SMC

Expertise – Passion – Automation

Laadukkaalla paineilmalla tehokkuutta pneumatiikkaan

Teollisuuden ilmanlaadun tiekartta

Sisältö

Näkymätön väliaine	04
Mistä epäpuhtaudet tulevat?	06
Ilman luokittelu	08
Parhaan prosessin vaiheet	10
Poikkeama sivutielle	14
Vedä hetki henkeä	19

Näkymätön väliaine

Useimmat ihmiset eivät paljonkaan ajattele meitä ympäröivää upeaa ainetta, vaikka meillä kaikilla on koko elämän ajan päällämme yli tuhannen kilon paine. Yleensä pidämme ilmaa itsestäänselvyytenä, ja vasta asioiden ollessa selvästi pois raiteiltaan, ilmanlaatu tulee yleiseen tietoisuuteen. Esimerkiksi kaupunkiliikenteen saasteet, maastopalojen savusumu ja vulkaanisen tuhkan aiheuttama lentoliikenteen pysähtyminen saavat ihmiset nopeasti huomaamaan ilman.

Insinööreille ilmanlaatu on kuitenkin jatkuva huolenaihe, sillä edes puhtain saatavilla oleva luonnollinen ilma ei sovellu teknisiin tarkoituksiin. Kompressorin imupuolelta käyttökohteen liitäntään asti edetessään ilman on läpäistävä eri vaiheita, ennen kuin se on tarpeeksi puhdasta käytettäväksi teollisuudessa.

Puhdas ilma sisältää tyypillisesti neljä osaa typpeä ja yhden osan happea, ja siinä on pieniä määriä argonia, hiilidioksidia ja muita jäännöskaasuja. Tässä puhtaassa tilassaan se on väritöntä, hajutonta ja kuivaa.

Meitä ympäröivä ilma on kuitenkin kaikkea muuta kuin puhdasta. Kosteus ja pöly tekevät käsittelemättömästä ilmasta sopimatonta useimpiin teollisuuden prosesseihin.

Insinööreille paineilma on niin tärkeä resurssi, että sitä kutsutaan usein teollisuuden neljänneksi käyttöaineeksi sähkön, veden ja kaasun jälkeen. Tutkimusten mukaan 10 prosenttia kaikesta teollisuuden energiasta käytetään ilman paineistamiseen.

Esimerkkejä teollisuudessa käytettävästä ilmasta ovat paineilmatyökalut, ruiskumaalaus, jauheiden ruiskutus ja tuotteiden kuivaus. Siinä missä kyseiset prosessit vaativat erityiset laitteet ja infrastruktuurin, toimiakseen vaaditun standardin mukaisesti, vaativat ne myös erityisen paljon ilmanlaadulta.

Mistä epäpuhtaudet tulevat?

Vesi

Ilman epäpuhtaudet voidaan luokitella viiteen tyyppiin – yksinkertainen vesi/kosteus ja suuremmat molekulaariset epäpuhtaudet, kuten öljy ja terva, sekä hiukkaset, kuten ruoste ja noki.

Vesi on väistämätöntä ilmaa käsiteltäessä. Aine peittää yli kaksi kolmasosaa planeetastamme, joten ei ole yllättävää, että huomattava määrä vettä päätyy ilmakehään.

Lämpötilan ja paineen alentuessa myös ilman kyky sitoa vesihöyryä heikkenee ja vesi tiivistyy pisaroiksi. Vastaavasti lämpötilan tai paineen nousu lisää veden sitoutumista ilmaan.

Jotta ilmasta olisi hyötyä teollisuudelle, se yleensä paineistetaan, mikä aluksi lisää vesikapasiteettia. Kun paine vapautetaan työkalun tai muun toimilaitteen voimanlähteeksi, paikalliset olosuhteet ilman ulostulossa ovat hyvin otolliset kondenssiveden muodostumiselle. Näillä vesipisaroilla, jotka ovat usein paljaalle silmälle näkymättömiä, voi olla lukuisia kielteisiä vaikutuksia moniin prosesseihin ja laitteisiin.

Normaaliolosuhteissa, joissa lämpötila on 20 °C ja ilmanpaine 10 kPa, yksi kilogramma ilmaa pystyy sitomaan noin 15 g vesihöyryä. Jotta mittakaava tulisi ymmärrettäväksi, kompressorin muutaman käyntitunnin aikana ilmasta voi erottua useita kymmeniä litroja vettä, ja silti huomattava määrä vettä on edelleen sitoutunut ulostulevaan ilmaan.

Öljy, noki ja ruoste

Muut neljä epäpuhtautta – öljy, noki, terva ja ruoste – koostuvat sen sijaan suurimolekyylisistä hiilivedyistä ja metallioksideista. Nämä epäpuhtaudet ovat erilaisia kuin kosteus, sillä ne tulevat ilmaan käsittelyn aikana eivätkä ole tuloilman luonnollisia aineosia.

Esimerkiksi öljyä ja nokea voi tulla ilman sekaan kuumenemista aiheuttavan puristamisen aikana, tervaa ja nokea voi irrota rikkinäisistä kumitiivisteistä, kun taas ruostetta pääsee järjestelmään laitteiden ja putkiston ikääntyessä.

Lähteestä riippumatta nämä epäpuhtaudet on poistettava, ennen kuin ilma päästetään tuotantolinjalle.

Ilman on läpäistävä useita prosesseja ennen teollisuuden vaatimukset täyttävien ominaisuuksien saavuttamista, ja jokaisessa vaiheessa siitä tulee hiukan puhtaampaa. Eri laatuvaiheista otettavaa ilmaa voidaan käyttää teollisuuden sovelluksiin prosessin vaatimusten mukaisesti.

