

ePOOKI

OULUN AMMATTIKORKEAKOULUN TUTKIMUS- JA KEHITYSTYÖN JULKAISUT ISSN 1798-2022

ePooki 100/2020

Sairaalakaasujärjestelmän toimintavarmuus

Heikkinen Mauri, Niskala Mikko

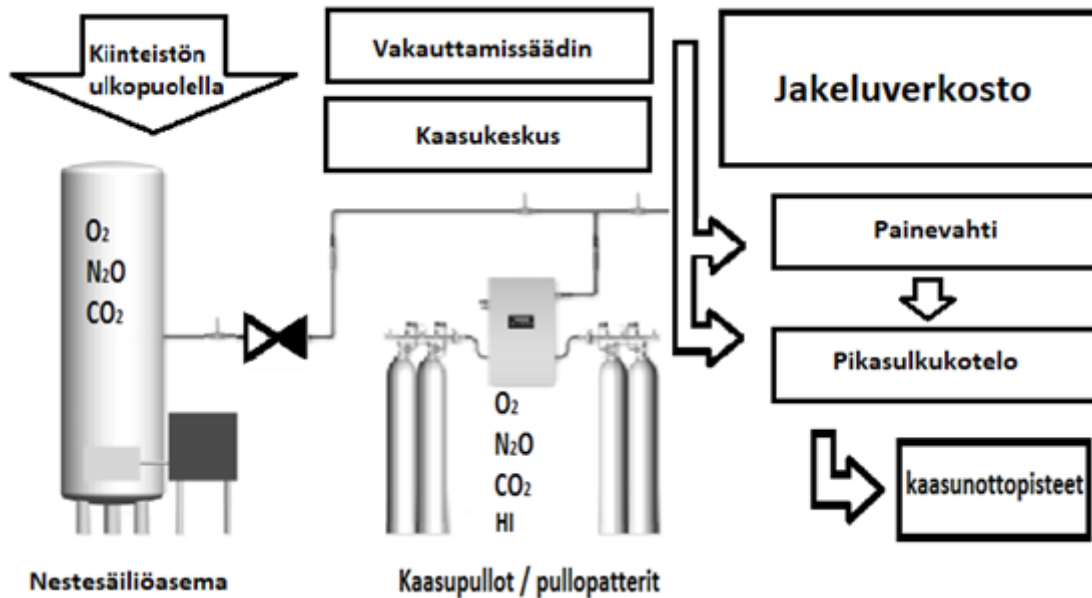
9.12.2020 ::

Sairaalarakentaminen on haasteellinen ja vaativa ympäristö talotekniikan järjestelmien toteutukselle. Sairaalakaasujärjestelmä on yksi monista sairaalakiinteistöön asennettavista erikoisjärjestelmistä. Sairaalakaasujen toimintavarmuus ja puhtaus on ehdottoman tärkeää monissa terveydenhuollollisissa toimenpiteissä, laboratoriotutkimuksissa sekä lääkkeiden valmistuksessa sairaala-apteekissa. Erityisesti happihoidossa, jota käytetään esimerkiksi koronapotilaan hoitomuotona, on lääkkeellisen hapen katkeamaton saanti ehdottoman tärkeää. Järjestelmä vaatii suunnittelulta sekä toteutukselta huolellisuutta, täsmällisyyttä ja saumatonta yhteistyötä rakennushankkeen kaikissa vaiheissa.

