



Olli Tamminen

Älykkäät paineesta riippumattomat säätöventtiilit LVIA-suunnittelijan näkökulmasta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinööryö

16.12.2021

Tiivistelmä

Tekijä:	Olli Tamminen
Otsikko:	Älykkäät paineesta riippumattomat säätöventtiilit LVIA-suunnittelijan näkökulmasta
Sivumäärä:	34 sivua
Aika:	16.12.2021
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine:	Automaatiotekniikka
Ohjaajat:	Lehtori, Kristian Junno Projektipäällikkö, Antti Kujala

Työn aiheena olivat älykkäät paineesta riippumattoman säätöventtiilit LVIA-suunnittelijan näkökulmasta. Työssä perehdyttiin kahden eri valmistajan älykkäisiin paineesta riippumattomiin säätöventtiileihin, toisin sanoen energiaventtiileihin ja niiden toimintoihin. Työssä käytiin läpi myös venttiilien tukemia väyläprotokollia ja venttiilien käyttöönottoon liittyviä nykyaikaisia ratkaisuja. Tämä opinnäytetyö toteutettiin toimeksiantona Ramboll Finlandille yhteistyössä rakennusautomaatio-suunnittelijoiden kanssa.

Työn tarkoituksena oli selvittää näiden venttiilien mahdollisia hyötyjä rakennusautomaatiosuunnittelussa ja avata suunnittelijoille venttiilien peruseräiteitä sekä tuoda esille käyttöönoton eri ratkaisuja ja asennukseen liittyviä käytännön huomioita.

Opinnäytetyön aineistona on käytetty muun muassa molempien valmistajien nettisivuilta löytyneitä tietoja, jotka on jäsennelty tässä työssä helposti ymmärrettävään muotoon. Näiden tietojen lisäksi työhön konsultoitiin toisen laitevalmistajan asiantuntijaa, Mikko Laamasta, sekä hyödynnettiin laitevalmistajasta riippumattomia tietolähteitä.

Olenaisina asioina työssä selvitettiin eri venttiilityyppien hintaluokkaa, joka on ollut varmasti suurimpia vaikuttajia venttiilien vähäiseen käyttöasteeseen, sillä vaihtoehtoina on myös edullisempia ja tuttuja ratkaisuja.

Työn johtopäätöksenä on, että älykkäitä ja energiatehokkaita venttiileitä tulisi hyödyntää LVIA-suunnittelussa nykyistä enemmän. Jotta näin olisi, suunnittelijoilla tulisi olla enemmän tietoa nykyaikaisista, älykkäistä paineesta riippumattomista säätöventtiileistä. Tämä työ pyrki vastaamaan tähän tarpeeseen kertomalla perustietoja kyseisistä venttiileistä sekä käytännön vinkkejä suunnittelutyöhön.

Avainsanat: Energiaventtiili, Intelligent Valve, Rakennusautomaatio, LVIA-suunnittelu

Abstract

Author: Olli Tamminen
Title: Intelligent Pressure-Independent Control Valves from the perspective of HVAC Designers
Number of Pages: 34 pages
Date: 16 December 2021

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering
Professional Major: Automation Engineering
Supervisors: Kristian Junno, Senior Lecturer
Antti Kujala, Project Manager

The topic of the thesis study was intelligent pressure-independent control valves, from the perspective of HVAC designers. The work focused on intelligent pressure-independent control valves more specifically energy valves and their functions from two different manufacturers. The bus protocols supported by the valves and modern solutions related to the commissioning of the valves were also reviewed. This thesis study was commissioned by Ramboll Finland and carried out in collaboration with Ramboll Finland's HVAC design engineers.

The purpose of the work was to find out the possible benefits of these valves in building automation design and inform HVAC designers of the basic principles of the valves. In addition, the purpose was to introduce solutions regarding commissioning and practical considerations related to installation.

The main material source used for the thesis study are the websites of the two manufacturers. In addition to this information, an expert from one of the equipment manufacturers was consulted. Also information sources independent of the equipment manufacturers were utilized.

As an essential issue of this work, the price range of the different valve types was investigated. This has certainly been the biggest factor influencing the low utilization rate of the valves, as there are cheaper and more familiar alternatives.

The conclusion of the work is that intelligent and energy efficient valves should be utilized more in HVAC designing. For that to happen, designers must have better knowledge of the modern, intelligent pressure-independent control valves. This work sought to meet this need by providing basic information on these valves as well as practical tips for HVAC design work.

Keywords: Energy valve, Intelligent valve, Building automation, HVAC Design Engineering

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Älykkäät säätöventtiilit	2
2.1	Paineesta riippumaton säätöventtiili	2
2.2	Paineesta riippuvainen säätöventtiili	2
2.3	Paineesta riippumattoman ja riippuvaisen venttiilin vertailu	3
2.4	Delta-T (ΔT)	5
3	Belimo Energy Valve 3.0 ja Siemens Intelligent Valve	7
3.1	Belimon Delta T:n hallintaohjelma	9
3.2	Belimon energiaventtiili eri sovelluksissa	11
3.3	Belimon (MID) sertifioitu lämpöenergiamittari	13
3.4	Siemens Intelligent Valve	14
4	Käyttöönotto ja liitokset RAU-järjestelmään	17
4.1	Belimon Energiaventtiilin käyttöönotto Ethernet-kaapelilla	17
4.2	Belimo Cloud	19
4.3	Belimo Assistant App	20
4.4	Väyläprotokollat	21
4.4.1	Modbus	21
4.4.2	MP-Bus	22
4.4.3	BACnet	22
4.4.4	KNX	22
5	Energiaventtiili osana LVIA-suunnittelua	22
5.1	Siemensin venttiileiden valintaperusteet	23
5.2	Belimon venttiileiden valintaperusteet	24
6	Venttiilien säätötilat	27
6.1	Belimon energiaventtiilit	27
6.2	Siemensin energiaventtiilit	30

7 Yhteenveto

33

Lähteet

35

Lyhenteet

IMS:	Ilmamääräsäädin.
NFC:	Near-Field Communication. RFID-tekniikka eli radiotaajuista etätunnistusta hyödyntävä laitteiden kättelyyn ja tiedonsiirtoon hyvin lyhyille, maksimissaan noin 2 cm:n etäisyyksille kapealla tiedonsiirto-kaistalla.
ΔT :	Lämpötilaero Delta-T.
RJ45:	Ethernet-kaapeliliitin.
IoT:	Internet of Things. IoT-tekniikoiden avulla laitteita voidaan kytkeä Internet-verkkoon. Laitteista voidaan lukea tietoa tai laitteita voidaan ohjata Internetin yli.
CCV:	Characterized Control Valve -tekniikka. Belimon venttiileissä käytössä oleva täysin tiivis säätöpalloventtiili, joka ei vuoda.
V'_{nom} :	Venttiilin maksimivirtausarvo.
V'_{max} :	Venttiiliin asetettu suurimman virtauksen arvo.
P'_{max} :	Suurin lämpötehoasetus.
P'_{nom} :	Työssä käytetty lyhenne lämmönvaihtimen suurimmasta lämpötehosta.
DDC:	(Direct Digital Control) Säädin, joka sisältää ohjelman esimerkiksi säätöventtiilien, peltien ja muiden laitteiden ohjaamiseen.

- PoE: Power over Ethernet. Laitteet voidaan yhdistää yhdellä Ethernet-va-kiokaapelilla, joka sisältää virransyötön ja tiedonsiirron. Vähintään CAT3-kaapeli, yli 13 W:n teholuokissa CAT5.
- RAU: Rakennusautomaatio.
- MID: Mittauslaitedirektiivi.
- LP: Lämpöpumppu.
- PICV: Pressure Independent Control Valve. Paineesta riippumaton säätö-venttiili.
- LVIA: Tulee sanoista lämpö, vesi, ilmanvaihto ja automaatio, jotka ovat ta-
lotekniikan keskeisiä osa-alueita.
- KVS: Kapasiteettikerroin m³/h.

1 Johdanto

Opinnäytetyö toteutetaan toimeksiantona Ramboll Finlandille. Yrityksen toimiala painottuu suunnitteluun ja konsultointiin. Työskentelen Rambollilla LVIA-suunnittelijaharjoittelijana yksikössä, jonka toiminta ja suunnittelukohteet painottuvat vaativiin toimisto-, liike- ja kokoontumistiloihin sekä asuinrakennuksiin.

Työn aiheena ovat älykkäät paineesta riippumattomat säätöventtiilit LVIA-suunnittelijan näkökulmasta. Aihe on tärkeä, sillä tällä hetkellä kyseiset venttiilit ovat Rambollin projekteissa vähäisellä käytöllä, mikä takia työllä halutaan saada suunnittelijat kiinnostumaan olemassa olevista älykkäistä venttiileistä. Näin asiakkaille voitaisiin jatkossa laadukkain perusteluin ehdottaa näitä energiatehokkaita venttiiliratkaisuja.

Tässä työssä perehdytään kahden eri valmistajan älykkäisiin paineesta riippumattomiin säätöventtiileihin, toisin sanoen energiaventtiileihin ja niiden toimintoihin. Työn tarkoituksena on selvittää kyseisten venttiilityyppien mahdollisia hyötyjä rakennusautomaatiosuunnittelussa ja avata suunnittelijoille venttiilien perusperiaatteita, kuten venttiilien valintaan perustuvia seikkoja ja käyttöönottoon liittyviä nykyaikaisia ratkaisuja. Lisäksi työssä käydään läpi yleisiä väyläratkaisuja, joita venttiilit tukevat.

Työssä kerrotaan yleisesti älykkäistä paineesta riippumattomista säätöventtiileistä sekä siitä, miten ne eroavat perinteisistä, paineesta riippuvaisista säätöventtiileistä. Ensimmäiseksi käydään läpi erilaisten venttiileiden hintaluokkia ja näiden päällimmäisiä hyötyjä ja haittoja, jotta lukijalle tulee parempi ymmärrys niistä venttiilityypeistä, joita työssä käsitellään. Seuraavissa luvuissa avataan kahden eri valmistajan älykkäitä venttiileitä ja syvennytään siihen, minkälaisia toimintoja näistä venttiileistä löytyy. Lisäksi käydään läpi esimerkkejä älykkäiden venttiilien käyttökohteista.

2 Älykkäät säätöventtiilit

2.1 Paineesta riippumaton säätöventtiili

Älykkäät venttiilit ovat myös verkoston paineesta riippumattomia säätöventtiileitä, jotka mittaavat kulutettua energiaa. Paineesta riippumattomista venttiileistä käytetään yleisesti myös nimeä PICV (Pressure Independent Control Valve). Paineesta riippumattomissa venttiileissä ei mitoituksissa tarvitse miettiä KVS-arvoja (kapasiteettikerroin), sillä vaikuttavin tekijä on ainoastaan nimellisvirtaus. Tällainen venttiili pitää asetetun virtaaman asetusarvossaan, vaikka paine-ero venttiilin yli muuttuu. Energiaventtiilillä pystytään tekemään isoja säästöjä energiankulutuksessa. Energiansäästö perustuu energiaventtiilin kykyyn paineriippumattomasti säätää virtausta lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmissä, joten manuaalista ihmisen tekemää säätöä ei tarvitse tehdä. Tämä myös takaa sen, ettei sitä käytetä liian alhaisella lämpötilaerolla, joka on yksi merkittävimmistä syistä turhaan energiankulutukseen. (1, s. 20.)

