). Ilma tuodaan suotimelta kaapille 12/10mm hapisputkea käyttäen. Putki toimitetaan kaapin mukana taivuttamattomana kankena, se siis taivutetaan vasta paikanpäällä kaapin asennuksen yhteydessä. Tuplasuotimeen tulee ½” lähtöliitin 12/10-putkelle sekä ilmanjakotukkiin ½” 90°-kulmaliitin samaiselle putkikoolle. Kulmaliittimeen päädyin kotelon sivusuuntaisen ahtauden takia, sillä 12/10-putken taivutussäde ei olisi riittänyt. Toinen vaihtoehto olisi ollut tuoda putki kotelon kyljestä ja taivuttaa putkea vasta kotelon ulkopuolella. Lähtöliittimet ovat Camozzin:n valikoimasta.



Kuvio 2 – Sitek tuplasuodin

Ilmanjakokotelon layout kuva löytyy liitteenä sivuilta 13.

Venttiilin valinta:

Venttiilin valinnan apuna käytin Metson Nelprof 3.2 – ohjelmaa. Ohjelmaan syötettiin tehtävänannossa annetut lähtöarvot (löytyvät tämän raportin alusta sivulta 2). Valitsin venttiilin tyyppiksi palloventtiilin, sillä palloventtiilissä on hyvä säädettävyys, niissä on suuri kapasiteetti, pieni virtausvastus (täysin auki) ja on tiivis (suljettuna). Edellisten lisäksi palloventtiili sopii suurille putkilinjoille ja korkeammille paineille, joista kumpikaan ei tämän harjoituksen kannalta ole oleellinen ominaisuus. Tämän jälkeen vertailin kokeilemalla eri palloventtiili tyyppisiä ja pyrin etsimään prosessiini parhaimman ratkaisun. Parhaimmat arvot sain Q-D5-ANSI600 venttiilipesällä (ks. liite sivulta 9), venttiilipesän kaveriksi valitsin B1C11 toimilaitteen (ks. liite sivulta 10).

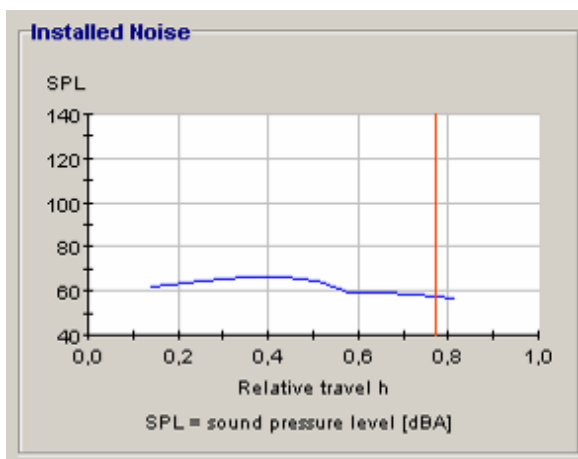
	Unit	Inlet dia	Outlet dia	Thickness	Schedule
Pipeline	in	8.625	8.625	0.25	
Flow data	Unit	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Flow rate	m3/h	200			
Inlet temp	degC	100			
Inlet press	barA	7			
Press diff	bar	2			
Outlet press	barA	5			
Vap press	barA	1.013			
	Unit	Type	Press rating	Code	Size
Valve	mm	ALL	ALL PN	Q-D5-ANSI600	AUTOM
Results	Unit	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Max capacity	FpCv	460.82			
Req capacity	FpCv	160.29			
Travel	%	77.3			
Opening	deg	72.5			
Noise	dBA [VDMA]	57			
Flow velocity	m/s	3.14			
Terminal dp	bar	5.11			
FI coeff.		0.92			
Seat	Gland pack	Bearings	T-factor	Unit	DP Shutoff
std_Metal	PTFE/TFE	Metal	1	bar	7
	Code	Size	Unit	Supply press	Spring rate
Actuator	B1C	AUTOM	barG	6	
Torques					
To open	Nm	253	To close	Nm	253
Opening LF	%	72	Closing LF	%	72
Control open	Nm	226			
Ctrl open LF	%	58			
Control close	Nm	142			
Ctrl close LF	%	36			

Kuvio 3 – Nelprofin laskemia arvoja

Mitä venttiilin tyyppi Q-D5-ANSI600 sitten käytännössä tarkoittaa? Q tarkoittaa hiljaista (low noise trim, Quiet), D venttiilin sarjaa/tyyppiä (D-sarja), 5 tarkoittaa pienempää reikää pallossa (pallon reiän halkaisija pienempi kuin putken halkaisija), F (ANSI 600 => ASME 600) paineluokkaa jonka venttiili kestää.