Sairaalakaasujen syöttöjärjestelmät

Yleisimmin käytettyjä sairaalakaasuja ovat lääkkeellinen ilma (HI), instrumentti-ilma (IPI), lääkkeellinen happi (O₂), lääkkeellinen hiilidioksidi (CO₂) ja lääkkeellinen dityppioksidi (N₂O) eli ilokaasu. Sairaalakaasut johdetaan sairaalan jakeluverkostoon syöttöjärjestelmien kautta. Syöttöjärjestelmät muodostuvat niihin kaasua syöttävästä kojeesta, pullosta, pullopatterista, nestesäiliöasemasta tai näiden yhdistelmästä. Sairaalakaasujen syöttöjärjestelmien tulee muodostua vähintään kolmesta itsenäisestä syöttölähteestä pois lukien instrumentti-ilma, jonka syöttöön riittää kaksi lähdettä. [\[1\]](#)

Syöttöjärjestelmät jaotellaan kolmeen ryhmään: ensisijaisiin, toissijaisiin ja varasyöttölähteisiin. Ensisijainen syöttöjärjestelmä on kiinteistön ulkopuolella sijaitseva nestesäiliöasema ja toissijainen kaasukeskus. Varasyöttöjärjestelmänä toimivat liikuteltavat kaasupullot. (Kuvio 1). Ensi- ja toissijaiset syöttöjärjestelmät sijaitsevat kaasukeskustilassa, kompressorihuoneessa ja nestesäiliöasemat ulkona kiinteistön välittömässä läheisyydessä. Varasyöttölähteinä toimivat yleisesti jakeluverkostossa olevat painevahdit ja pikasulkukotelot, jotka on sijoitettu osastoille lähelle kaasunotto pisteitä [\[1\]](#). Sairaalakaasujärjestelmän kaikki sähköä käyttävät kojeet liitetään kiinteistön varavoimajärjestelmään. Lääkkeellisiä sairaalakaasuja syöttävien kojeiden ja laitteiden kaasunsyöttö toimii ilman sähköäkin.



KUVIO 1. Sairaalakaasujärjestelmän virtauskaavio

Sairaalakaasujen syöttöjärjestelmän sijoitukseen vaikuttavat useat käytännöllisyyteen ja turvallisuuteen liittyvät sekä asetuksissa määritellyt asiat. Esimerkiksi ilmakompressorijärjestelmää ja kaasupulloja tai pullopattereita ei voi sijoittaa samaan tilaan. Lisäksi painelaitteet on sijoitettava siten, että ne eivät aiheuttaisi vaaraa mahdollisessa vikatilanteessa ja ovat tarkastettavissa, huollettavissa ja vaihdettavissa mahdollisimman yksinkertaisesti [1]. Talotekniikan rakentamisen yleisissä laatuvaatimuksissa (RYL2002) on määritelty kaasu- ja painelaitteiden sijoittelusta tarkemmin.

Nestesäiliöasemia käytetään ensisijaisina syöttölähteinä, kun kaasun vuosikulutus on yli 10 000 normikuutiometriä/vuosi = Nm³/a [1]. Yksikkö normikuutiometri (Nm³/a) tarkoittaa kuutiota kaasua normaali-paineessa 0 °C:n lämpötilassa [2]. Sairaalakäytössä varastoitavat kaasut ovat lääkkeellinen happi, lääkkeellinen dityppioksidi ja lääkkeellinen hiilidioksidi. Nestesäiliöasema sijoitetaan palamattomalle alustalle, esimerkiksi betonilaatalle avoimeen paikkaan rakennuksen ulkopuolelle. Mikäli säiliö sijoitetaan vartioimattomaan paikkaan, suojataan se aidalla, jossa on lukollinen portti. [1] Nestesäiliöasemalta kiinteistöä syöttävä RFe- tai HFe-putkisto asennetaan yleisesti maan alle suojaputkeen ja varustetaan kaasukeskustilassa sulku- ja yksisuuntaventtiilillä. Yksisuuntaventtiilillä estetään mahdollinen vikatilanteen takaisinvirtaus ja kaasunsyöttöä voidaan jatkaa keskeytyksettä toissijaisen syöttöjärjestelmän kautta.