2.2 Paineesta riippuvainen säätöventtiili

Yleensä venttiilin valinta ja mitoitus perustuu esimerkiksi IV-koneen (ilmanvaihtokone) lämmitystehon tarpeen mukaan. Kun tiedossa on lämmönvaihtimelta haluttu teho, voidaan säätöventtiilin valinta tehdä tiettyjen kriteereiden avulla: venttiilin läpi virtaavan nesteen tilavuusvirta, venttiilin yli mitoitettu painehäviö sekä patterin tulo- ja paluulinjojen nesteiden lämpötilat. (1, s. 18.) Kun nämä arvot ovat tiedossa voidaan KVS-arvo eli kapasiteettikerroin laskea käyttämällä kaavaa 1. Kaikki KVS-arvot venttiileissä ovat kiinteitä. Otetaan esimerkkinä kuvassa 1 oleva Belimon vyöhykeventtiili C215Q-F. Tähän on valmistaja ilmoittanut KVS-arvon olevan 1,2 m³/h. Kaikissa saatavilla olevissa venttiileissä on KVS-arvot ilmoitettu valmistajan toimesta. (2, s. 1.)

$$kvs = \frac{q_v}{\sqrt{\Delta P}}$$

(Kaava 1)

ΔP	<i>venttiilin yli vaikuttava paine-ero [bar]</i>
q_v	<i>venttiilin läpi virtaava nesteen tilavuusvirta [m³/h]</i>
KVS	<i>kapasiteettikerroin [m³/h]</i>



Kuva 1. Belimo C215Q-F-vyöhykeventtiili.

2.3 Paineesta riippumattoman ja riippuvaisen venttiilin vertailu

Vaikka paineesta riippumattomat venttiilit maksavatkin huomattavasti enemmän, on näiden tarkoitus helpottaa asiakasta kustannuksien kanssa ja mahdollistaa käyttäjälle läpinäkyvän seurannan niistä järjestelmistään, joihin älykkäät venttiilit on liitetty. Toisin sanoen toiminta selkeytyy huomattavasti verrattuna järjestelmiin, joihin on asennettu normaalit säätöventtiilit. Järjestelmien suunnittelu myös helpottuu älykkäiden venttiileiden ansiosta, sillä venttiilien mitoitukset on tehty yksinkertaisiksi ja valmiissa älykkäässä järjestelmässä eteen tuleviin muutoksiin voidaan reagoida nopeasti. Etuna on myös varmuus siitä, että järjestelmä toimii koko ajan optimaalisella tasolla.

Vaikka eri venttiilivalmistajat suosittelevatkin paineesta riippumattomien venttiilien käyttöä erilaisissa taloteknisissä sovelluksissa, on alalla niiden käyttö silti

vielä hyvin vähäistä. Oletettavasti suurimpia tekijöitä, jotka vaikuttavat suunnittelijan päätöksiin ja venttiilin valintaan, ovat paineesta riippumattoman venttiilin korkea hinta ja niukempi valikoima verrattuna normaaleihin säätöventtiileihin. Venttiilin valintaan suunnitteluvaiheessa voi vaikuttaa myös suunnittelijoiden epätietoisuus kyseisistä venttiileistä, sillä normaaleja säätöventtiileitä on käytetty jo kauan ja niiden on todettu toimivan hyvin.

Otetaan esimerkiksi DN15-koon säätöventtiilit kahdelta eri valmistajalta. Belimon sivuilta löytää kyseisen koon älykkäät paineesta riippumattomat energia-venttiilit halvimmillaan 1 172,00 €, kun taas normaalin säätöventtiilin lähtöhinta on 34 €. Toki normaalin säätöventtiilin yhteyteen täytyy ostaa venttiilin toimilaitte, joiden hinnat lähtevät nousemaan 90 €:n luokilta. Hintaan siis vaikuttaa se, minkä kokoiseen venttiiliin toimilaitetta on hankkimassa tai mitä ominaisuuksia käyttäjä toimilaitteelta haluaa. Normaalin säätöventtiilin kokonaishinnaksi tulisi siis halvimmillaan 124 €, joka on merkittävästi edullisempi vaihtoehto kuin älykäs paineesta riippumaton venttiili. Siemensin vastaavat venttiilit pyörivät samoissa hintaluokissa. Esimerkkinä on DN15 koon älykäs paineesta riippumaton venttiili, joka maksaa 1209,00 €. Se on siis hieman kalliimpi kuin Belimon vastaavan koon venttiili. Korkea hintataso verrattuna normaaleihin säätöventtiileihin voi myös vaikuttaa päätöksiä tehdessä, millä ja miten perustellaan kannattavaksi kyseiset venttiilit. (3.)

Eri laitevalmistajien huomioita paineesta riippumattomien venttiileiden eduista:

- Venttiilien mitoitus on helpompaa ja nopeampaa.
- Säätöasento voidaan asetella venttiilin asennuksen yhteydessä. Erilistä tasapainotuskeikkaa ei tarvitse tehdä ennen käyttöönottoa.
- Kohteessa myöhemmässä vaiheessa tapahtuvien muutoksien suunnittelu ja toteutus on helpompaa.
- Verkostoon saadaan optimaalinen paine-ero ja energiansäästöjä pumppaus kustannuksissa.
- Optimaalisella virtauksella ja ΔT :llä toimivat patterit.
- Säästöjä tulee asennuskustannuksissa, sillä energiaventtiilin asennus on nopeaa, koska linjasäätöventtiileitä ei tarvita.

Haittapuoliakin löytyy:

- paineesta riippumattoman venttiilin korkea hinta.
- urakkarajoissa ilmenevät ristiriidat.
- suppeampi valikoima.

2.4 Delta-T (ΔT)

Kaikki jäähdytyslaitteet/siirtimet on suunniteltu toimimaan jollain tietyllä vakio ΔT -arvolla, joka tarkoittaa meno- ja paluulinjojen nesteiden lämpötilaeroa. Monesti ajatellaan, että lämpötilaero pysyisi tasaisena mitoitettulla alueella, mutta usein kuitenkin käy niin, että tulo- ja paluuliuksen lämpötilaero (ΔT) jää suunniteltua pienemmäksi. Tätä kutsutaan yleensä alhaisen lämpötilaeron syndroomaksi. (4; 5.)

Rakennusala on tutkitusti ollut yksi suurimpia energian ja resurssien kuluttajia. Esimerkiksi Yhdysvalloissa ja Euroopassa rakennusala käyttää noin 40 % primäärienergiasta, kehitysmaissa taas noin 25 % - 30 %. Alhaisesta lämpötilaerosta puhutaankin välillä alhaisen lämpötilaeron syndroomana. Ongelmaa on havaittu usein varsinkin jäähdytysvesijärjestelmissä ja lämmityspuolella varsinkin LP-sovelluksissa (lämmityspatteri), jos meno- ja paluulinjojen lämpötilaeroa ei ole tai se on olemattoman pientä. Jäähdytysvesijärjestelmät ovatkin monesti suurien rakennusten ja laitosten ilmanvaihtojärjestelmien tärkeimpiä osia (jäähdyttäessä ja/tai kuivattaessa ilmaa). Tämän takia myös ne muodostavat ison osan energiankulutuksesta. (4; 5.)

Tutkimus ΔT :n hajoamisongelmien lievittämisestä älykkäillä säätöventtiileillä

Yhdysvalloissa on tehty kenttätutkimus ΔT :n hajoamisongelmien lievittämisestä vuoden 2011 jäähdytyskautena. Tutkimusraportissa käydään läpi, kuinka ΔT :n hajoamisongelmia pyritään lievittämään käyttäen hyväksi älykkäitä paineesta riippumattomia säätöventtiileitä ja määrittämään saavutettuja tuloksia. Yleisin syy alhaiseen ΔT :hen ovat ylimitoitetut säätöventtiilit, jotka yleensä johtavat epäoptimaaliseen virtauksen käyttöön, hydraulisen tasapainotuksen puutteeseen ja likaisiin jäähdytyspattereihin.

Viimeisen 15 vuoden aikana tapahtuneiden tekniikan muutoksien myötä on ΔT :n heikkenemistä havaittu myös monissa lämmityssovelluksissa ja lämmityslaitoksissa, kuten lauhdekattiloissa ja sähkön ja lämmön yhteisjärjestelmissä. Tämä on merkittävää nimenomaan suurissa lämmitysjärjestelmissä, kuten kaukolämmössä, sillä paluueden lämpötilalla on merkittävä vaikutus järjestelmän kokonaistehokkuuteen. Suomessa normaaleiden asuin- tai liikerakennusten lämmitysmuotona ei juurikaan ole käytössä lauhdutuskattiloita. Lämpöpumppujen lisääntyessä verkostossa kulkevan paluueden lämpötilalla saattaa olla vaikutusta laitteiden hyötysuhteeseen. Vaikka ΔT pyritään pitämään melko pienenä lämpöpumpuilla toteutetuissa järjestelmissä, olisi energiaventiilistä hyötyä näissä järjestelmissä nimenomaan lämpötilaerojen seuraamisessa ja hallitsemisessa. Massachusettsin kampuksella tutkituissa jäähdytysjärjestelmissä kävi ilmi, että näissä järjestelmissä vuotuinen ΔT oli keskimäärin 3.3 K. Määrittävin tekijä alhaiselle ΔT :lle oli ylipumppaus. Tutkimuksessa käy ilmi, että nostamalla vuotuista ΔT :tä 6.7 K pystyttäisiin vuotuisella tasolla säästämään noin 1,5 miljoonaa dollaria. (1, s. 35; 6.)

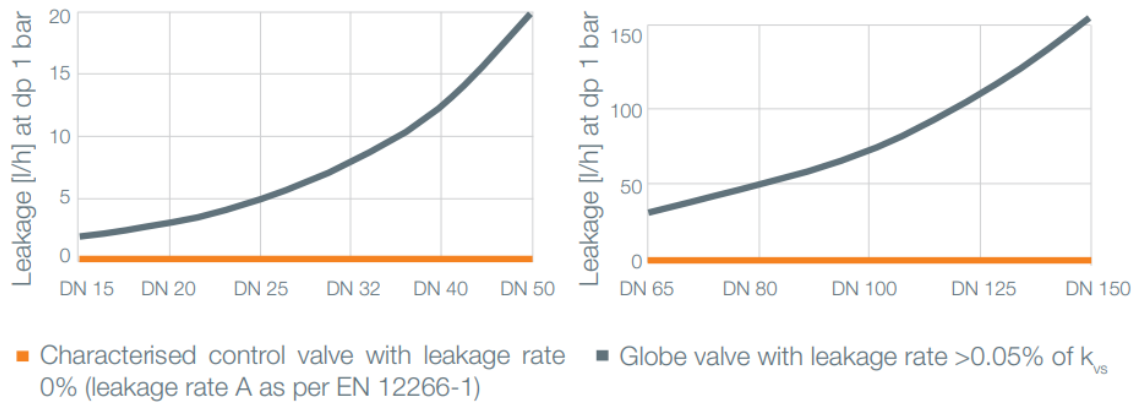
3 Belimo Energy Valve 3.0 ja Siemens Intelligent Valve

Belimon älykkäiden venttiileiden ominaisuuksia

Belimo Energy Valve on älykäs paineesta riippumaton säätöventtiili erilaisiin LVI-sovelluksiin. Energiaventtiili koostuu neljästä eri osasta: säätöpalloventtiilistä, ultraäänimittarista sekä meno- ja paluupuolen lämpötila-antureista. Ultraäänimittaus tapahtuu mittausputken sisällä olevien peilien kautta. Ääni-impulssi kulkee myötä ja vastavirtaan, joiden erosta venttiili kykenee laskemaan virtaavan nesteen määrän. Energiaventtiiliä voidaan käyttää myös sovelluksissa, joissa lämmönsiirtonesteenä käytetään esimerkiksi Vesi/glykolia ja vesi/etanolia. Käytettäessä vesi/glykoli-seosta saa liuoksen pitoisuus olla maksimissaan 50 % ja vesi/etanolin pitoisuus maksimissaan 30 %. Venttiileissä käytettävän väliaineen sallittu lämpötila on -10 °C – 120 °C. (3; 7.)