SMC:n viisivaiheinen tiekartta puhdastilalaatuiseen ilmaan esittää vaatimukset, riskit ja suositukset kullekin ilmanlaadun tasolle. Sitä seuraamalla voit olla ilmanpuhdistusjärjestelmää suunnitellessasi ja rakentaessasi luottavainen, että saat tarkalleen käsillä olevan tehtävän tarpeita vastaavan ratkaisun, ilman ylimääräisiä rönsyjä. Ylimitoittaminen ei yleensä tuo lisähyötyä, kun taas heikkolaatuisen ilman käyttö aiheuttaa varmasti ongelmia.

Ilman luokittelu

Teollisuudessa ilmaa käyttävien sovellusten moninaisuuden vuoksi on olemassa useita teollisuuden ilmanlaatuja, jotka määritellään ISO 8573- ja testataan ISO 12500 -standardin mukaisesti. Luokitukset vaihtelevat polttomoottoreihin soveltuvasta pölysuodatetusta ilmasta äärimmäisen puhtaaseen ja kuivaan ilmaan, joka soveltuu puhdastilakäyttöön.

ISO-ilmanlaatustandardissa käytetään luokitukseen kolmea numeroa. Ne ovat ylärajoja ilmavirrassa kulkeville hiukkasille, kosteudelle ja öljypitoisuudelle. Luokka 1, 1, 1 edustaa puhtainta standardinmukaista ilmaa, kun taas luokka -, -, - tarkoittaa ilmaa, jonka puhtaus ei yllä edes mitta-asteikolle.

ISO 8573.1 ja ISO 12500 ilmanlaadun laatutaulukko

Luokka	Kiinteät hiukkaset, hiukkaskoko d (mm)				Kosteus ja nestemäinen vesi		Öljy
	Hiukkasten enimmäismäärä kuutiometriä kohti hiukkaskoon d funktiona [µm]			Massa-konsentraatio Cp	Painekastepiste	Nestemäisen veden pitoisuus Cw	Öljyn kokonais-pitoisuus
	0,10 <d ≤0,5	0,5 <d ≤1,0	1,0 <d ≤5,0	[mg/m³]	[°C]	[mg/m³]	[mg/m³]
0	Laitteiston käyttäjän tai toimittajan määrityksen mukaisesti, vaativampi kuin luokka 1						
1	≤20000	≤400	≤10	—	≤-70	—	≤0,01
2	≤400000	≤6000	≤100	—	≤-40	—	≤0,1
3	—	≤90000	≤1000	—	≤-20	—	≤1
4	—	—	≤10000	—	≤3	—	≤5
5	—	—	≤100000	—	≤7	—	—
6	—	—	—	0 <Cp ≤5	≤10	—	—
7	—	—	—	5 <Cp ≤10	—	Cw ≤0,5	—
8	—	—	—	—	—	0,5 <Cw ≤5	—
9	—	—	—	—	—	5 <Cw ≤10	—
x	—	—	—	Cp >10	—	Cw >10	<5

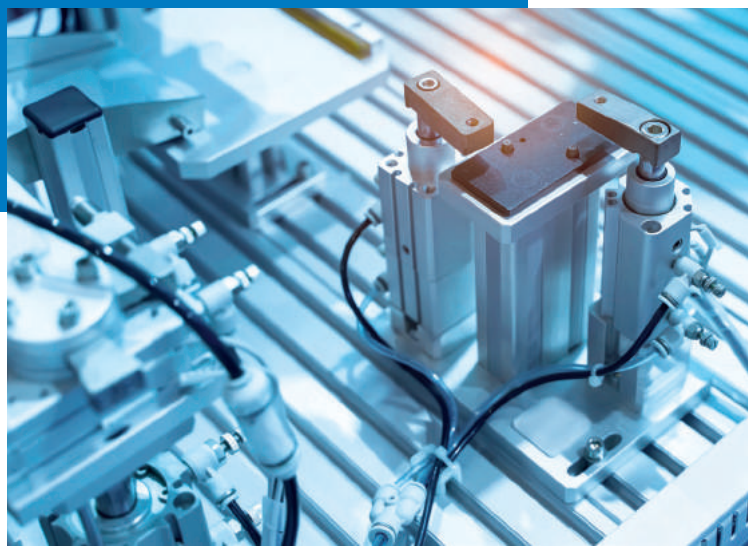
”Vaikka ISO-standardit ovat ilman laatuluokitusta varten erittäin hyödyllisiä, ne ovat vain suosituksia ja mahdollistavat kohtuullisen vapauden. Tämä on monella tapaa hyödyllistä, mutta vaikeuttaa myös ilmanlaadun oikeellisuuden varmistamista tiettyä prosessia varten.

Kun laitetoimittajille tehdään reklamaatio, he usein vain mainitsevat laitteen ISO-luokituksen eivätkä testaa ilmaa selvittääkseen, mikä on todella vialla. Vaikka ilma saattaa täyttää tietyn ISO-standardin, se tulisi testata käyttöpaikassa.

Testauksen lisäksi on olemassa muutamia muita tapoja parantaa ilmanlaatua ilman lisäsuodatusvaiheita. Yksi tapa on yksinkertaisesti siirtää ilman sisäänotto siten, että se imee vähemmän epäpuhtauksia, esimerkiksi siirtämällä ilmanotto maan tasalta katolle. Siitepöly on erityisen haitallinen epäpuhtaus, koska se on hyvin tahmeaa ja tukkii suodattimet nopeasti. Jo ilmanoton siirtäminen voi vähentää huomattavasti epäpuhtauksien esiintymistä järjestelmässä.”

Vit Reichelt, Customised Services Specialist, SMC Czech Republic.