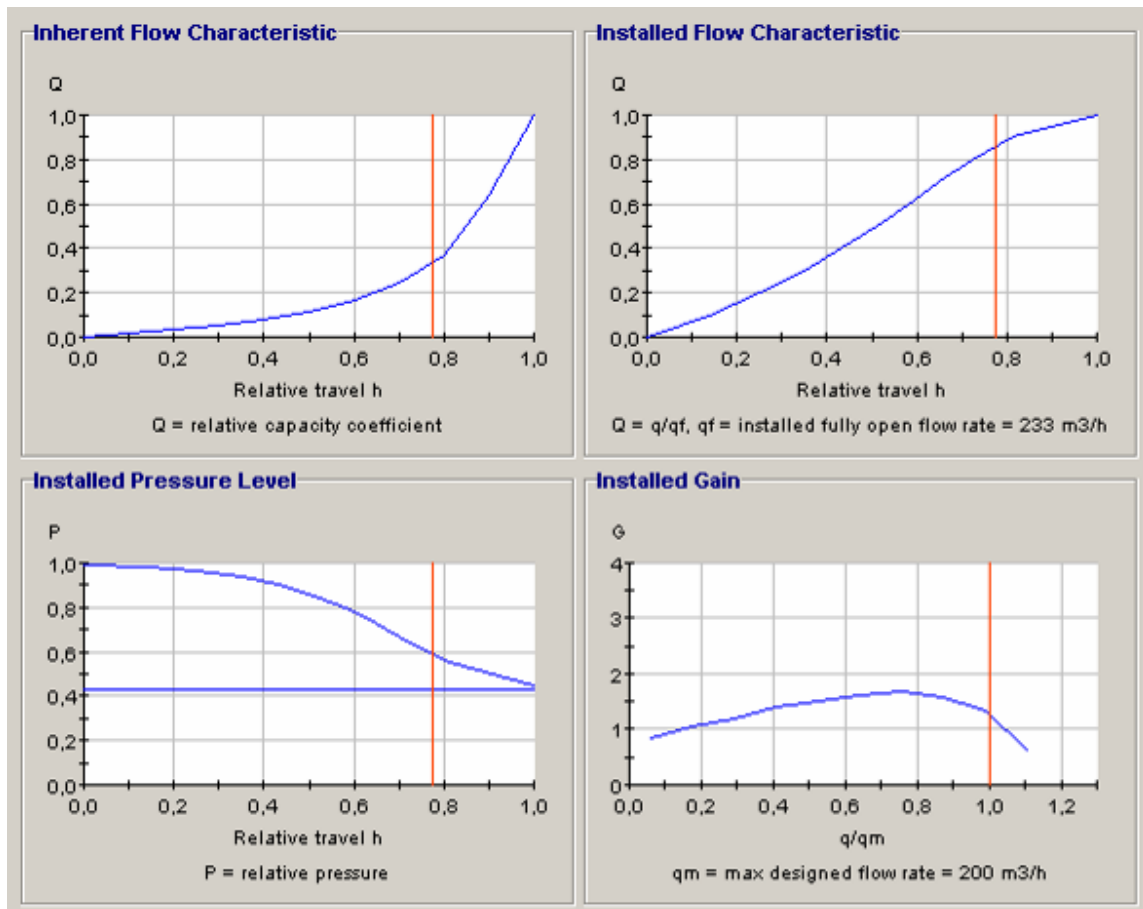
Q-D5-ANSI600 venttiilipesän ja B1C11 toimilaitteen yhdistelmällä saavutettiin mm. seuraavia asioita muihin yhdistelmiin verrattuina:

- Mitoitettu maksimivirtaama saavutetaan 72,5 asteen avaumalla. Tämä ei ole ehkä se kaikkein paras arvo, saisi olla hieman vähemmän mutta toisaalta mitkään muut vaihtoehdot eivät antaneet paljoakaan parempia tuloksia avauskulman osalta. Toisaalta näissä pienemmän avauskulman venttiileissä monet muut arvot olivat huomattavasti huonompia, joten kompromisseista valinta oli mielestäni paras mahdollinen.
- Maksimissaan 68dB melu (ks. kuvio 4). Muiden venttiilipesien tapauksissa melu olisi ollut hieman yli 70dB, joka vastaa pölynimurin ääntä tai äänekästä puhetta. Näillä lukemilla mikä tahansa simuloimani venttiili suht. järkevillä arvoilla olisi sopinut melunsa (~75dB) puolesta, sillä 8"-12" putkikooilla melu saisi olla maksimissaan 90dB.
- Lähes lineaarinen asennetun venttiilin ominaiskäyrä sen toiminta-alueella (ks. kuvio 5 – oikea yläkulma).
- 0,5 vaihtelu vahvistuksessa normaalilla toiminta-alueella. Tällä välillä muutokset ovat ”hitaita”, eli viiva on suhteellisen ”suora” (ks. kuvio 5 – oikea alakulma). Muihin venttiilivaihtoehtoihin verrattuna tämä oli yksi parhaimmista vahvistuskäyristä, jossa siis ei ole esim. äkkinäisiä muutoksia.



Kuvio 4 – Venttiilin aiheuttama melu suhteessa virtausnopeuteen

Asennoittimeksi valitsin Metso ND9000 (ks. liite sivulta 11). Syynä parhaimman ja kalleimman asennoittimen valintaan oli se, että venttiili on osa hyvin kriittistä prosessia, jonka takia venttiilin kunto ja huollontarpeen ennakointi on erittäin oleellista tuotannon keskeyttämättömyyden kannalta.

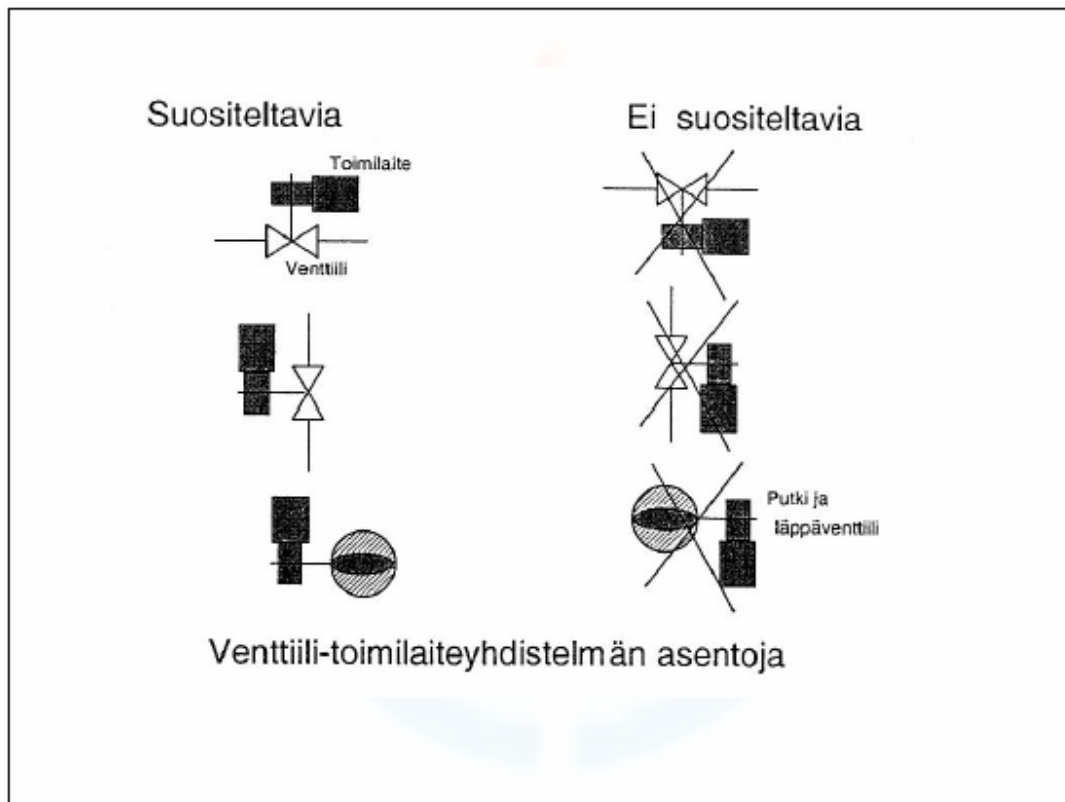


Kuvio 5 – Nelprofin simuloimat suoritusarvot valitusta venttiilistä

Kuvion 5 termien selostus:

- Inherent flow characteristic = Venttiilin ominaiskäyrä, kuvaa venttiilin käyttäytymistä testipenkissä.
- Installed flow characteristic = Putkistoon asennetun venttiilin ominaiskäyrä, kuvaa putkistoon liitetyn venttiilin käyttäytymistä.
- Installed pressure level = Kuvaa putkistoon liitetyn venttiilin vaikutusta paineeseen suhteessa virtausnopeuden muutokseen.
- Installed gain = Kuvaa virtaaman muutosta suhteessa venttiilin avaumaan. Optimaalinen tilanne olisi käyrän ollessa suora, vakio arvolla 1. Käytännössä tähän ei kuitenkaan päästä, mutta edelleenkin: ”Mitä tasaisempi käyrä, sitä tarkempi tarkkuus/säädettävyys”. Arvon on oltava välillä 0,5-2 ja mahdollisimman suora normaalilla toiminta-alueella.

Säätöventtiiliä ei tulisi asentaa lähemmäksi häiriölähdettä kuin 6x putken halkaisija, minun tapauksessani siis vähintään noin 120cm päähän. Häiriölähteitä ovat esim. mutkat, T-haarat ja toiset venttiilit. Venttiili tulisi asentaa joko pysty- tai vaaka-asentoon mikäli vain mahdollista (ks. kuvio 6).



Kuvio 6 – Suositeltavia venttiilin asennusasentoja

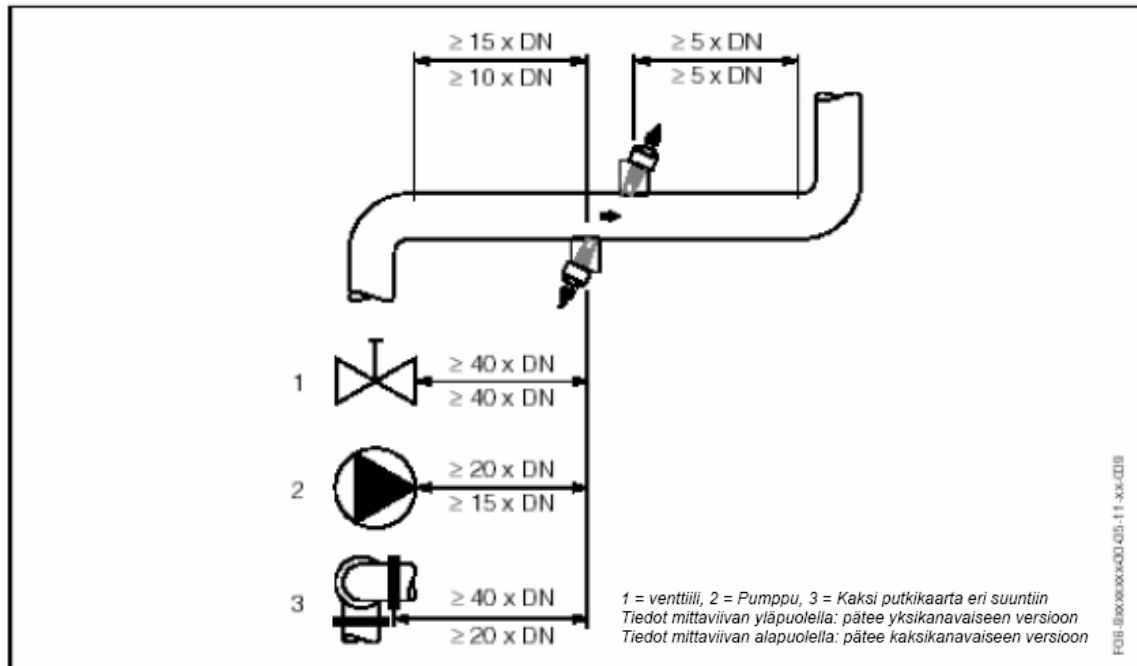
Mittauksessa käytetyn laitteiston valinta:

Harjoituksessani käytetty putkikoko on 8". Tälle putkikoolle ja putkessa kulkevan veden yhdistelmällä käypiä vaihtoehtoja virtausmittauksen toteutukseen ovat magneettinen virtausmittaus ja ultraäänimittaus. Putkikoko alkaa olla kuitenkin aika ylärajoilla mankkuputken käyttöä ajatellen sen korkean hinnan takia (hinta kasvaa huomattavasti putkikoon kasvaessa). Putkikoon ylittäessä 10" ainut järkevä valinta mittaelimeksi on ultraääni. Ultraääni on huomattavan paljon edullisempi vaihtoehto kuin mankkuputki. Ultraääni on mahdollista asentaa jopa prosessin käydessä suoraan putken pinnalle, jolloin putkiin ei tarvitse kajota ollenkaan. Tämä onnistuu tosin vain panta-asennettavilla ultraäänimittauksilla, nimittäin putken sisälle asennettaviakin malleja löytyy. Mittausepäätarkkuus on ultraäänilähettimillä valmistajasta ja mittalaitteesta riippuen $\pm 1..3\%$. Edellisen perusteella valitsin siis ultraäänivirtausmittauksen, eli Metso Endress+Hauser PROline Prosonic Flow 93:n (ks. liite sivulta 12).