Vuotamaton venttiilitekniikka

Belimon venttiilien tekniikka perustuu Characterized Control Valve (CCV) tekniikkaan, jossa venttiilin sulkua on ilmakuplatiivis ja täten vuotoa ei pääse syntymään, kun venttiili on kiinni (kuva 2). Istukkaventtiilit ovat myös sulkuventtiileitä mutta eroavat perinteisen palloventtiilin sulkutekniikasta. Istukkaventtiilit siis vuotavat monesti, vaikka venttiili olisikin täysin kiinni. Tiukasti kiinni sulkeutuvalla venttiilillä kyetään estämään nollakuormituksella tapahtuva tahaton kuluutus, täten myös lämmitys- tai jäähdytysenergian tarve pienenee. Normaalisissa istukkaventtiilissä vuotavan veden määrä kasvaa venttiilin nimellishalkaisijan kasvaessa. Vastaavaa ei taas tapahdu, kun käytössä on CCV, joten energiansäästöjä tulee ja käyttökustannuksia voidaan vähentää. Kuvassa 2 havainnollistetaan, miten venttiilin halkaisija vaikuttaa vuodon määrään istukkaventtiilissä ja venttiilissä, missä on käytössä CCV-tekniikka. (8, s. 5.)

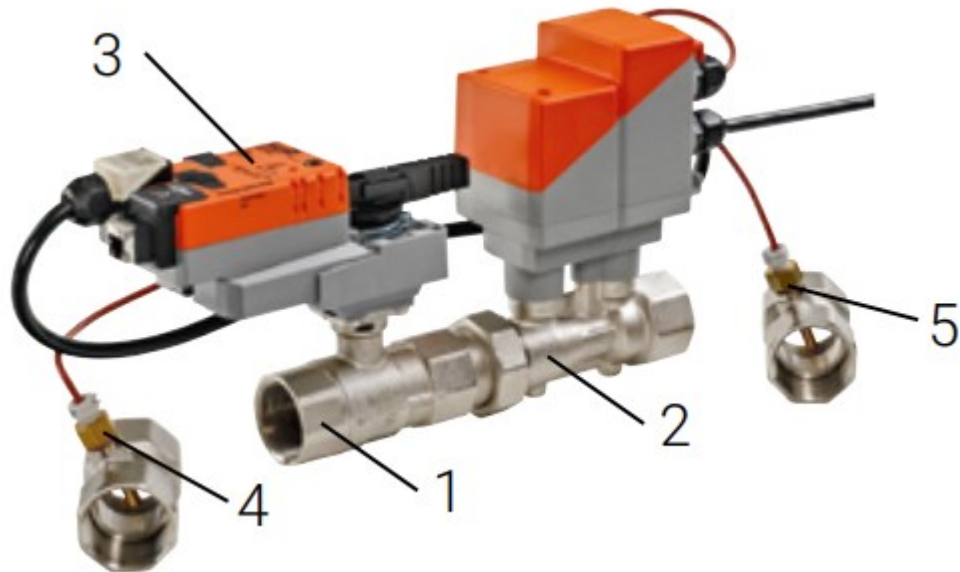


Kuva 2. Havainnollistava kuva eri venttiilin vuodon määrästä.

Venttiilin läpi kulkevaa virtausta mitataan jatkuvasti ultraäänitekniikkaan perustuvalla virtausanturilla. Tarkkoja virtaustietoja käytetään sähköisesti kompensoimaan paineen vaihteluja järjestelmässä. Meno- ja paluulinjojen lämpötilamittauksista lasketaan lämpötilaero. Säädin laskee energiankulutusta hyödyntäen edellä mainittuja mittausparametreja.

Belimo tarjoaa energiaventtiileitä eri putkikokoihin. Koot vaihtelevat valitun putkiliitännän ja tilavuusvirran mukaan. Sisäkierriliitännällä on 2- ja 3-tieversioina saatavilla kokoja DN15-DN50 välillä. Laippaliitännällä koot vaihtelevat välillä DN65-DN150. Laippaliitännää on tarjolla pelkästään 2-tieversioina. Molemmat Belimon liitäntätyypit sisältävät palloventtiilin ja perustuvat siis CCV-tekniikkaan. Siemensillä taas DN65-150 koon älykkäät säätöventtiilit ovat istukkaventtiileitä, jotka vuotavat aina hiukan. Kuvassa 3 on esitetty Belimon 2-tie DN15- koon energiaventtiili ja siihen sisältyvät laitteet.

Energiaventtiili on soveltuvainen moniin erilaisiin LVI-sovelluksiin. Verkoston toiminnasta saadaan energiaventtiilillä kattavasti tietoa. Saatuja tietoja voidaan käyttää moneen eri tarkoitukseen esim. vianetsintään, energianhallintaan eri käyttöpisteiden välillä ja energiankulutuksen seurantaan. Energiaventtiilistä löytyvä toimilaite on ylikuormitussuojattu, eli ei tarvita erillisiä rajakytkimiä, vaan laite pysähtyy automaattisesti, kun rajoitin tulee vastaan. (3; 7.)



Kuva 3. Belimo Energy Valve 3.0, EV015R+BAC.

- 1 Palloventtiili
- 2 Mittaputki virtausanturilla
- 3 Toimilaite
- 4 Lämpötila-anturi T1
- 5 Lämpötila-anturi T2



3.1 Belimon Delta T:n hallintaohjelma

Belimon energiaventtiin yksi merkittävimmistä ominaisuuksista on patentoitu sisäänrakennettu ΔT :n hallintaan kehitelty ΔT Manager -logiikka, jolla pystytään havaitsemaan, jos jäähdytys- ja lämmityslaitteet käyvät matalalla lämpötilaerolla. Toiminto tarkastelee lämmönvaihtimen ΔT :tä ja vertaa sitä aseteltuun ΔT -pisteeseen, ja pyrkii pitämään lämmönvaihtimen lämpötilaeroa optimaalisella tasolla. Tämä auttaa havaitsemaan epätaloudelliset toimintaolosuhteet hyvissä ajoin.

Jos lämpötilaero (Delta-T) putoaa tietyksi ajaksi esimerkiksi 2 K (2°C) alle asetellun ΔT -pisteen, reagoi säädin muutokseen ja laskee tarvittavan ohjaussigna-

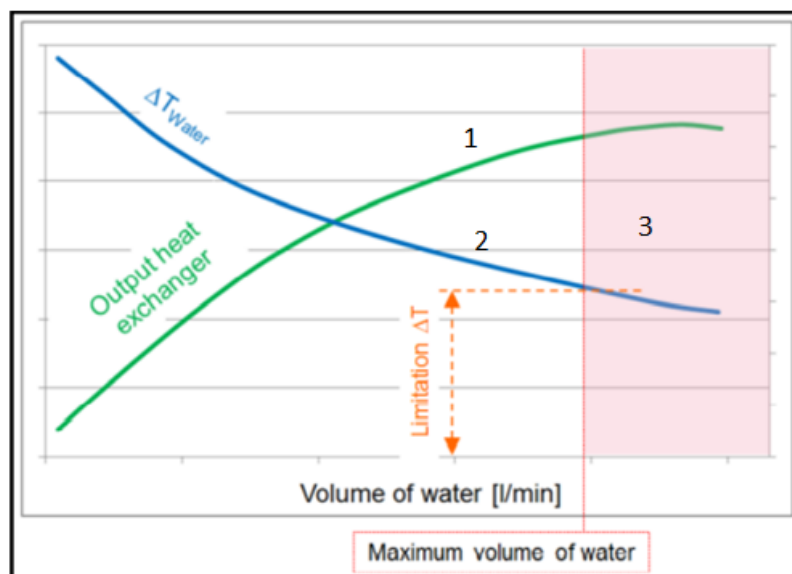
lin venttiilille ja ohjaa venttiiliä ohjaussuureen mukaisesti tarvittavan ajan, kunnes ΔT asettuu asetellun pisteen tasalle tai sen yli. ΔT -managerin asetuksia pystyy säätämään suoraan web-palvelimelta tai Belimo Cloud -pilvipalvelun kautta. Kuvassa 4 näkyy ΔT -managerin asetussivu, josta voi ΔT -rajoituksen laittaa päälle tai pois. ΔT -managerista voidaan nähdä myös sen hetkinen ΔT -asetusarvo 10 K. (2; 9.)

Delta T Manager

dT Limiting function	<input type="checkbox"/>		dT Manager-Scaling	
dT Limiting value			10.0 K	
			Range	1.0 - 55.6
dT Flow saturation value			1260.0 l/h	
			Range	113.4 - 1260.0

Kuva 4. Delta T Manager -asetussivu.

Kun patterissa kulkevan nesteen virtausta kasvatetaan, jossain vaiheessa vastaan tulee piste, jossa kasvattamalla virtausta ei enää saavuteta tehonlisäystä patterilta. Tällöin virtauksen kasvattamisesta ei ole enää hyötyä, eikä se ole energiatehokasta. Kuvassa 5 havainnollistetaan tilannetta, jossa lämmitys- tai jäähdysteho ei pystytä enää kasvattamaan, kun virtaama on ylittänyt tietyn pisteen. Kuvasta myös nähdään, että kun virtausta lähdetään kasvattamaan liikaa, alkaa myös meno- ja paluupuolen lämpötilaero (käyrä 2) laskea. Punaisella maalattu alue on häviövyöhyke (3), jolla oltaessa energiaa tuhlataan liiallisella pumppaamisella. Oranssi katkoviiva näyttää kohdan, johon ΔT on hyvä rajoittaa, jotta patterin toiminta on mahdollisimman optimaalista, toisin sanoen energiatehokasta. (9.)



1. Lämmitys- tai jäähdytysteho
2. Meno- paluupuolen ΔT
3. Häviövyöhyke

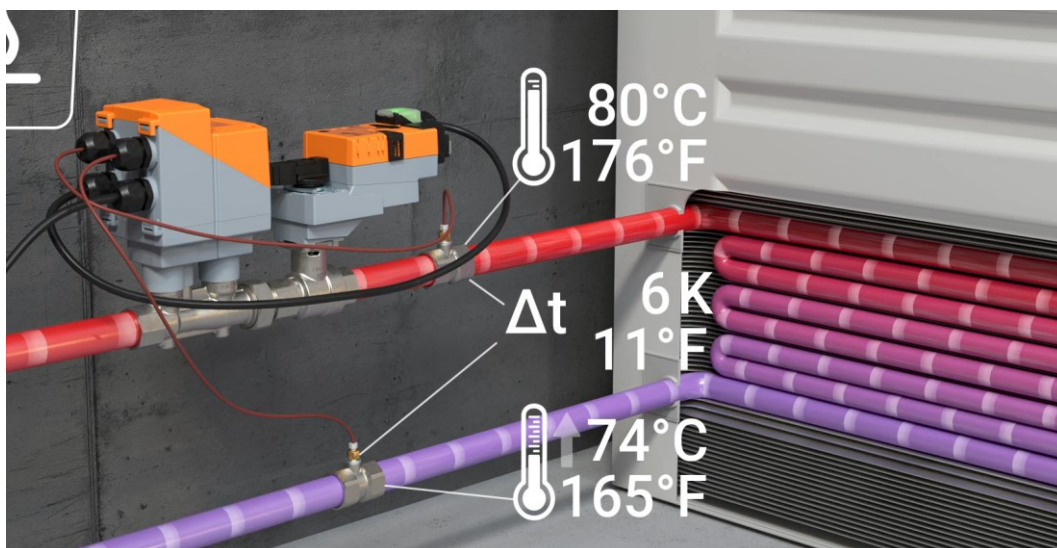
Kuva 5. Havainnoiva kaavio virtauksen ja tehon funktiosta.