Kaasukeskustilan kojeet

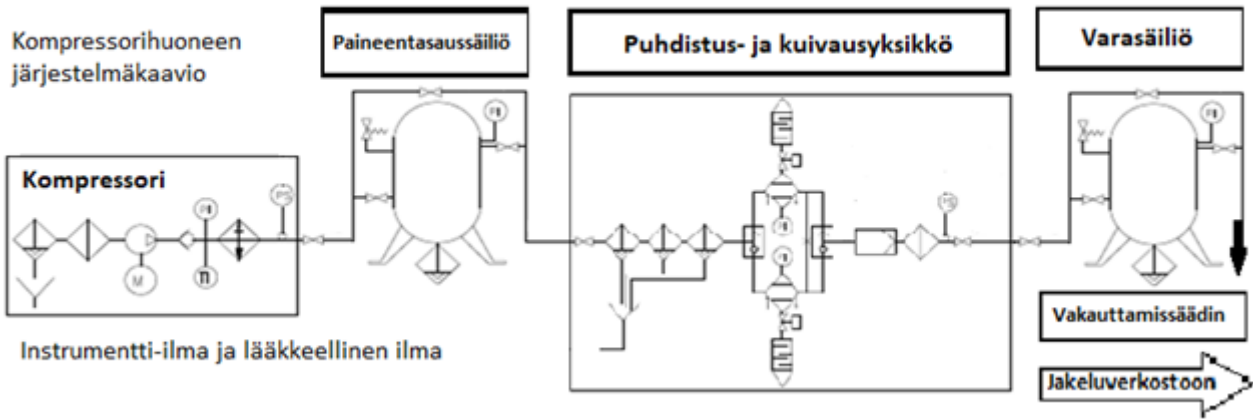
Yleisesti kaasukeskustilassa sijaitsevat lääkkeellisen hapen, lääkkeellisen hiilidioksidin, lääkkeellisen ilokaasun ja lääkkeellisen hengitysilman kaasukeskukset. Kaksipuolisella syötöllä varustettu keskus toimii sairaalakaasujärjestelmän kaasukohtaisena ensi- ja toissijaisena syöttölähteenä [1]. Paineen laskiessa ensisijaisessa syöttölähteessä automatiikka osaa ottaa käyttöön toissijaisen syöttölähteen antaen samalla hälytyksen kiinteistöautomaatiojärjestelmään [3]. Kaasukeskukset sijoitetaan kaasukeskustilaan seinälle noin 1500 mm:n korkeuteen lattiasta, jolloin järjestelmää syöttävät kaasupullot ja pullopatterit voidaan sijoittaa kojeen molemmille puolille lattialle.

Vakuttamissäätimet ovat yleisesti kaasukeskuksessa lääkkeellisen hapen ja kompressorihuoneessa lääkkeellisen hengitysilman sekä instrumentti-ilman syöttöön käytettäviä kojeita. Vakuttamissäätimet asennetaan seinälle kaasukeskuksien tavoin 1500 mm korkeuteen. Näiden tehtävänä on säätää ja vakuttaa haluttu paine jakeluverkkoon kaasunsyöttöjärjestelmän viimeisenä osana ennen jakeluverkostoa. Vakuttamissäätimissä on kahdet toisistaan riippumattomat säätimet, varoventtiilit, painekytin sekä sulkuventtiilit sisään- ja ulostuloissa. Vikatilanteessa voidaan viallinen säädin poistaa käytöstä ja syöttää järjestelmää toimivan säätimen kautta. [1]

Kompressorihuoneen syöttöjärjestelmät

Ilmakompressorijärjestelmää käytetään lääkkeellisen hengitysilman ja instrumentti-ilman tuotantoon. Järjestelmä muodostuu kompressoriyksiköistä, puhdistus- ja kuivausyksiköistä, paineentasaus- ja varasäiliöistä

sekä näiden ohjauslaiteista. [1] Järjestelmä koostuu yleisesti kolmen kompressoriyksikön ja kolmen puhdistus- ja kuivausyksikön yhdistelmästä, jotka muodostavat samalla ensisijaisen ja toissijaisen syöttölähteen. Kaksi kompressoria on aina "reservissä", mikäli ilman kulutus sairaalassa kasvaa yli yhden kompressoriyksikön tuoton, sekä varmistamassa mahdollisessa vika- tai huoltotilanteessa järjestelmän toimivuuden. Varasyöttölähteenä on yleisesti pulloja tai pullopattereita, joita voidaan sijoittaa lisäksi osastoilla sijaitseviin painevahteihin. (Kuvio 2.)