Parhaan prosessin vaiheet



1. Ensimmäinen kuivausvaihe

Paineistettu, kostea, lämmin ja esimerkiksi **AFF**-päävirta-suodattimella karkeasuodatettu ilma on nyt askelen päässä laadusta, jolla on jo jonkin verran käyttöä teollisuudessa. Kun se johdetaan vedenerottimen, kuten SMC:n **AMG**:n kautta, 99 prosenttia vesipisaroista poistuu ja ilmaa voidaan käyttää yleisesti puhallusilmana. Käyttökohteita ovat tällöin kookkaiden kohteiden kuivaus sekä vähemmän vaativien paineilmatyökalujen käyttö.

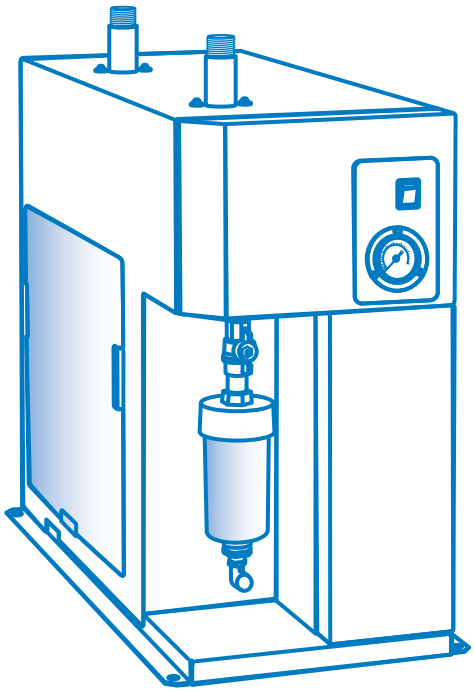
Näiden minimivaatimuksena olevien suodatusvaiheiden laiminlyöminen, ennen ilman käyttöä puhallus- tai paineilmalaitteissa, voi johtaa ongelmiin heti ja myöhemmin. Esimerkiksi maalipintaa kuivattaessa ilmassa olevat suuremmat hiukkaset voivat johtaa huonoon pinnanlaatuun, joka voidaan välttää vain riittävän hyvällä ilmanlaadulla.

Erityisen kostea ja likainen ilma aiheuttaa myös korroosion ja muiden epäpuhtauksien muodostumista, mikä heikentää toimintaa, lisää huollontarvetta ja lyhentää laitteen yleistä käyttöikää. Esimerkiksi suuritehoisissa paineilmatyökaluissa heikko ilmanlaatu voi johtaa hydrostaattiseen lukkoon, jolloin aiheutuu kompressorin osien mekaaninen jumittuminen tai harvinaisissa tapauksissa jopa tulipalo tai räjähdys.

Järjestelmissä, joissa ilman lämpötila laskee huomattavasti matkalla käyttökohteeseen, vesipisaroiden kondensoitumisriski putkessa kasvaa huomattavasti. SMC suosittelee tähän lisäkuivausvaihetta.

Kuten edellä mainittiin, ilman lämpötilan aleneminen saa vesihöyryn tiivistymään pisaroiksi, millä on seurannaisvaikutuksia. Lämpötila, jossa näitä pisaroita alkaa muodostua, tunnetaan kastepisteenä, joka laskee asteittain ilman kuivuessa.

Jäähdyttävät ilmankuivaimet hyödyntävät ilmiötä sekä ilman jäähdyttämiseen että kuivaamiseen. Esimerkiksi SMC:n **IDFA** jäähdyttävä ilmankuivain tuottaa ilmaa, jonka kastepiste on noin 3 °C 700 kPa:n paineessa. Ilma, jonka kastepiste on näin matala, soveltuu useimpiin sisätiloissa käytettäviin jäähdyttämättömiin käyttökohteisiin.



2. Ensimmäinen erotusvaihe

Tähän mennessä olemme saavuttaneet luokan 4, 4, -, mikä tarkoittaa, että kondensoitumista ei pitäisi ilmetä yli 3 °C lämpötilassa 700 kPa:n paineessa, ja kuutiometrissä ilmaa pitäisi olla alle 10 500 kooltaan yli puolen mikrometrin kokoista hiukkasta (katso ISO-taulukko sivulla 8).

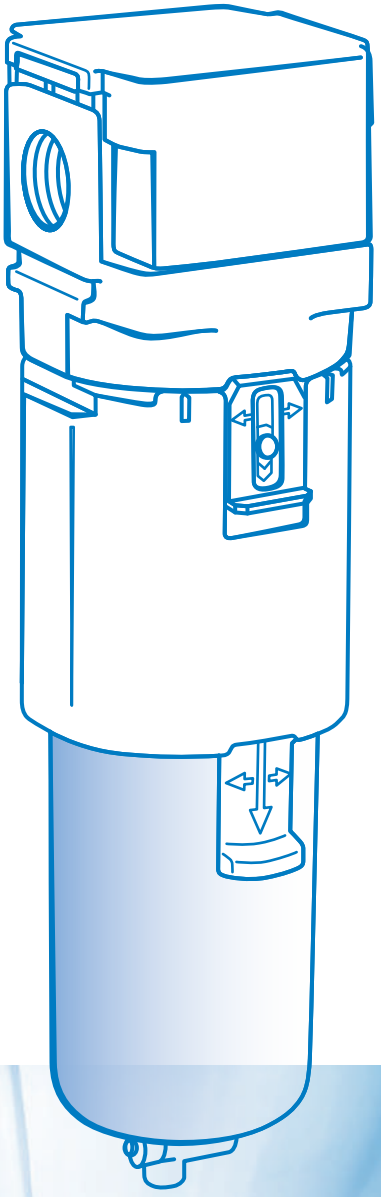
Kuten edellä mainittiin, tämä laatu on hyväksyttävä, ellei jopa ihanteellinen, yleisiin puhallussovelluksiin ja paineilmatyökalujen käyttöön. Vaikka kosteus ja hiukkaset eivät vaikuta näiden sovellusten toimintaan, ne lyhentävät kuitenkin laitteiden käyttöikää ja heikentävät laatua. Herkempiä suuritehoisia pneumaattisia laitteita, kuten sylintereitä, varten ilma on kuitenkin edelleen liian likaista puristusvaiheen tuomista hiukkasista ja öljystä.