3.2 Belimon energiaventiili eri sovelluksissa

Kuvassa 6 energiaventiiliin mitoitettu lämpötilaero (Delta T -arvo) vastaa patterin mitoituksessa käytettyä ΔT -arvoa 6 K.

Energiaventiilissä olevat anturit, jotka on liitetty lämmönvaihtimen meno- ja paluupuolen putkiin mittaavat niissä kulkevan nesteen lämpötiloja, kun säädin alkaa havaita lämpötila-antureiden perusteella alhaisempaa lämpötilaeroa vaihtimessa, alkaa venttiili sulkeutumaan. Täten vaihtimessa kulkeva virtaus hidastuu mahdollistaen tehokkaamman lämmönvaihdon ja poistaa ylivirtauksen.

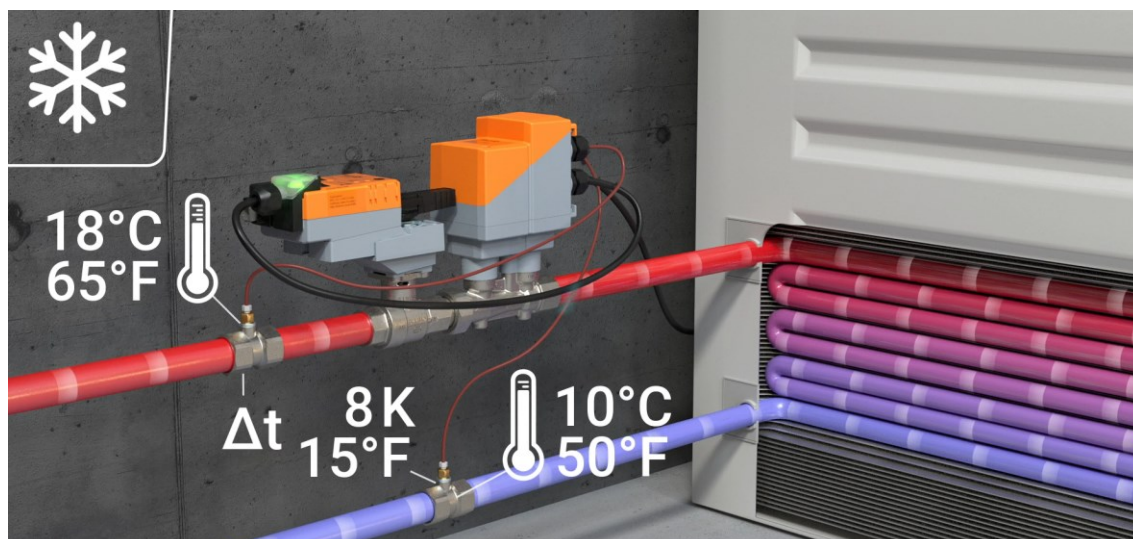
Kun lämpötilaero alkaa vakiintumaan, sallii venttiili suuremman virtauksen vaihtimen läpi, jolloin lämmönsiirto pysyy optimaalisena. (10.)



Kuva 6. Belimon energiaventiili lämmityssovelluksen menopuolella.

Kuvassa 7 energiaventiiliin mitoitettu lämpötilaero (delta T-arvo) vastaa lämmönvaihtimen mitoitettua ΔT -arvoa 8 K.

Kun lämpötila-anturit havaitsevat, että ΔT on ollut alle asetusarvon muutaman minuutin, venttiili alkaa vähitellen sulkeutua virtauksen vähentämiseksi lämmönvaihtimessa mahdollistaen parhaan energiatehokkuuden ja vähentääkseen ylivirtausta. ΔT :n vakiintuessa alkaa venttiili taas avautua pitääkseen mitoitettun lämmönvaihdintehon vakiona. (10.)



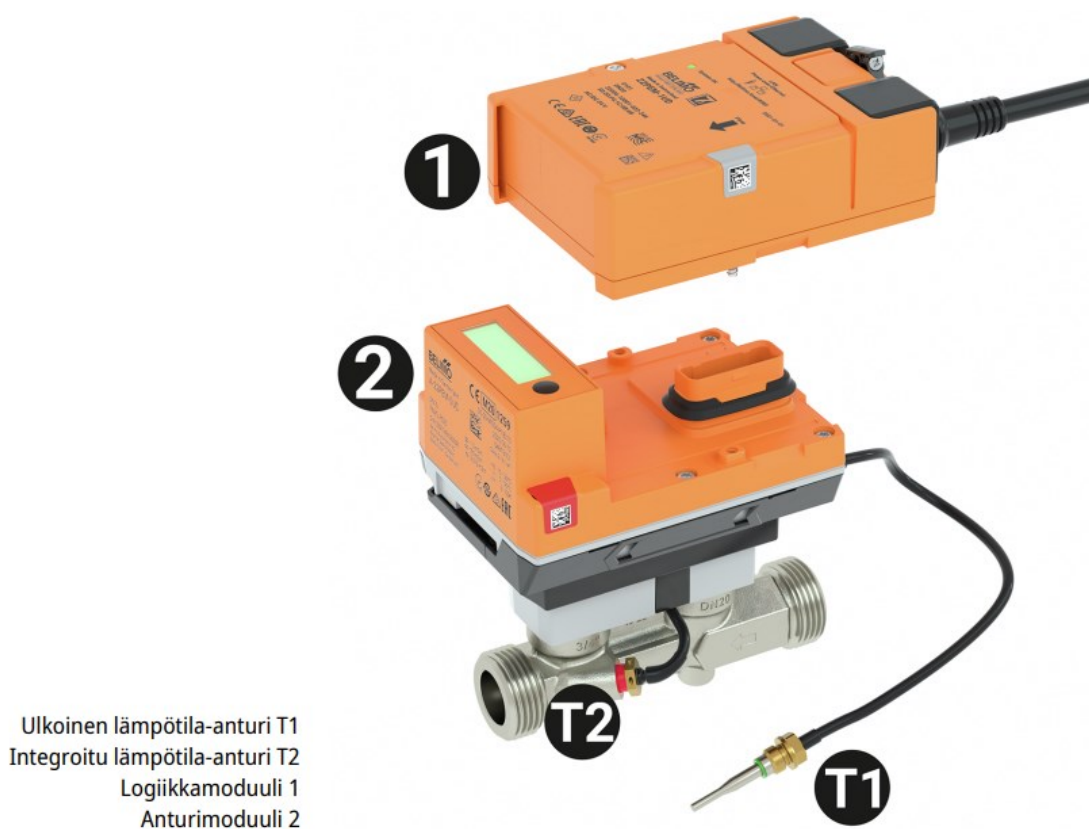
Kuva 7. Belimon energiaventtiili jäädytyspatterin paluupuolella.

3.3 Belimon (MID) sertifioitu lämpöenergiamittari

”Kulutusmittaus tarkoittaa sähkön, kaasun, lämmön, tai veden kulutuksen mittaamista. Kun kulutusmittarin mittaustulosta käytetään sähköenergiasta, vedenkulutuksesta, lämpöenergiasta tai kaasun kulutuksen maksettavan hinnan perusteena, on kulutusmittareiden hankinnassa ja käytössä otettava huomioon mittalaitelain vaatimukset.” (11.)

Belimon uusimman (EV4) energiaventtiin integroiduissa lämpöenergiamittarissa (kuva 8) on käytössä EN1434/MID-sertifikaatti, joka mahdollistaa internet-pohjaisen laskutuksen samaan laitteeseen. MID-standardi ei hyväksy väliaineena mitään muuta kuin vettä, joten jos piiriin pääsee esimerkiksi glykolia, antaa mittari siitä hälytyksen. Kuvassa 8 nähdään lämpöenergiamittarin modulaarinen rakenne, joka koostuu logiikka- ja anturimoduulista. Logiikka- ja anturimoduulin saa siis tarvittaessa irti toisistaan, mikäli anturimoduuli täytyy vaihtaa. Logiikkamoduuli voi jäädä järjestelmään vaihdon ajaksi. Belimolla on valikoimassa myös lähes identtinen lämpöenergiamittari, mutta kyseisessä mittarissa ei ole näyttöä eikä se täytä MID-standardin vaatimuksia. Tällä mittarilla voidaan väliaineen glykolipitoisuus mitata automaattisesti ja samalla hoitaa kompensointi, jolla varmistetaan tilavuusvirran luotettavat ultraäänimittaukset. (7; 10; 12.)

Belimon MID-sertifioitu lämpöenergiamittari ja EV4 ovat Belimon ensimmäisiä laitteita markkinoilla, joissa laitteen sähköistys ja datan siirto hoituvat Ethernet-kaapelilla. Syöttävän verkon täytyy kuitenkin olla sellainen, että sähkönsyöttö on mahdollista. Ethernet-kaapelilla laitteen sähköistystä kutsutaan myös termillä PoE (Power-over-Ethernet). PoE-syötön DC 24V aktivointi mittarille tapahtuu Belimo Assistant -sovelluksen kautta. Tällä hetkellä lämpöenergiamittaria on saatavilla vain DN15-DN50 -kokoluokissa. Tulevaisuudessa valikoimaan on tulossa myös suuremmille putkikokoille sopivia mittareita. (12.)



Kuva 8. Belimon (MID) lämpöenergiamittari.

3.4 Siemens Intelligent Valve

Siemens käyttää energiaventtiileistään nimeä Siemens Intelligent Valve, joka voisi suomeksi käännyä älykkääksi säätöventtiiliksi. Siemensillä on valikoimassa eri putkikokoihin soveltuvia venttiileitä. Sisäkierteisiä säätöpalloventtiileitä on

saatavilla kokoluokassa DN15-DN50 ja laippaliitännäisiä istukkaventtiileitä kokoluokassa DN65-DN125. Kuvassa 9 näkyy sisäkierteinen DN15 ja laipallinen DN65 -koon venttiili. Belimon venttiilin tavoin Siemens Intelligent valve on myös paineesta riippumaton säätöventtiili, jossa on tilavuusvirran, lämpötilan ja tehon mittaus lämmitys-, jäähdytys- sekä ilmanvaihtojärjestelmille. Sen avulla vältetään ylimääräisiltä laskutoimituksilta, sillä laite mittaa jatkuvasti virtausta, joten paineen vaihtelu tasapainottuu automaattisesti. Venttiilissä on myös ominaisuus ΔT :n optimointiin. (13; 14, s. 2.)