KUVIO 2. Kompressorihuoneen järjestelmäkaavio

Kompressorihuoneen laitteet ja kojeet

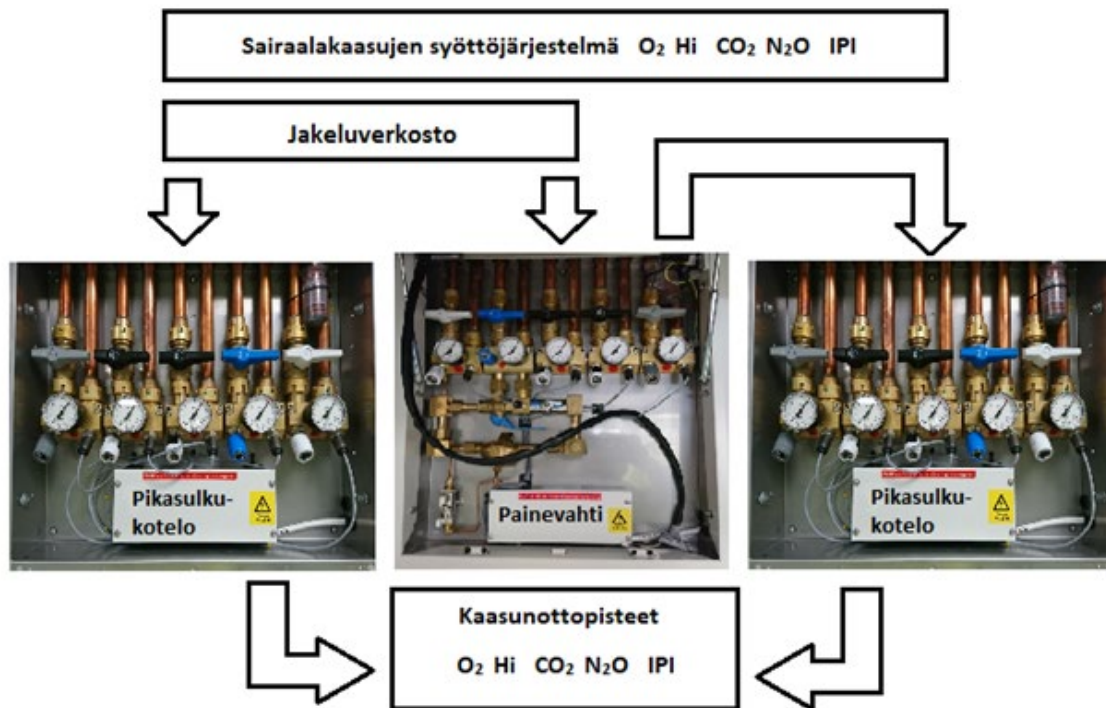
Sairaalaympäristössä ilman tuottamiseen käytetään öljytöntä paineilmaa tuottavia kompressoriyksiköitä. Kompressorit ohjataan automatiikalla, johon on aseteltu tavoitellun verkostopaineen raja-arvot. Tällä pyritään pitämään verkostossa aina riittävä painetaso. Automatiikan ohjaamana kompressorien käyntiä vuorotellaan esimerkiksi käyntiaikojen perusteella.