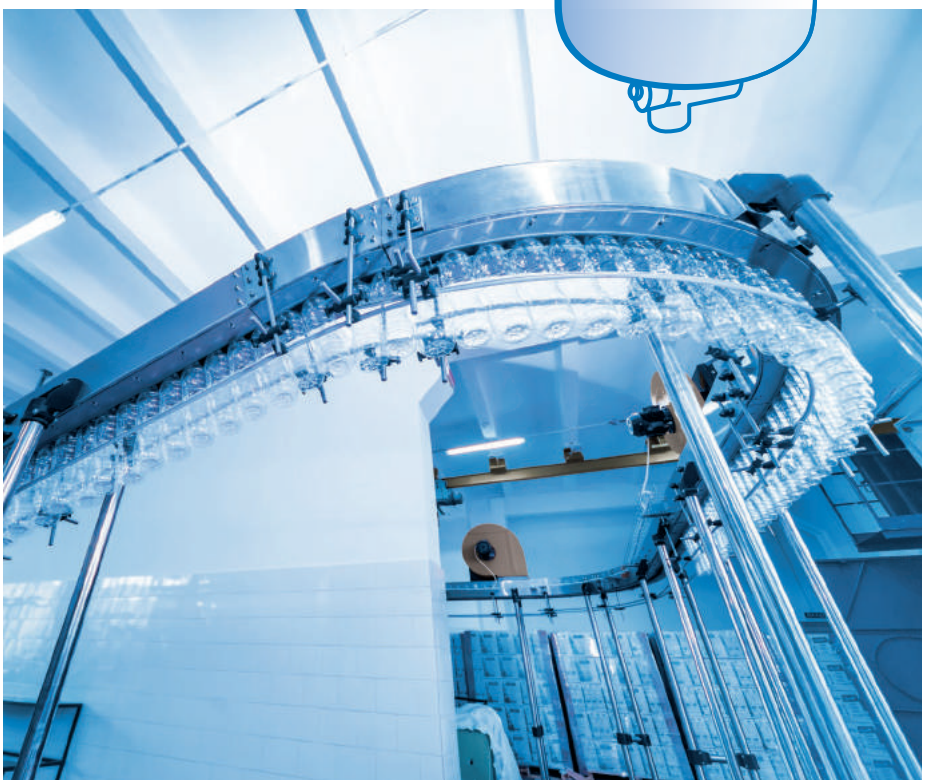
Esimerkiksi paineilmasylintereitä ohjataan usein magneettiventtiilillä. Paineilmatyökaluihin verrattuna näiden komponenttien toleranssit ovat paljon tiukemmat, minkä vuoksi ne ovat alttiimpia epäpuhtauksien aiheuttamalle toiminnan heikkenemiselle ja rikkoutumiselle. Ilman sisältämät pienet ruoste-, hiiliterva- ja öljypitoisuudet kertyvät venttiiliin ja heikentävät sen toimintaa, lopulta vikaantumiseen asti.

Ottaen huomioon uskomattomat voimat, joita pneumatiikalla voidaan saavuttaa, 4, 4, -laatuisen ilman syöttäminen paineilmasylinteriin on vakava työturvallisuusriski, koska käyttäjä ei voi luottaa venttiilin toimintavarmuuteen.

Sumunerotin, kuten SMC:n **AM**, on tässä avainasemassa. Nämä laitteet eivät vaikuta kosteuteen, vaan erottavat öljyn ilmasta ja kondensoivat sen, jotta se voidaan laskea pois tyhjennysventtiilin kautta. Sumunerottimet myös suodattavat ilman vielä kerran hiukkasten varalta ja poistavat kaikki yli 1/3 mikrometrin kokoiset epäpuhtaudet.

Sumunerottimesta lähtevä ilma, joka on nyt luokkaa 2, 4, 3, luokitellaan kaikkien kolmen ISO-ilmanlaatukriteerin mukaisesti. Tällaista ilmanlaatua arvioitaessa on odotettavissa alle 1,010 yli puolen mikrometrin suuruista hiukkasta, alle 100 000 1/10 – 1/2 mikrometrin suuruista hiukkasta ja alle milligramman öljypitoisuus kuutiometrissä.





3. Toinen erotusvaihe

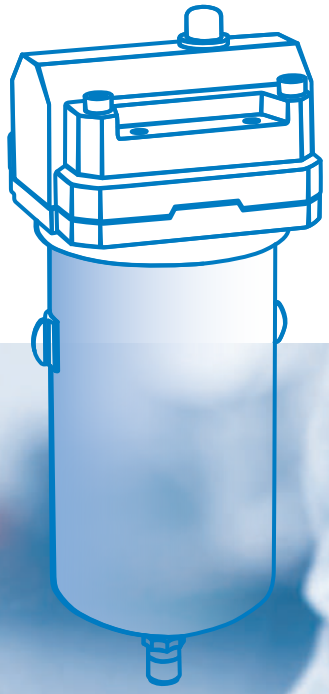
Paineilman tärkeimpiä teollisia käyttötarkoituksia on maalin ruiskutus. Ruiskumaalaus on alan standardi, joka tarjoaa nopeamman ja laajemman peittävyyden ja paremman pinnanlaadun kuin muut menetelmät.