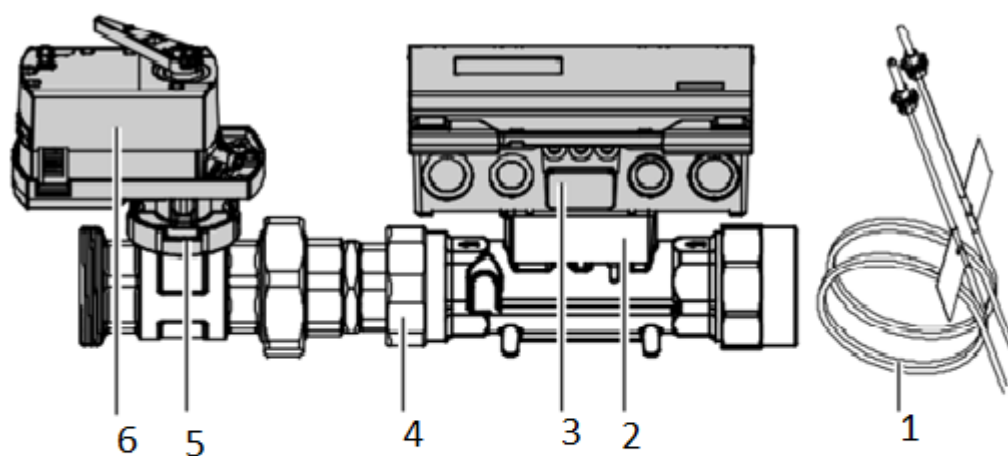


Kuva 9. Siemens Intelligent Valve EVG4U10E015, EVF4U20E065.

Venttiilin integrointi lämpötilan säätöpiiriin hoituu analogisesti (DC 0/2...10V tai 4...20mA) tai vaihtoehtoisesti väylän kautta digitaalisesti (BACnet IP / Modbus RTU). Kun venttiili on osana järjestelmää, kaikkea prosessista saatua dataa voidaan lukea venttiilin luona digitaalisesti esimerkiksi älypuhelimella suoraan venttiilin luota, vaikka venttiili olisi integroitu automaatiojärjestelmään analogisesti. Pilvipalveluun integrointi Siemens Building Operator -sovellukseen on tarkoitettu rakennuksen ylläpitäjän tueksi järjestelmän käyttämisessä sen valvomisessa ja energiankulutuksen seuraamisessa. Integrointi Building operator -sovellukseen auttaa myös kustannuksien kanssa, sillä venttiilin luona ei välttämättä tarvitse fyysisesti käydä, mikä mahdollistaa resurssien säästön. Kuvassa 10 on esitetty Siemensin älykkään venttiilin eri osia. (13; 14, s. 2.)

Älykäs venttiili yhdistää neljä päätoimintoa:

- Jatkuva tilavuusvirtamittaus ultraäänivirtausanturilla. Mittaustulokset toimitetaan venttiilin säätimelle, joka ohjaa venttiilin asentoa niin kauan, kunnes asetusarvoon päästään.
- Lämpötilamittaukset tehdään kahdella Pt1000-lämpötila-anturilla.
- Tarkka virtauksen säätö tehdään venttiilissä olevalla korkean resoluution omaavalla toimilaitteella.
- Dynaaminen hydraulinen tasapainotus, teho- ja energialaskelmat, kertyneiden virtaus- ja energiatietojen tallennus ja verkkointegrointi kulkevat keskusohjausyksikön kautta.



- | | |
|---|---|
| 1 | Lämpötila-anturit T1, T2. |
| 2 | Ultraäänivirtausanturi. |
| 3 | Venttiilin säädin. |
| 4 | Virtausanturin/venttiilin liitäntä. |
| 5 | Virtauksen säätöventtiili (palloventtiili). |
| 6 | Korkealla resoluutiolla varustettu tomilaite. |

Kuva 10. EVG4U10E sarjan perussuunnittelu.

Käyttöönotto WLAN-yhteyden avulla

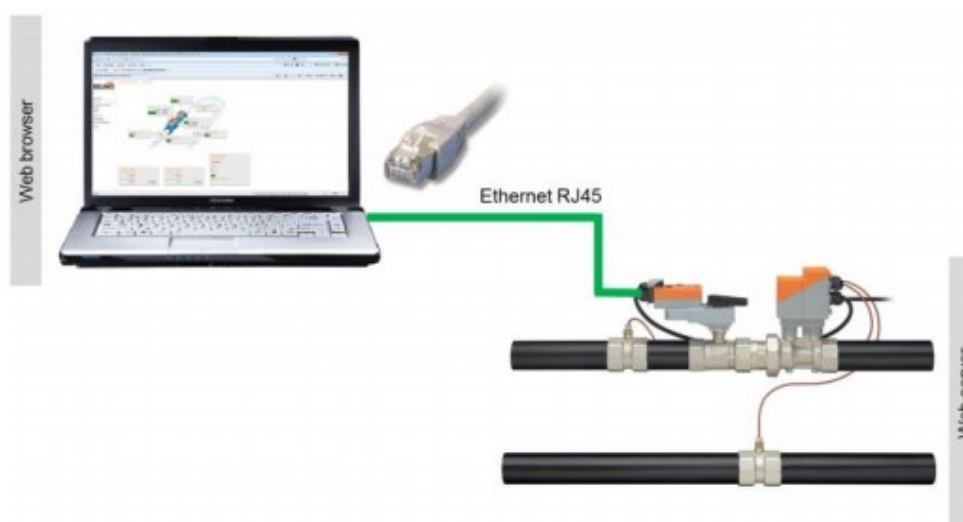
Siemensin venttiileiden käyttöönoton voi hoitaa langattoman lähiverkon avulla. Tätä ei ole mahdollista Belimon venttiileillä. Kaikki tarvittavat asetukset pystytään lataamaan Siemensin ABT Go -mobiilisovellukseen ja sieltä eteenpäin jo-

kaiselle venttiilille langattomasti. Siemensin pilvipalvelun kautta ohjelmistopäivitykset voidaan hoitaa automaattisesti, millä taataan tuotteen toimivuus aina uusimmalla versiolla. (15.)

4 Käyttöönotto ja liitokset RAU-järjestelmään

4.1 Belimon Energiaventtiilin käyttöönotto Ethernet-kaapelilla

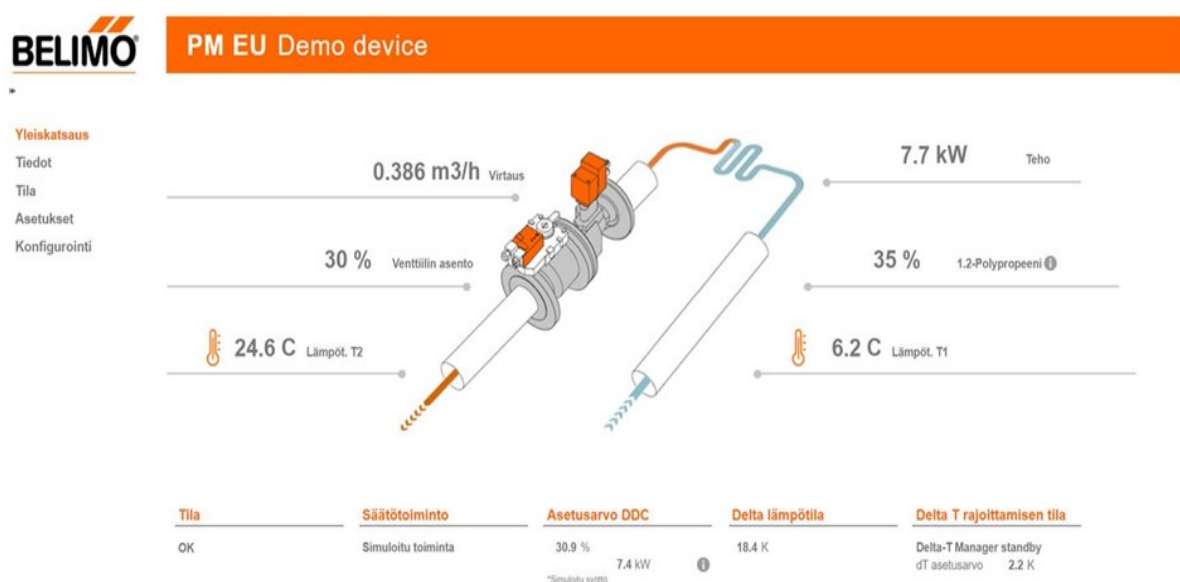
Belimon energiaventtiilissä on RJ-45 liitin sekä web-palvelin, jonka kautta käyttöönotto ja asetuksiin tehtävät muutokset tapahtuvat normaalin internetselaimen kautta (esimerkiksi Chrome, Firefox). Tästä puhutaan myös Peer-to-Peer-yhteydestä, jossa laitteen ja PC:n välinen yhteys hoidetaan yhden Ethernet-kaapelin avulla. Kun käyttöönotto hoidetaan Peer-to-Peer-yhteydellä, annetaan laitteelle oma uusi IP-osoite ja asetellaan myös muut verkkoasetukset kuntoon. Tehtaalla venttiilille on asetettu IP-osoite, mutta se on vaihdettava käyttöönoton yhteydessä. Käytössä olevan selaimen hakukenttään kirjoitetaan kyseisen venttiilin teknisestä tuote-esitteestä löytyvä osoite, jonka kautta pääsee kirjautumissivulle. Venttiilin yhdistäminen kannettavaan tietokoneeseen RJ-45-kaapeliyhteyden avulla on yksinkertaista. (kuva 11). (7.)



Kuva 11. RJ-45-liitäntä.

Käyttöönoton voi myös tehdä suoraan internetin ylitse, eli kaapeliyhteyttä ei tarvita. Tämä toimii muuten lähes samalla tavalla kuin Ethernet-kaapelilla käyttöönotto, mutta selaimen kirjoitetaan käyttöönottomanaalista löytyvän osoitteen sijaan laitteen IP-osoite, johon halutaan olla yhteydessä. Kun IP-osoite on kirjoitettu hakukenttään, enter-painikkeella päästään eteenpäin kirjautumisivulle. Belimon pilvipalveluun kytkettyihin laitteisiin saadaan yhteys tunnusten ja salasanojen takaa tästedes vain klikkaamalla laitteen tunnusta, eli kaikkien käyttöönotettujen laitteiden IP-osoitteita ei tarvitse muistaa. (2; 7.)

Kirjautuessa web-palveluun avautuu Belimon aloitusohjelma. Sivulle kirjaututaan käyttöönottajän määrittämällä tunnuksilla (käyttäjätunnus ja salasana). Yleiskatsauksesta nähdään venttiilin sen hetkiset mittaus- ja säätöarvot (kuva 12). Erilaisia turva- tai käyttäjätasoja voidaan asettaa siten, että jokainen venttiiliin käyttäjä ei pääse käsiksi kaikkiin muunneltaviin parametreihin. Minimitason oikeuksissa voi olla esimerkiksi vain venttiilin pääsivun näkeminen. Huoltoa varten voidaan laatia omat tunnukset ja tunnuksiin voidaan määrittää, mitä kaikkea huolto pystyy tekemään omin luvuin (kuva 13). Pelkästään IP-osoitetiedoilla ei siis pääse käsiksi venttiiliin, sillä käyttäjätunnus ja salasana vaaditaan aina. (2; 7.)