Puhdistusyksikön tehtävänä on puhdistaa ja kuivattaa kompressorin tuottama ilma lääkkeellisen ilman ja instrumentti-ilman laatuvaatimukset täyttäväksi. Puhdistusyksikössä on yleisesti seuraavat osat: vedenerotin, hienosuodatin, aktiivihilisuodatin, adsorptiokuivain, aktiivihili-/katalyyttipuhdistin ja pölysuodatin. [1]

Paineentasaussäiliön tarkoituksena on tasata kompressorin käyntiä. Säiliössä pitää olla seuraavat varusteet: varo- ja tyhjennysventtiili, näytävä painemittari, automaattinen lauhteenpoistin, tarkastusluukut sekä tulo- ja lähtöyhteisiin yhdistäjillä liitetyt huoltosulut. [1]

Varasyöttölähteet

Sairaalakaasujärjestelmän varasyöttölähteinä käytetään painevahteja ja pikasulkukoteloita, joissa on liitännäismahdollisuus varasyöttöpulloille. Sairaalan huoltohenkilökunta voi liittää näihin kojeisiin irtopulloja syöttämään kaasua sitä tarvitsevalle osastolle. Painevahti ja pikasulkukotelo sijoitetaan sairaalakaasuverkossa kaasunotto pisteiden välittömään läheisyyteen. (Kuvio 3.)



KUVIO 3. Sairaalakaasujen varasyöttökojeet kaasujen virtauskaaviossa [\[4\]](#)

Painevahtien tarkoituksena on toimia verkostossa osastoivina painetta valvovina varasyöttölähteinä. Sairaalan kaikki lääkkeellistä dityppioksidia käyttävät osastot, esimerkiksi leikkaussalit, varustetaan painevahdilla. Painevahdit sijoitetaan yleisesti erilliseen tilaan sen palvelualueen läheisyyteen. Tilassa painevahti asennetaan seinään 1500 mm lattian yläpuolelle, jolloin varasyöttöpulloille jää riittävä tila painevahdin alapuolelle. Painevahti pitää sisällään seuraavat komponentit: sulkuventtiilit, näyttävät painemittaukset, liitännät varapulloille, kiinteistöautomaation painemittauksen ja hälytyksen vaatiman automatiikan sekä ohjaussäätimen. [\[1\]](#)

Pikasulkukotelot toimivat osastojen sekä erillisten tilojen esimerkiksi leikkaussalin sairaalakaasujen sulku- ja varasyöttökojeena. Kiinteistöautomaation paineen mittaus ja hälytyksien automatiikka on mahdollista sijoittaa pikasulkukoteloon. Pikasulkukotelo pitää sisällään seuraavat komponentit: sulkuventtiilit, varasyötön pikaliittimet, paineen näyttävät mittaukset, kiinteistöautomaation painemittauksen ja hälytyksen vaatiman automatiikan. [\[1\]](#)

Kokeet ja testaukset

Asennustöiden yhteydessä järjestelmälle tehdään verkoston painekokeet useassa eri vaiheessa. Painekokeista laaditaan koepainepöytäkirjat koko järjestelmästä. Työnjohto tarkastaa koko sairaalakaasujärjestelmän itselleluovutuksen yhteydessä. Mahdolliset viat ja puutteet kirjataan, korjataan sekä uudelleentarkastetaan.

Ennen käyttöönottoa kaasuntoimittaja tarkastaa järjestelmän jokaisen kaasunottopisteen kattavalla tarkastuksella. Tarkastuksessa käytetään järjestelmässä virtaavia kaasuja syöttöjärjestelmän kautta syötettyinä. Verkostosta otetaan useasta kohdasta kaasuanalyysit tarkempia kaasuntoimittajan omassa laboratorioissa tehtäviä tutkimuksia varten. Tutkimuksista kirjatut kaasuanalyysit toimitetaan sähköisesti ja tallennetaan virallisiin loppudokumentteihin.

Sairaalakaasujärjestelmän toimintavarmuus muodostuu useasta tekijästä. Syöttöjärjestelmässä on vähintään kolme itsenäisesti toimivaa syöttölähdettä kiinteästi liitettyinä jokaiselle kaasulle. Varasyöttölähteiden liitännämahdollisuuksia on sijoitettu osastoivasti palvelemaan jokaista sairaalakaasuja käyttävää osastoa ja tilaa. Oikein suunniteltuna sekä toteutettuna sairaalakaasujärjestelmä kykenee palvelemaan sairaalan toimintaa kaikissa mahdollisissa tilanteissa.