Tämä toiminto on paljolti riippuvainen maalin ruiskutukseen käytettävän ilman laadusta. Mikä tahansa merkittävä epäpuhtaus pilaa maalipinnan, aiheuttaa rakkuloita, hilseilyä ja muita vikoja. Maalin alle metallipintaa vasten jäävät epäpuhtaudet voivat myös aiheuttaa korroosiota, joka aiheuttaa lisää rakkuloita sekä heikentää maalia ja sen tarkoitusta toimia suojakerroksena ulkoisia vaikutuksia vastaan.

2, 4, 3 -laatuista ilmaa voidaan käyttää karkeammissa ruiskumaalaussovelluksissa, joissa laatu ja pinnanlaatu eivät ole suuri huolenaihe. Tässä vaiheessa se on kuitenkin vielä aivan liian likaista korkealaatuiseen maalaukseen.

Samoin, vaikka 2, 4, 3 -ilma toimii hyvin monille pneumatiikkalaitteille, se on liian likaista käytettäväksi kaikkein nopeimmissa ja herkimmissä sovelluksissa. Esimerkiksi aerostaattiset laakerit altistavat ilman valtaville dynaamisille paineille ja toimivat samaan aikaan äärimmäisen tiukoilla toleransseilla.

Laakeripinnoille tai ilmakanaviin pääsevä öljy tai hiukkaset heikentävät tämäntyyppisen laakerin tasaista toimintaa, tehokkuutta ja käyttöikää – toisin



sanoen kaikkia sen tärkeimpiä ominaisuuksia. Koska näitä laakereita käytetään usein suurilla nopeuksilla ja suuren energian sovelluksissa, vikaantuminen on erityisen epätoivottua ja aiheuttaa mahdollisen vaaratilanteen.

Toisaalta energia-asteikon vastakkaisessa päässä paineilmakäyttöisten mittaus- ja testauslaitteiden ilmavaatimukset ovat yhtä tiukat. Kun mitataan mikrometrin murto-osia, tarkkuus ja toistettavuus ovat ratkaisevan tärkeitä. On ilmeistä, että epäpuhtauksien aiheuttamat kitkan tai paineen vaihtelut vaikuttavat kielteisesti näiden laitteiden vaadittuun tarkkuuteen.

SMC:n valmistama **AMD**-mikrosumunerotin on esimerkki suodattimesta, joka sopii ihanteellisesti 2, 4, 3 -luokan ilman puhdistamiseen aina edellä mainittujen sovellusten vaatimaan 1, 4, 2:een asti.

Nämä mikrosumunerottimet yhdessä tavallisen sumunerottimen kanssa suodattavat jopa kymmenen nanometrin kokoiset hiukkaset, mikä täyttää selvästi kiinteitä hiukkasia koskevan ISO-standardin vaatimukset. Öljypitoisuus pienenee vastaavasti alle milligrammasta kuutiometriä alle 1/10 milligrammaan.

Poikkeama sivutielle

Ilma on kulkenut melkoisen matkan tähän pisteeseen. Se on puristettu, se on kulkenut **AFF**-päävirtasuodattimen läpi, kuivattu **IDFA** jäähdyttävällä ilmankuivaimella ja vielä suodatettu ja puhdistettu **AM**- ja **AMD**-sumunerottimilla. Tämän matkan aikana ilma on muuttunut tavallisesta, likaisesta ja kosteasta ilmasta puhtaaksi ja suhteellisen kuivaksi 1, 4, 2 -ilmaksi.

Kuten monessa teknisessä konseptissa, tavoitteeseen voidaan kuitenkin päästä useammalla eri tavalla. Tämä koskee erityisesti ilmanlaatua, koska kaikki prosessit tai tuotantolinjat ovat keskenään erilaisia. Painopiste on näin ollen ilmankäsittelylaitteiden ja -prosessien modulaarisuudessa ja joustavuudessa.

Tämän osoittamiseksi tarkastellaan tilannetta, jossa **IDFA**-kuivain poistetaan järjestelmästä. Onko ilmalle vielä mahdollista saavuttaa 1,4, 2 -luokitus, kun tällainen näennäisesti olennainen komponentti puuttuu?

Pienellä harkinnalla, kyllä on. Tässä prosessissa kuuma ja kostea paineilma suodatetaan ensin yhdistetyn **AM**- ja **AMD**-mikrosumunerottimen avulla hiukkasten suodattamiseksi ja öljyn erottamiseksi. Tämä puhdas ilma johdetaan sitten **IDG**-kalvoilmankuivaimeen, joka poistaa suurimman osan vedestä. Tällöin kastepiste alenee -15 °C:een 700 kPa paineessa, mikä on huomattavasti matalampi kuin **IDFA**:n tuottama 3 °C kastepiste.

Viimeisen sumunerottimen, kuten SMC:n **AME**-supersumunerottimen, läpi kulkeva ulostuloilma saavuttaa laadun 1, 4, 1 – itse asiassa se on öljypitoisuuden osalta pykälän verran parempi verrattuna 1, 4, 2:een, johon matkallamme pääsimme. Vaikka tämä tiekartta vie sinut haluamaasi lopputulokseen, voit tehdä teknisiä ratkaisuja, jotka sopivat parhaiten omiin, mahdollisesti räätälöityihin prosessitarpeisiisi.

”Lähestymistavat, joita teollisuus noudattaa saavuttaakseen tietyt ilmanlaadut, ovat hyvin erilaisia, aivan kuten prosessit, joissa ilmaa käytetään.

Tämä on yksi suurista eduista, joita modulaariset järjestelmät, kuten mainituista SMC-tuotteista koostuva järjestelmä, tarjoavat. Käyttökohteesta riippuen eri järjestelmäkokoonpanoilla on selvät hyötynsä ja haittansa.