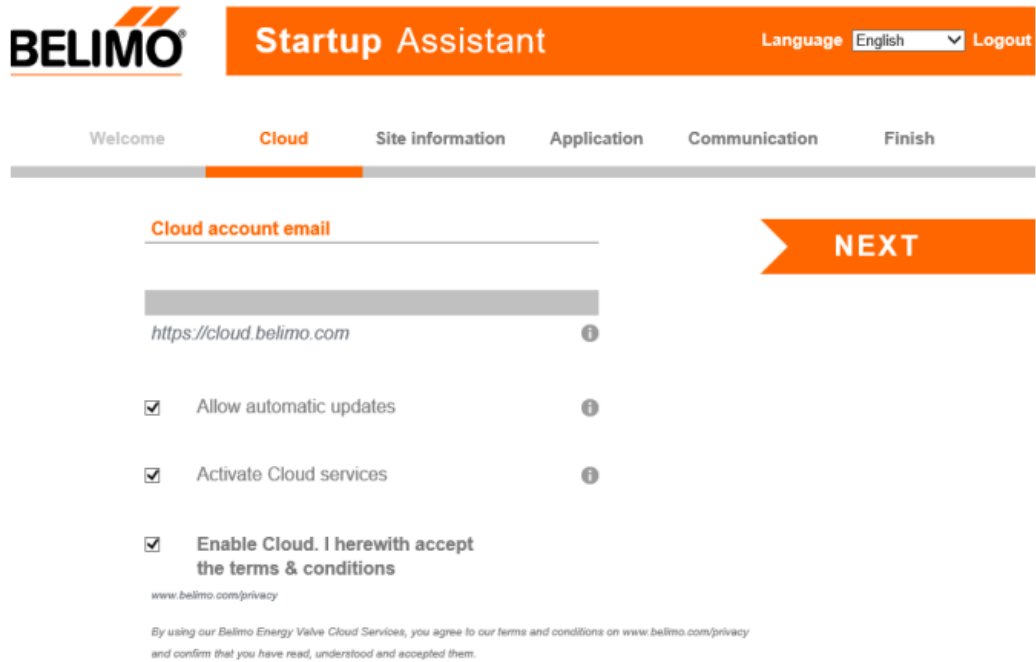
Kuva 12. Web-palvelimen yleiskatsaussivu.

User name:	guest	maintenance	admin
Password:	guest	belimo	1)
Overview	R	R	R
Live Trend&KPI	R / W	R / W	R / W
Data logging	R	R	R / W
Health state	R	R/W	R / W
Version information	-	R	R
Application	R ⁽²⁾	R ⁽²⁾	R / W
Date & Time	-	R	R / W
Users	R	R/W	R / W
IP	-	R	R / W
BACnet/MP/Modbus	R	R	R/W
Cloud Settings	-	-	R/W
Maintenance	-	-	R/W

Kuva 13. Käyttäjien kirjoitus- ja lukuoikeudet.

4.2 Belimo Cloud

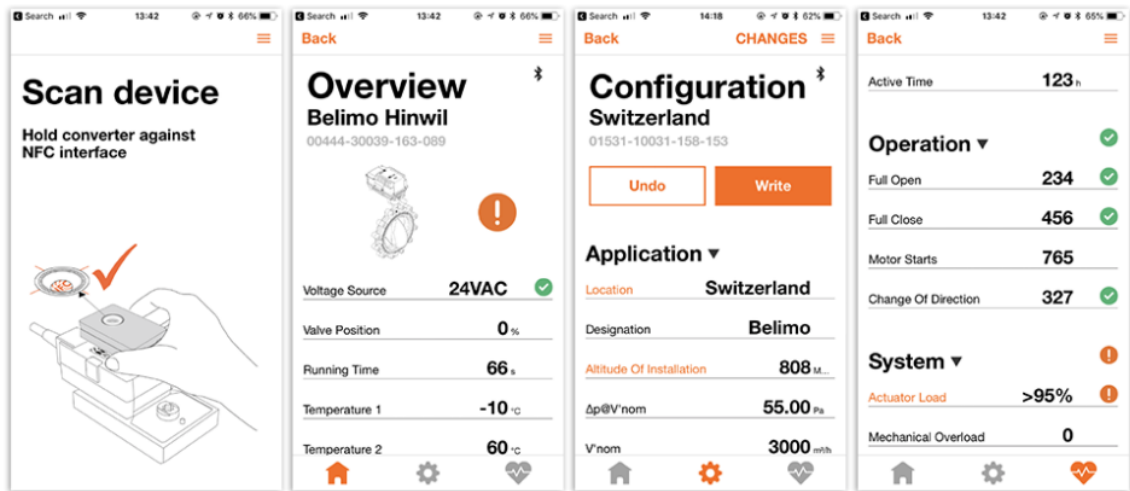
Kun energiaventtiili on kytketty Belimo Cloud -pilvipalveluun, voidaan sen lisäpalveluita käyttää. Belimo Cloudin lisäpalvelut saa helposti käyttöön käyttöönoton yhteydessä (kuva 14). Internetin kautta voidaan hallita useita väylään kiinnitettyjä laitteita. Jos energiaventtiili on kytketty maksuttomaan pilvipalveluun, takuu-aikaa voidaan laajentaa normaalista viidestä vuodesta seitsemään vuoteen. Pilvipalvelussa mittaustuloksia pystytään tarkastelemaan, ja ne säilyvät siellä läpi venttiilin eliniän. Tarvittaessa Belimon asiantuntijat auttavat datan tulokinnassa. Pilvipalvelu lähettää käyntiraportin kolmen kuukauden välein, jos ongelmia ei ilmene ja kaikki toimii moitteitta. Ongelmien ilmetessä ja esimerkiksi ilmakuplien tai glykolipitoisuuden muuttuessa linjoissa kulkevassa liuoksessa, pilvipalvelu lähettää käyntiraportin käyttäjälleen heti. (2, s. 6.)



Kuva 14. Belimo Cloud -asetussivu.

4.3 Belimo Assistant App

Uusimman sukupolven venttiileissä, peltien toimilaitteissa ja ilmamääräsäätimissä on NFC-yhteensopivuus, jonka avulla vianmääryksiä ja ohjelmointia voidaan mahdollisesti nopeuttaa käyttäen Assistant Appia. Käyttöönottoa varten Belimolta löytyy älypuhelimille Belimo Assistant App -sovellus, jonka avulla laitteet voidaan nopeasti ja helposti käyttöönottaa ilman, että toimilaitteessa on virtaa. NFC-yhteyden ansiosta huollot ja parametrien määrytykset on mahdollista tehdä virrattomaan laitteeseen. Käytännössä laitteen voi siis ohjelmoida, vaikka se olisi vielä paketissa. Laitteeseen asennettu NFC-siru saa käyttövirran mobiililaitteesta, jolla se ohjelmoidaan. Energiamittarissa ja energiaventtiilissä on omat akut mittaustietojen tallentamista varten. Langattomalla tekniikalla pystytään toimimaan myös turvallisesti, sillä laitteen kotelointia ei tarvitse avata eikä kaapeleihin tarvitse koskea. Belimo Assistant App:in avulla älypuhelimeen saadaan näkyville toimilaitteen reaaliaikainen tila (kuva 15). Laskutuksen voi myös hoitaa suoraan sovelluksen kautta, kun väliaineena on käytössä vesi. (16.)



Kuva 15. Laitteiden tilan monitorointi Assistant -sovelluksessa.

4.4 Väyläprotokollat

4.4.1 Modbus

Modbus on avoin tiedonsiirtoprotokolla, joka on käytössä molemmilla energia-venttiilivalmistajilla (Belimo/Siemens) sen joustavuuden ja helppokäyttöisyyden ja yksinkertaisen toteutuksen ansiosta. Modbus-väyläliitäntä mahdollistaa tiedonkeruun rakennuksessa olevista laitteista, sekä laitteiden, kuten energiaventtiileiden välisen kommunikoinnin. Väyläliitännöiden ansiosta toiminta pysyy optimaalisena, täten energiankulutusta voidaan vähentää. Kuitenkin yksittäisen laitteen säätö, kuten normaalin lämmitysventtiilin säätö, on kannattavampaa toteuttaa I/O-liitoksella kuin väyläliitoksella. Modbus-väylään voidaan kytkeä jopa 32 toimilaitetta, huomioiden Modbus-protokollan vaatimukset väylän rakenteesta. Modbus TCP on lähes identtinen Modbus RTU:n kanssa, mutta TCP kommunikoi fyysisellä tasolla Ethernet-verkossa, Modbus RTU taas käyttää fyysisenä tasona RS-485-liitäntää, mikä mahdollistaa LVI-laitteiden suoran kytkennän Modbus-verkkoon. Belimon energiaventtiilissä parametrien asetteluun pystyy hoitamaan Modbus-väylän kautta, mutta väylän kautta käyttöönotto ei ole mahdollista. (1, s. 33; 17, s. 3.)

4.4.2 MP-Bus

Belimon oma MP-Bus-protokolla on nimenomaan kehitetty LVI-toimilaitteille, kuten säätöventtiileitä tai muuttuviljavirtauksen järjestelmien ohjauksia varten. Masterin ja slaven välinen tiedonvaihto on mahdollista, kuten tilavuusvirrat, min/max-rajat, säätöventtiilien asennot, vikailmoitukset ja mittausarvot. MP-Busin kautta voidaan ohjata kahdeksaa käyttöä yhdestä MP-masterista. MP-Bus-protokollalla ei ole linjatopologiarajoituksia, joten tähti, rengas, puut tai laajennetut konfiguraatiot ovat mahdollisia. (18.)

4.4.3 BACnet

BACnet on myös Modbusin tapaan rakennusalaalla mainioksi todettu ja yleisesti monilla valmistajilla käytössä oleva viestintäprotokolla. BACnet ei myöskään vaadi lisenssiä, koska standardi on avoin. BACnet IP kommunikoi Modbus/TCP:n tapaan Ethernet-verkossa. Belimon ja Siemensin energiaventtiili voidaan integroida suoraan BACnet IP -verkkoon, kun taas BACnet MS/TP käyttää fyysisenä tasona RS-485-liitäntää. (17, s. 4.)

4.4.4 KNX

Belimon energiaventtiilit tukevat myös KNX-standardia. Siemensin älykkäissä venttiilissä ei ole tukea tälle standardille. KNX on uudenaikaisiin koti- ja rakennusjärjestelmiin soveltuva tiedonsiirtoprotokolla. KNX on hajautettu väyläjärjestelmä, jonka ansiosta laitteiden suora tiedonsiirto on mahdollista. (18, s. 4.)

5 Energiaventtiili osana LVIA-suunnittelua

Molempien valmistajien älykkäät venttiilit ovat paineesta riippumattomia venttiileitä, joten verkostoissa olevat pumput pitää huomioida siten, että ne ovat aina vakio paineohjauksella. Jos pumpuilla aletaan säätämään virtaamaa, paineesta riippumattomat venttiilit eivät toimi kuin näiden olisi tarkoitus.