Artikkeli perustuu opinnäytetyöhön:

Heikkinen, M. 2020. Sairaalakaasujärjestelmien asennustekniikka. Oulun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Oulu. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202005016746>

Lähteet

1. ^ [abcdefghijk](#) Suomen Sairaalatekniikan yhdistys ry. 2014. Sairaalakaasujärjestelmien suunnittelu-, asennus- ja huolto-ohje. Hakupäivä 1.3.2020. http://ssty.fi/lvi-jaos/files/2014/04/Sairaalakaasu_WEB.pdf
2. ^ Pro Agria Pohjois-Karjala. 2014. Sanasto biokaasuista. Hakupäivä 9.3.2020. https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/lbk_tietokortti_6.pdf
3. ^ Oy Linde Gas Ab. 2016. Kaasunjakelujärjestelmät / Tuotetiedotekokoelma. Hakupäivä 3.3.2020. <https://www.linde-healthcare.fi/fi/images...>
4. ^ Heikkinen, M. 2020. Sairaalakaasujärjestelmien asennustekniikka. Oulun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Hakupäivä 24.11.2020. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202005016746>

Metatiedot

Nimeke: Sairaalakaasujärjestelmän toimintavarmuus

Tekijä: Heikkinen Mauri; Niskala Mikko

Aihe, asiasanat: kaasulaitteet, kaasut, kompressorit, käyttövarmuus, rakennustekniikka, sairaalat, sairaalatekniikka

Tiivistelmä: Sairaalakaasujärjestelmän rakentaminen poikkeaa täysin tavanomaisesta rakentamisesta, ja järjestelmien toimivuus varmistetaan kolmella erillisellä syöttöjärjestelmällä. Jos kaksi erillistä syöttöjärjestelmää pettää, voidaan siirrettävät kaasupullot kytkeä suoraan painevahtiin tai pikasulkukoteloon. Asennuksessa huomioidaan siirrettävien kaasupullojen tilantarve.

Järjestelmien rakentamisessa kiinnitetään erityistä huomiota puhtauteen ja tiiveyteen. Kaikki jakelurungon liitokset kovajuotetaan tai hitsataan. Liitettäessä putken sisäpinta suojataan inertillä typpikaasulla. Myös paine- ja tiiviyskokeet tehdään tyypellä. Järjestelmän rakentamisen kaikki vaiheet dokumentoidaan. Urakoitsija tekee ja dokumentoi itselleluovutuksen ja testaukset.

Ennen käyttöönottoa sairaalakaasujen toimittaja testaa kaasunottopisteistä saatavan kaasun laadun ja määrän. Jos kaasunottopisteestä otetun kaasun laatu ja määrä täyttää sairaalakaasuille määritellyt vaatimukset, järjestelmä hyväksytään käyttöön.

Julkaisija: Oulun ammattikorkeakoulu, Oamk

Aikamääre: Julkaistu 2020-12-09

Pysyvä osoite: <http://urn.fi/urn:nbn:fi-fe2020120399343>

Kieli: suomi

Suhde: <http://urn.fi/URN:ISSN:1798-2022>, ePooki - Oulun ammattikorkeakoulun tutkimus- ja kehitystyön julkaisut

Oikeudet: CC BY-NC-ND 4.0

Näin viittaat tähän julkaisuun

Heikkinen, M. & Niskala, M. 2020. Sairaalakaasujärjestelmän toimintavarmuus. ePooki. Oulun ammattikorkeakoulun tutkimus- ja kehitystyön julkaisut 100. Hakupäivä xx.xx.xxxx. <http://urn.fi/urn:nbn:fi-fe2020120399343>.