Siksi SMC on niin hyvä kumppani ilmanlaadun varmistamiseen.

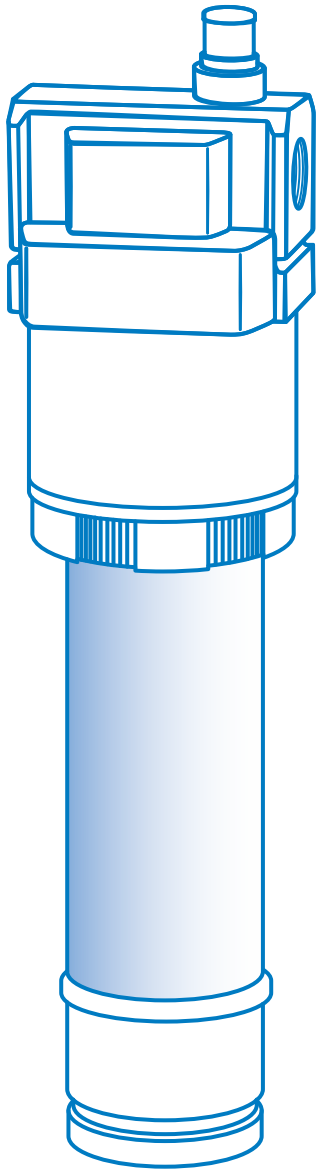
Kustannukset, jatkuva huolto, virtaama, ilmanlaatu ja muut tekijät otetaan huomioon, kun asiakas lähestyy SMC:tä konsultointia varten.

*Esimerkiksi **IDFA** loistaa suuremmissa käyttökohteissa, joissa tarvitaan suuria virtaamia ja laajaa jakelua. Edellä kuvattu vaihtoehtoinen reitti, jossa käytetään **IDG**:tä, on todennäköisesti tehokkaampi pienemmissä ja pienemmän virtaaman sovelluksissa, joissa on yksi tai kaksi erillistä ilmankuluttajaa. Jos käyttökohteita on vain muutamia, **IDFA**:n kaltainen tehokas keskitetty ilmankuivain on ylimitoitettu tarpeisiin nähden. Vastaavasti, **IDG**:n tapaisten passiivisten kuivaimien käyttö monille yksittäisille ilmankuluttajille aiheuttaa ylläpitokustannusten nopean kohoamisen.*

Modulaarinen luonne tarkoittaa luonnollisesti sitä, että näitä ja muita SMC:n paineilman käsittelytuotteita, voidaan yhdistää, jolloin yhdistelmällä saadaan aikaan vielä puhtaampaa ilmaa kuin laitteilla erikseen.”

Jorge Salgado, Industry and Specifications project leader, SMC Spain

4. Toinen kuivausvaihe



Olet ehkä huomannut, että emme ole kuivanneet ilmaa ensimmäisen vaiheen jälkeen, jolloin kastepiste alennettiin 3 °C tasolle 700 kPa paineessa jäähdyttävän ilmankuivaimen avulla. Tämä käy ilmi luokituksen 1, 4, 1 numerosta 4. Vaikka ilma täyttää tässä vaiheessa öljy- ja hiukkasepäpuhtauksien tiukimmat vaatimukset ja kattaa monien teollisuuden prosessien tarpeet, vesipitoisuus on edelleen vakava ongelma monissa kohteissa.

Esimerkiksi elektroniikan tai muiden vedelle herkkien komponenttien kuivaaminen 1, 4, 1 -ilmalla kestää vähintäänkin turhan pitkään, mutta suuri kosteus voi myös vahingoittaa tuotteita. Myös kemikaalisäiliöitä kuivatettaessa ilmalla, jäännöskosteus voi reagoida säiliössä olevan kemikaalin kanssa, heikentäen tuotteen laatua ja tuottoa.

Kolmantena esimerkkinä on jauheiden siirto ja ruiskutus, jossa liiallinen kosteus aiheuttaa paakkuuntumista, ruiskutusominaisuuksien heikkenemistä ja jauheen kovettumisen myötä mahdollisia laitevaurioita.

Vielä yksi erityinen prosessi, jossa tarvitaan kuivaa ilmaa, on otsonintuotanto koronapurkauksella. Aivan kuten salama tuottaa otsonia iskiessään, tässä otsonia valmistetaan johtamalla kuumia sähkökaaria ilman läpi. Ongelmia syntyy, jos vettä on lähistöllä, koska se reagoi ilman normaalisti inertin typen kanssa ja muodostaa typpilajeja, kuten typpimonoksidia, typpidioksidia ja typpihappoa.

Sen lisäksi, että nämä typen sivutuotteet imevät energiaa pois otsonin muodostumisesta ja vähentävät siten tehokkuutta ja tuottoa, ne aiheuttavat myös korroosiota laitteisiin ja ovat vaarallisia ihmisille.

Jotta ilmaa voitaisiin käyttää turvallisesti ja tehokkaasti edellä mainituissa tilanteissa, sen kosteuspitoisuutta on alennettava.

Ensin ilmaa kuivattiin jäähdyttävällä ilmankuivaimella ja nyt se käy läpi toisen kuivausvaiheen, jossa käytetään kalvoilmankuivainta, kuten **IDG**.

Riippuen käyttöolosuhteista, kuten tuloilman lämpötilasta ja virtaamasta, tämä vaihe alentaa kastepisteen -20 ... -70 ° tasolle 700 kPa paineessa. Käytännössä tämä merkitsee 87 – 99,9 prosentin vähennystä jo ennestään vähäiseen jäännöskosteuteen ja nostaa ilmanlaadun tasolle 1, 3 ,1 tai 1, 2, 1 tai 1, 1, 1.