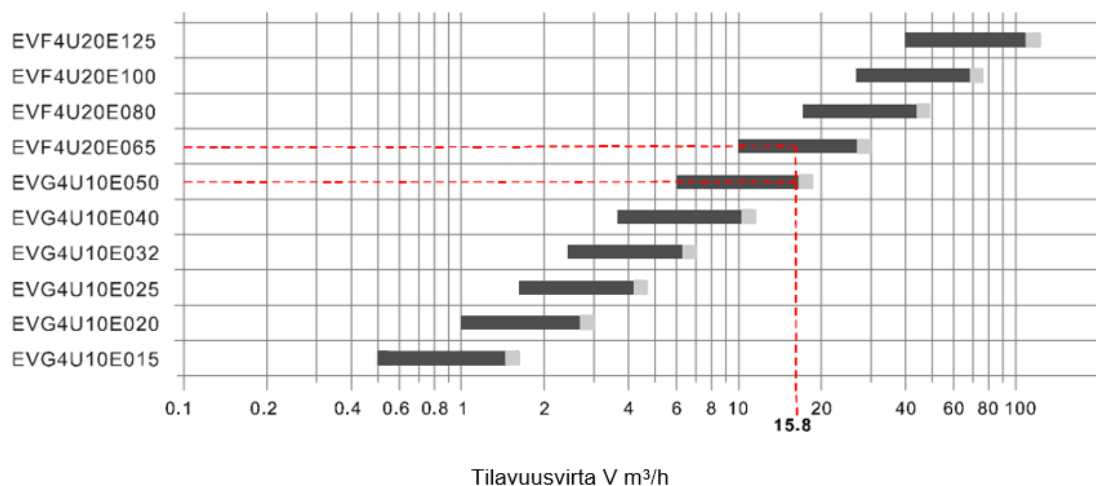
5.1 Siemensin venttiileiden valintaperusteet

Kun halutaan suunnitella tasapainossa oleva lämmitys tai jäähdytysjärjestelmä/verkosto normaaleilla vakiosäätöventtiileillä, täytyy aluksi määritellä suunnitellut virtausnopeudet ja laskettava painehäviöt koko verkostossa. Tämän jälkeen on määriteltävä venttiilin tyypit, oikea koko ja virtauskerroin. Kun venttiilit on saatu valittua, täytyy myös venttiilille valita oikea toimilaite, jolla manuaalisesti säätämällä hoidetaan tasapainotus. Verkosto kuitenkin pysyy vain staattisesti tasapainossa, sillä jos jakeluverkko toimii osakuormalla, järjestelmän tasapaino heikkenee. Tästä seurauksina voivat olla korkeat kustannukset ja energiankulutus. Suunnitellessa kohteisiin dynaamiset venttiilit, kuten älykkäät paineesta riippumattomat venttiilit, tasapainotus hoituu automaattisesti eli vältytään kaikelta monimutkaiselta laskemiselta, johon saa kulutettua paljon aikaa suunnittelutyössä. Ainoastaan tilavuusvirta määrittää, minkälaista venttiiliä tulee käyttää.

Verkostoon ei tarvitse suunnitella ylimääräisiä virtauksen säätö- tai tasapainotusventtiileitä, mikä vähentää suunnittelu- ja asennustyötä, ja vaikuttaa täten kustannuksiin positiivisesti. Laitteet voidaan käyttöönottaa paikan päällä, tasapainotuksen voi hoitaa maksimivirtauksen esiasetuksen ja automaattisen tasapainotuksen ansiosta. Dynaamiset venttiilit, kuten PICV, mahdollistavat tasapainoisen virtausnopeuden kaikissa kuormitusolosuhteissa, millä vältytään huonelämpötiloihin syntyvistä vaihteluista. Siemens kertoo sivuillaan, että dynaamisilla venttiileillä voidaan mahdollistaa jopa 30 prosentin energiansäästöt ja älykkäillä venttiileillä (Siemens Intelligent Valve) voidaan päästä 37 prosentin säästöihin. (19, s. 5.)

Dynaamisen ohjausventtiilin venttiilin mitoitus

Dynaamisen venttiilin mitoitus on tehty yksinkertaiseksi. Kun tiedetään tarvittava tilavuusvirta m^3/h , voidaan kuvan 16 perusteella valita kohteeseen sopiva venttiili. Venttiilissä on elektroninen tilavuusvirtauksen säädin, joka varmistaa, että venttiilit yltyvät aina johonkin tiettyyn nimellistilavuusvirtaukseen. Nimellistilavuusvirtaa ei saa ylittää. Siemens suosittelee venttiilin mitoituksessa otettavan huomioon asennuksen aikana mahdollisesti tarvittavan hieman suuremman tilavuusvirran, joten venttiili kannattaa mitoittaa siten, että maksimitilavuusvirtaus V_{max} on esiasetettava arvoon 30...90 %. Kuvassa 16 tummanharmaa alue on suositeltu suunnittelualue. Tällä alueella on otettu huomioon mahdollinen tilavuusvirtauksen kasvu asennuksen aikana. Vaaleanharmaa alue on maksimisunnittelualue ilman mahdollisuutta tilavuusvirtauksen lisäämiseen 90...100. Otetaan esimerkiksi kuvitteellinen tarvittava tilavuusvirta $15,8 \text{ m}^3/\text{h}$. Kaaviosta voimme nähdä, että venttiilit EVG4U10E050 ja EVF4U20E065 soveltuvat tälle virtausalueelle. (14, s. 8.)



Kuva 16. Venttiilin mitoituskaavio.

5.2 Belimon venttiileiden valintaperusteet

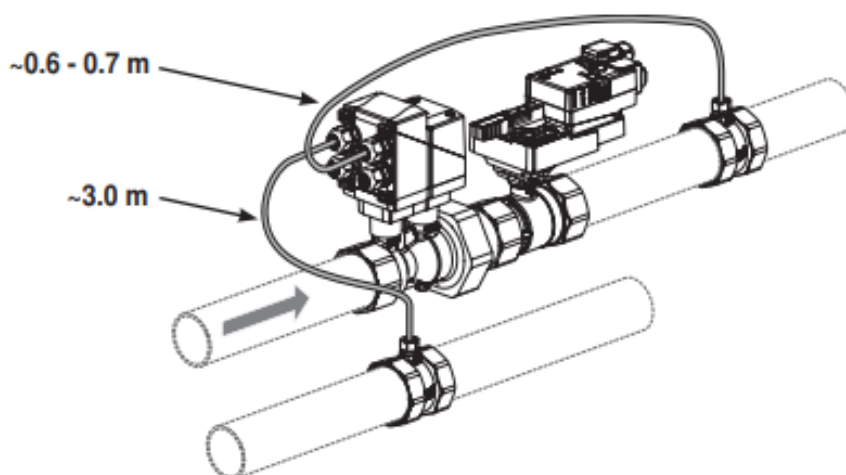
Verkostojen suunnittelussa voidaan hyödyntää dynaamisen simuloinnin avulla saatuja maksimitehontarpeita. Belimon tuotteiden käyttäminen ei kuitenkaan

vaadi dynaamista simulointia. Maksimitehontarve ajoittuu yleensä vuorokauden ja vuodenajan eri ajankohdille eri osiin verkostoa, joten verkoston suunnittelua helpotetaan mitoittamalla vain verkoston suurimman yhtäaikaisen tehontarpeen mukaan. Tämä vaikuttaa esimerkiksi putkidimensioiden pienentymiseen, millä on suora vaikutus myös paisunta- ja varolaitteiden kokoihin.

Jos käyttöön on suunniteltu tulevan EV3 -sukupolven energiaventtiileitä, täytyy putkiurakoitsijoille käydä läpi DN15-50-kokoluokan anturikytkennät vesikierron paluupuolelle, sillä isommissa kokoluokissa DN65-150 ja Belimon uusimman sukupolven energiaventtiilissä EV4 -paluupuolen anturi on asennettu venttiilin runkoon. Urakkarajoissa siis kannattaa määritellä tarkasti kenelle anturikytkennät kuuluvat. (7.)

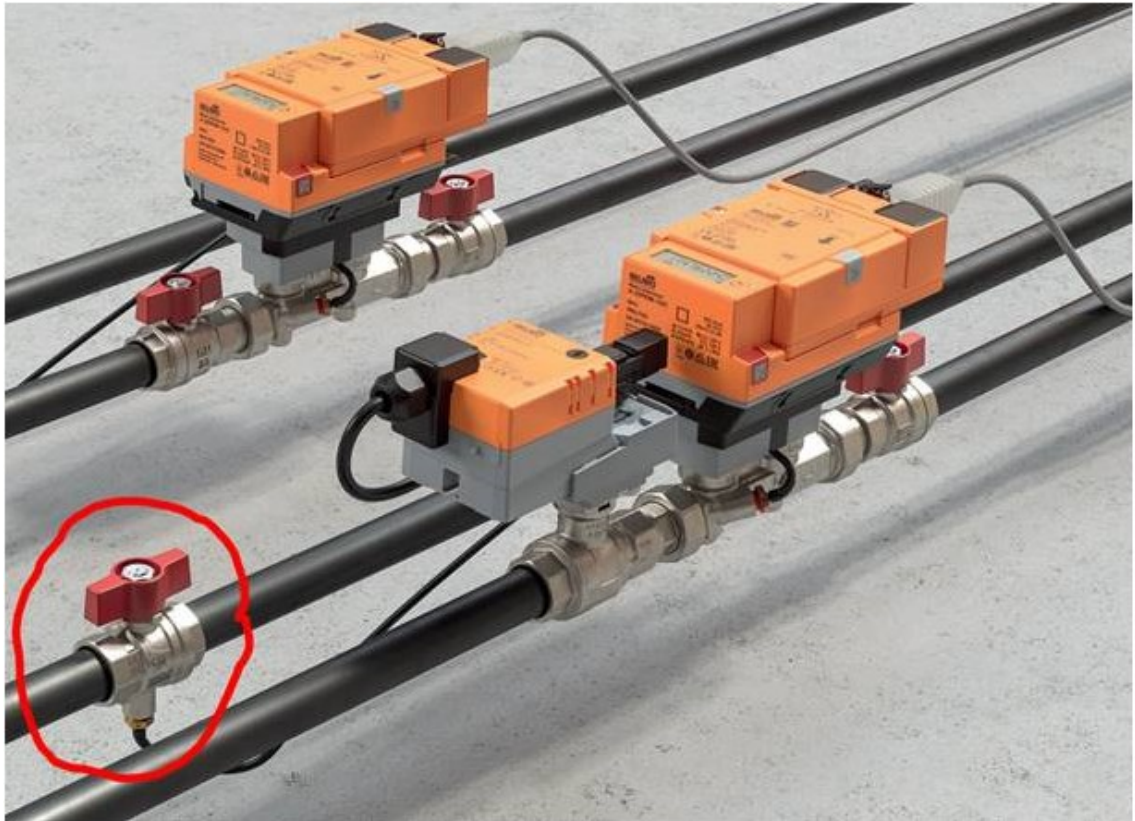
Huomioitavaa on myös se, että antureiden johtoja ei saa lyhentää tai jatkaa missään tapauksessa. Jos ylimääräistä johtoa jää, urakoitsijalle ohjeistetaan kaapelin kieputtaminen ja kiinnittäminen venttiilin lähelle.

Kolmannen sukupolven DN15-50-koon energiaventtiileissä meno- ja paluuvesianturit on asennettu valmiiksi kierreltiitososiin, mikä helpottaa venttiilin asennusta ja takaa tarkan mittaustuloksen, sillä anturi on kosketuksissa väliaineeseen. (kuva 17). (2.)



Kuva 17. EV3 DN15-50 -mitta-antureiden asennuskohdat.

Uusimman sukupolven energiaventtiiliin täytyy siis ostaa lisävarustesarja tai jokin muu putkiosa, jolla anturi saadaan asennettua vesikosketukseen. Tällä pystytään takaamaan se, että anturi saa mitattua lämpötilan suoraan väliaineesta. (kuva 18).



Kuva 18. EV4 menovesianturi asennettuna vesikosketukseen Belimon lisävarustesarjan avulla.