Ultraäänivirtausmittausta asennettaessa tulee huomioida, että anturin tulo että lähtöpuolella pitää olla riittävän pitkät, suorat ja häviöttömät putkiosuudet (ks. kuvio7). Tämä sen takia että virtausmuoto ehtii vakiintua, jolloin mittaustulos on luotettavampi, eli tarkempi. Ultraäänivirtausmittaus on mahdollista asentaa putken pysty tai vaakaosiin tietyn rajoituksin. Esim. putken korkeimpaan kohtaan sitä ei tule asentaa mahdollisen ilman kertymisen takia. Laskuputkeen anturia ei myöskään ole suotavaa asentaa, joskin

näin voidaan tehdä mikäli putken tyhjeneminen mittauksen aikana estetään esim. käyttämällä kuristuslaippaa tai venttiiliä. Lisätietoa asentamisesta löytyy laitteen ohjekirjasta sivulta 12:

[http://www.metsoendress.com/MetsoEndress/eh.nsf/WebWID/WTB-050629-2256F-75C9B/\\$File/PROLINE_Prosonic_Flow_93_BA070.pdf](http://www.metsoendress.com/MetsoEndress/eh.nsf/WebWID/WTB-050629-2256F-75C9B/$File/PROLINE_Prosonic_Flow_93_BA070.pdf)



Kuvio 7 – Sisäänmeno ja ulostulo (sisään asennettava tyyppi)

Asennustyyppikuvat:

Asennustyyppikuviksi valitsin AV01A (venttiili) ja AF19 (virtaus). Nämä kuvat olivat ainoat jotka vastasivat lähinnä valitsemiani laitteita. Kuvia päivitin vastaamaan hieman paremmin todellisuutta esim. liittimien määrien osalta sekä selkeytin kuvia poistamalla turhia osia ja numeroita. Kuviin päivitin osaluettelon osalta mm. osien määrät, jenkakoot ja tyytit.

Asennustyyppikuvat löytyvät liitteinä sivuilta 14 (venttiili) ja 15 (virtaus).

Laakeroidut palloventtiilit ASME luokkiin, sarja D

Laakeroitu supistettuaukkoinen ja täysaukkoinen D-sarjan palloventtiili on tunnettua Neles neljänneskiertoteknologiaa. Stemball® venttiilissä on kaksi laakeria ja tiiviste on jousikuormitettu. D-sarjan venttiiliä voidaan käyttää sekä sulkuun että säätöön korkeilla paine-eroilla.

Sarja

- D2C, D2D, D1F

Rakenne

- Täys- tai supistettuaukkoinen, Stemball rakenne

Kokoalue

- D1F DN 50 - 600 / 2" - 24"
- D2 DN 100 - 900 / 4" - 36"

Paineluokat

- PN 10 - 100 / ASME 150 - 600

Lämpötila-alue

- -200 ... +600 °C



Pneumaattinen sylinteritoimilaite, sarja B

B-sarjan pneumaattinen sylinteritoimilaite on suunniteltu säätö- ja sulkukäyttöön. Toimilaitetta on saatava kaksitoimisena (B1C) ja jousipalutteisena (B1J/B1JA). Toimilaitteen vääntömomentti profiili on erityisesti suunniteltu pallo- ja läppäventtiileille. Vankka runko ja kulutustakeävät laakerit tarjoavat pitkän operointi-ian.