Järjestelmästä lähtevä ilma on puristettu, suodatettu, kuivattu, sumuerotettu, sumuerotettu toistamiseen, kalvokuivattu ja lopulta sumuerotettu kolmannen kerran. Järjestelmään tuleva ilma on ollut likaista ja kosteaa, mahdollisesti sisältäen kymmeniä miljoonia hiukkasia kosteutta, pölyä ja muita vierasaineita.

Käsittelyn jälkeen ilma on nyt erittäin puhdasta ja kuivaa. Analysoitaessa 1, 1, 1 -luokan ilmaa löydettäisiin alle kolme molekyyliä vettä miljoonaa ilmahiukkasta kohden, alle 100 kooltaan yli 100 nanometrin hiukkasta sekä alle 10 mikrogrammaa öljyä kuutiometriä kohden.

5. Viimeinen tarkkuuserotusvaihe

Tähän pisteeseen päässyt ilma soveltuu täydellisesti valtaosaan teollisuuden prosesseista ja ylittää monille niistä asetetut vaatimukset. Vielä on kuitenkin otettava viimeinen askel ennen kuin ilma on huippulaatuista ja tarpeeksi puhdasta käytettäväksi tiukimmat ja vaativimmat ympäristöparametrit vaativissa kohteessa – teollisuuden puhdastiloissa.

Näin puhdasta ilmaa käytetään usein teollisessa ja tieteellisessä tutkimuksessa, jossa epäpuhtaudet voivat pilata prosessit tai vääristää tuloksia. Tiukat vaatimukset löytyvät esimerkiksi puolijohteiden ja mikroelektroniikan valmistuksesta, jossa pienhiukkasten aiheuttama kontaminaatio voi muuttaa tarkkoja toleransseja vaativien laitteiden sähköisiä ominaisuuksia, syövyttää herkkiä koskettimia tai jopa aiheuttaa oikosulkuja.

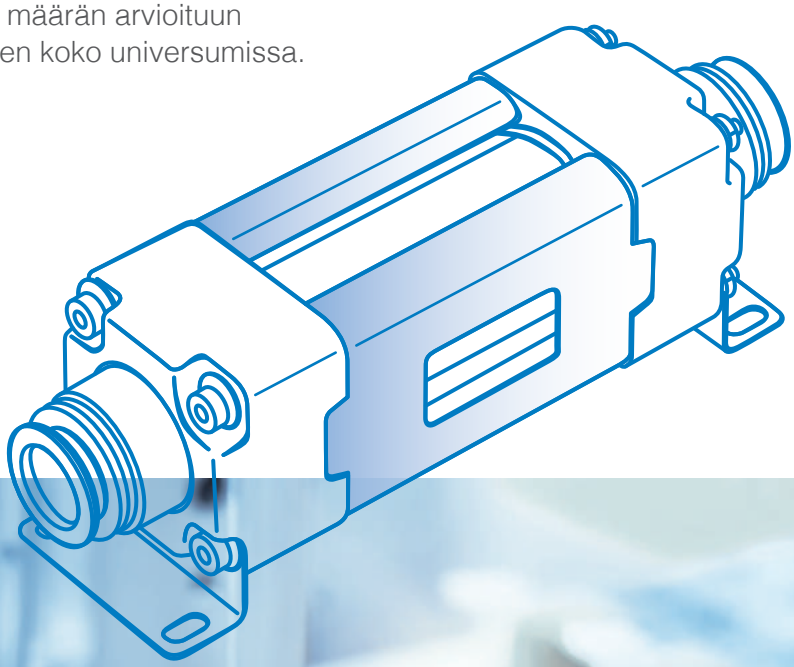
Jopa 1, 3, 1 tai 1, 2, 1 -ilmaan jäävä uskomattoman pieni kosteusmäärä – alle 1 020 tai 150 ppm – voi aiheuttaa samanlaisia ongelmia, jos vaatimukset ovat erityisen tiukat. Olemattoman pienet määrät hiukkasia ja hajukemikaaleja voivat olla yhtä vahingollisia, joten vaikka ilma saattaa olla nimellisesti korkeinta mahdollista laatua, on vielä yksi tai kaksi askelta, jotka voidaan ottaa.

Tämän saavuttamiseksi SMC suosittelee, että ilma johdetaan kaikkien tähän mennessä käsiteltyjen vaiheiden läpi – puristus, suodatus, jäähdytetty kuivaus, sumunerotus, mikrosumunerotus, kalvokuivaus, supersumunerotus ja lopuksi hajunpoisto – ja lopuksi kahdella lisävaiheella varmistetaan, että ulostuloilmasta poistetaan viimeiset jäljellä olevat hiukkaset ja kemialliset epäpuhtaudet.

Näissä vaiheissa **AMF**-hajunpoistimesta lähtevä ilma johdetaan

SFD-puhdasilmasuodattimen ja sitten viimeisenä suodatusvaiheena **SFC**-, **SFB**- tai **SFA**-puhdaskaasusuodattimen läpi. Kumpikin suodatin poistaa 99 prosenttia jäljellä olevista hiukkasista, mikä tarkoittaa, että nämä kaksi suodatusvaihetta yhdessä tuottavat 99,99 prosentin suodatustehokkuuden.

Kun otetaan huomioon, että tähän vaiheeseen tuleva 1, 1, 1 -ilma sisältää jo valmiiksi enintään 100 hiukkasta kuutiometriä kohti, **SFA**-puhdaskaasusuodattimesta poistuvan ilman analyysissa löydettäisiin keskimäärin yksi epäpuhtaushiukkanen sataa kuutiometriä kohti. Tämä vastaa yhtä osaa epäpuhtautta 253 septiljoonassa osassa ilmaa – mikä on verrattavissa auringon ja tähtien määrän arvioituun suhteeseen koko universumissa.



Vedä hetki henkeä...

Me teimme sen

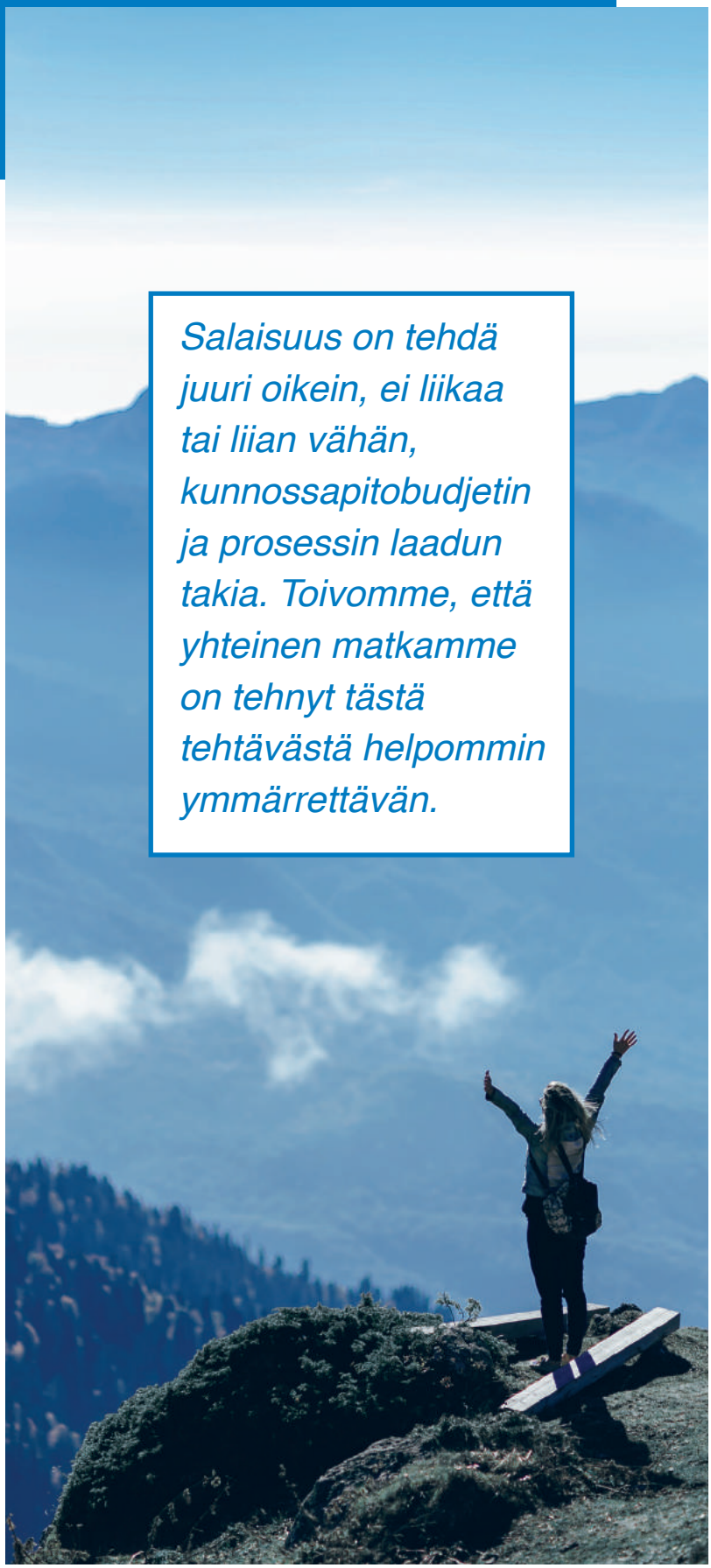
Näiden vaiheiden jälkeen olemme vihdoin matkamme lopussa. Aloitimme tavallisella ilmalla, jossa oli runsaasti kosteutta ja miljardeja hiukkasia, ja muutaman vaiheen ja prosessin jälkeen jäljelle jäi hämmästyttävän puhdasta ja kuivaa ilmaa.

Numerot kertovat kaiken tarvittavan. Laadukkaaksi hengitysilmaksi luokiteltu ilma voi sisältää satoja epäpuhtaushiukkasia miljoonaa ilmahiukkasta kohti ja satoja tuhansia vesimolekyylejä.

Vertaa tätä puhdastilalaatuiseen ilmaan, jonka olemme saavuttaneet yllä mainittujen prosessien kautta. Tässä ilmassa on alle kymmenesosa saastehiukkasta kuutiometriä kohti, eikä yksikään hiukkanen ole kooltaan yli sata nanometriä. Vastaavasti vesipitoisuus on painettu alle kolmeen molekyyliin miljoonaa ilmamolekyyliä kohti.

Hiukkaspitoisuuksien suhde tulevan ja lähtevän ilman välillä on useita miljoonia, ja tuloilman kosteudesta riippuen, kosteus vähenee 4 – 8 tuhannesosaan.

On selvää, että esimerkiksi tämän puhdastilalaatuisen ilman käyttäminen maalin kuivattamiseen olisi silkkaa tuhlausta, mutta haluamme korostaa joustavan, modulaarisen paineilman käsittelyjärjestelmän etuja. Ilma voidaan ottaa käyttöön missä tahansa tämän matkan vaiheessa, heti kun omat käyttövaatimuksenne täyttyvät.



Salaisuus on tehdä juuri oikein, ei liikaa tai liian vähän, kunnossapitobudjetin ja prosessin laadun takia. Toivomme, että yhteinen matkamme on tehnyt tästä tehtävästä helpommin ymmärrettävän.

Expertise – Passion – Automation

www.smc.fi

CAT.FI19B