Sarja

- B1C, B1J/B1JA

Tyyppi

- Pneumaattinen sylinteritoimilaite

Toiminta

- B1C – kaksitoiminen
- B1J - jousipalautteinen, jousi sulkee
- B1JA - jousipalautteinen, jousi avaa

Syöttöpaine

- 2.8 - 10 bar

Vääntömomenttialue

- 40 - 100000 Nm

Lämpötila-alue

- -40 ... +120 °C

Neles ND9000 - Älykäs venttiiliohjain

Neles ND9000® on älykäs digitaalinen venttiiliohjain, joka soveltuu kaikkien teollisuudenalojen venttiiliratkaisuihin. Sen innovatiiviset diagnostiikka-ominaisuudet luovat vahvan perustan suorituskyvyn optimointiin ja ennakoivaan kunnossapitoon. Yhdessä [FieldCare™](#) kenttälaitteiden kunnossapito-järjestelmän kanssa ND9000 on varma, luotettava ja erinomainen sijoitus tulevaisuuteen.



Ominaisuudet

- Erinomaiset diagnostiikka ja tiedonkeruu ominaisuudet
- Paikallinen tai kauko-ohjattu konfigurointi
- Helppo pääsy diagnostiikkatietoihin [Neles FieldCare ohjelmiston](#) avulla
- Liitososat kaikille toimilaitetyypeille
- Pieni virrankulutus
- Saatava [HART](#), [PROFIBUS-PA](#) ja [FOUNDATION Fieldbus](#) väyläratkaisuille
- Luotettava ja vankka rakenne
- Laitteen itsediagnostiikka
- Ajonaikainen suorituskyvyn ja kommunikoinnin diagnostiikka

Edut

- Minimoi prosessivaihtelun
- Matalat omistuskustannukset
- Helppokäyttöinen
- Avoin ratkaisu
- Luotettava valinta

Metso Endress+Hauser

PROline Prosonic Flow 9

Käyttötarkoitus:

- Nesteiden virtausnopeuden mittaussuljetuissa putkistoissa
- Mittaus-, ohjaus- ja säätötekniset sovellukset prosessien valvontaan.

Toiminnallinen ja systeemin suunnittelu:

- Mittausperiaate: Prosonic Flow toimii kulkuaikaeron periaatteella.
- Mittausjärjestelmä: Mittausjärjestelmä koostuu lähettimestä ja antureista

Tulo:

- Mitattu muuttuja: Virtausnopeus (kulkuaikaero verrannollinen virtausnopeuteen)
- Mittausalue: Tyypillisesti $v = 0 \dots 15$ m/s määritellyllä mittaustarkkuudella

Lähtö(signaali):

- Passiivinen: $4 \dots 20$ mA, max. 30 V DC, $R_i \leq 150 \Omega$
- Aktiivinen: $0/4 \dots 20$ mA, $R_L < 700 \Omega$ (HART:lle $R_L \geq 250 \Omega$)

Aktiivinen/passiivinen valittavissa, galvaanisesti erotettu, aikavakio valittavissa (0.05...100 s), täysnäyttämä valittavissa, lämpötilakerroin: tyypillisesti 0.005% o.r./°C; resoluutio: 0.5 _mA

Suoritusarvot

Vertailukäyttöolosuhteet

- Fluidien lämpötila: $+28 \text{ °C} \pm 2 \text{ K}$
- Käyttölämpötila: $+22 \text{ °C} \pm 2 \text{ K}$
- Lämpenemisaika: 30 minuuttia

Maksimaalinen mitattu virhe virtausnopeuksien ollessa > 0.3 m/s ja Reynolds-luvun > 10000 , järjestelmän tarkkuus on:

- Putken läpimitta $< \text{DN } 200$: $\pm 0,5 \text{ \% o.r.} \pm 0,05 \text{ \% o.f.s.}$
- Putken läpimitta $> \text{DN } 200$: $\pm 0.5 \text{ \%} \pm 0.02 \text{ \% o.f.s.}$

Käyttöolosuhteet:

- Lähetin Prosonic Flow 93: $20 \dots +60 \text{ °C}$
- Virtausnopeutta mittavat anturit Prosonic Flow P (clamp-on): $-40 \dots +80 \text{ °C} / 0 \dots +170 \text{ °C}$
- Virtausnopeutta mittavat anturit Prosonic Flow W (clamp-on): $-20 \dots +80 \text{ °C}$

Suojausluokka:

- IP 68

Tarkemmat tekniset tiedot löytyvät laitteen ohjekirjasta sivulta 99 lähtien:

[http://www.metsoendress.com/MetsoEndress/eh.nsf/WebWID/WTB-050629-2256F-75C9B/\\$File/PROLINE_Prosonic_Flow_93_BA070.pdf](http://www.metsoendress.com/MetsoEndress/eh.nsf/WebWID/WTB-050629-2256F-75C9B/$File/PROLINE_Prosonic_Flow_93_BA070.pdf)