Energiaventtiileitä ei saa asentaa minkään sähkömagneettisen säteilijän läheisyyteen. Tällaisia ovat esimerkiksi taajuusmuuttajapumput. Taajuusmuuttajapumput eivät valmistusdirektiivin täyttäessä saa säteillä häiriösignaaleja, jotka vaikuttaisivat tässä tapauksessa energiaventtiilin toimivuuteen. Jos taajuusmuuttajista aiheutuu haitallisia säteilyitä, on valmistaja tästä ilmoittanut ja tuonut esille tarvittavan varoetäisyyden asennusohjeissa. Jos niin sanotut normaalit asennusetäisyydet täyttyvät, ei pumpuista pitäisi olla venttiilille mitään haittaa.

Taajuusmuuttajien kanssa hyvään asennustapaan kuuluu yleensä käyttää häiriösuojattuja kaapeleita, anturikaapelit pyritään pitää erillään häiriöaltilta alueelta. (7.)

Energiaventtiilin mitoitus

Jos käyttöön on tulossa Belimon energiventtiilit, on sopivan venttiilin valinta tehty myös Belimon verkkosivuilla yksinkertaisesti. Venttiiliä mitoittaessa vaikuttaa valintaan pelkästään tilavuusvirta (m^3/h). Tilavuusvirta voi vaikuttaa myös venttiilin putkiliitántään. Sisäkierteisellä liitoksella valikoimassa on $1,26 \text{ m}^3/\text{h} - 17,26 \text{ m}^3/\text{h}$ ja laippaliitoksella $28,8 \text{ m}^3/\text{h} - 162 \text{ m}^3/\text{h}$. (3.)

6 Venttiilien säätötilat

6.1 Belimon energiventtiilit

Asennonsäätö, Position Control

Belimon energiventtiili tarjoaa erilaisia säätötiloja. Näitä tiloja voidaan vaihdella venttiilin asetuksista joko käyttöönoton yhteydessä tai sen jälkeen.

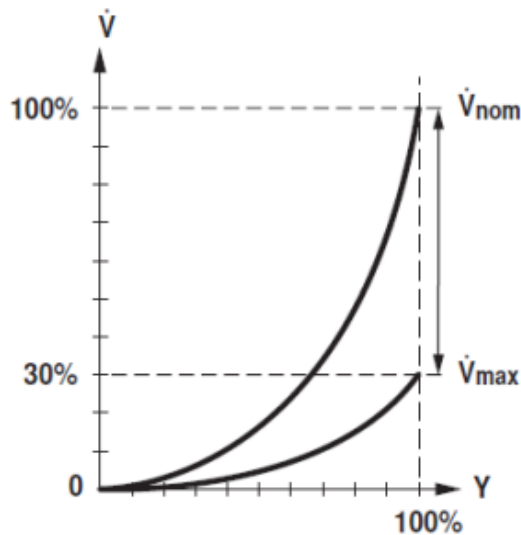
Tehdasasetuksena venttiili on asetettu virtauksen säätötilaan. Jos venttiilin avautumaa haluaa säätää manuaalisesti, täytyy toiminto käydä asetuksista laittamassa päälle. Asennon säädössä venttiilille annettu säätöviesti vaikuttaa suoraan venttiilin asentoon ja täten toimii samalla periaatteella kuin normaali paineesta riippuvainen säätöventtiili. Venttiilin asennon ohjaus ei ole paineesta riippumatonta, joten sitä ei suositella käytettäväksi pitkiä aikoja. Toimintoa käytetään yleisesti vertailuanalyysin tekemisessä sekä tilanteissa, jossa venttiili täytyy saada täysin auki tai kiinni, jotta energiventtiilin tarjoamia energiasäästöjä voidaan parhaiten hyödyntää. (9, s. 31.)

Asennon säätöä suositellaan käytettäväksi vain erityisissä tilanteissa, kuten arviointikausina, jolloin pohjavirtausta täytyy vahvistaa lämmönvaihtimien kyllästymispisteen löytämiseksi. Toinen esimerkki on, kun virtausta täytyy vahvistaa tietyn ajanjakson ajan, jotta mahdollisia energiansäästöjä voidaan arvioida, kun virtauksen säätö on päällä. Jos asennon säädössä käytetään myös ΔT Manageria ja mitattu ΔT -arvo on alle asetetun pisteen, alkaa ΔT Manager vähentämään virtausta ja pyrkii pitämään yllä asetetun ΔT -arvon riippumatta ohjaussignaalista (DDC). (9, s. 32.)

Virtauksensäätö, Flow Control

Venttiili on tehdasasetuksena asetettu virtauksensäätötilaan. Virtauksen säätötilassa Belimon energiaventtiili tulkitsee DDC-ohjaussignaalin virtausnopeuden asetuspisteenä. Venttiili pyrkii ylläpitämään suunnitelmien mukaista virtausta säätämällä venttiilin avautumiskulmaa riippuen sen hetkisestä virtaus ja paineolosuhteista. Toisin sanoen haluttua virtausta ylläpidetään automaattisesti.

Virtauksen ohjaus on ohjausalgoritmi, joka luo määritellyn ohjaussignaalin ja virtauksen välisen suhteen. Energiaventtiili tulkitsee ohjaussignaalia 0–100 % venttiilin läpi kulkevan määritellyn virran mukaan. Virtauksen säätötilassa venttiilin ohjaus on paineesta riippumatonta. Maksimivirtauksesta käytetään myös lyhennettä V_{max} , joka vastaa venttiilille haluttua maksimivirtaamaa. Tämän arvon täytyisi vastata vaihtimen suunniteltua virtausarvoa. V_{max} voidaan asettaa 30–100 %:n alueelle venttiilin V_{nom} -arvosta. Kuvassa 19 x-akselilla kulkee venttiilin säätöviesti ja y-akselilla virtaama.



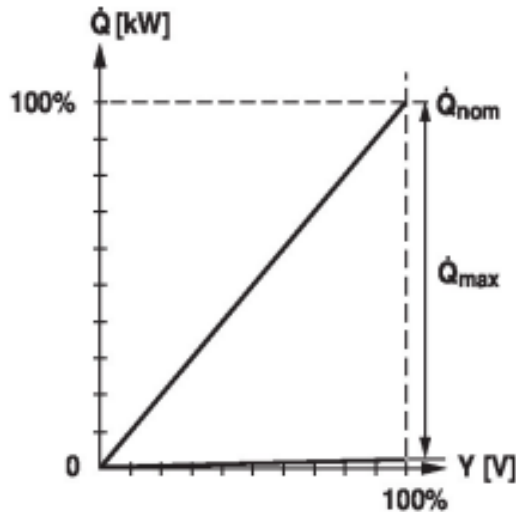
Kuva 19. Venttiilin virtausalueen asettelu.

Jos virtauksen säädössä käytetään myös ΔT -manageria ja mitattu ΔT -arvo on alle asetetun pisteen, alkaa ΔT -sääto vähentämään virtausta ja pyrkii ylläpitämään asetetun ΔT -arvon riippumatta virtauksen säädön ohjaussignaalista. (9, s. 33.)

Tehonsäätö, Power Control

Tehonsäätö on ohjausalgoritmi, joka luo lineaarisen suhteen ohjaussignaalin ja lähtötehon välille. Energiaventtiili tulkitsee ohjaussignaalia 0–100 % kuluttajalle määritellystä tehosta. Tehonsäätö on myös ainoa tapa tuottaa todellinen lineaarinen suhde ohjaussignaalin ja lähdön välillä. Tehonsäätötilassa venttiili toimii lämpötilasta ja paineesta rippumattomana. Mikäli esimerkiksi lastauslaiturille pöllähtää lunta lastausovien auetessa, täytyy tilaa lämmittää normaalia enemmän, jotta lumi saadaan sulatettua. (7; 9, s. 32.)

Kuvassa 20 x-akseli kuvaa venttiilin säätöviestiä ja y-akseli patterin tehoa. Q'_{nom} kuvaa vaihtimen suurinta mahdollista lähtötehoa, kun taas Q'_{max} on vaihtimelle asetettu maksimivirtaus, joka voidaan asettaa välille 1 % - 100 % Q'_{nom} :in arvosta.



Kuva 20. Venttiilin tehoalueen asettelu.

Jos tehon säädössä on käytössä myös ΔT Manager ja mitattu ΔT -arvo on alle asetetun pisteen, alkaa ΔT Manager vähentämään virtausta ja pyrkii ylläpitämään asetetun ΔT -arvon riippumatta virtauksen säädön ohjaussignaalista. (9, s. 33.)

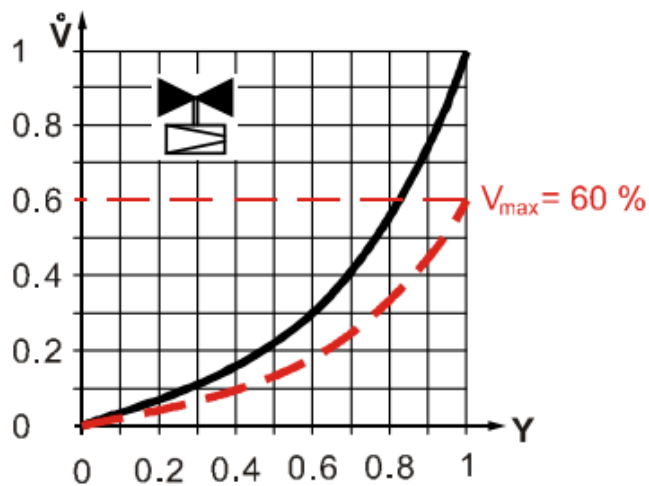
6.2 Siemensin energiaventtiilit

Tilavuusvirran säätö, Volume Flow Control

Tehdasasetuksena venttiili toimii elektronisena paineesta riippumattomana ohjausventtiilinä (PICV) ja tätä kutsutaan tilavuusvirran säädöksi. Venttiilin asento on suoraan verrannollinen ohjattavaan tilavuusvirtaan. Asetusarvo 0 % = täysin kiinni, 100 % = V_{100} eli täysin auki. Jos tilavuusvirtauksen rajoitus (V_{min} ja V_{max}) on aktivoitu, asetusarvoalue tuo esille uusia raja-arvoja (asetusarvo 0 % = V_{min} , asetusarvo 100 % = V_{max}). Tilavuusvirtasäädössä virtauksen ominaiskäyrä voidaan sovittaa vaihtimien siirtokäyttäytymiseen. (14, s. 4.)

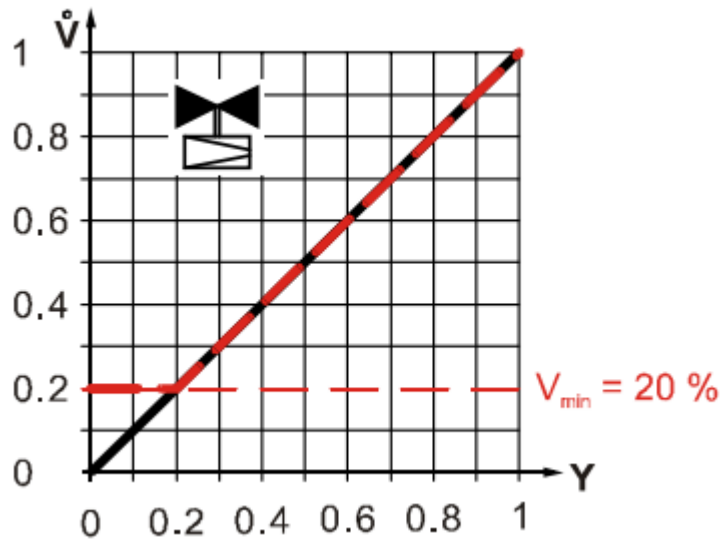
Tilavuusvirran säädössä on kolme käytettävissä olevaa ominaiskäyrää:

Equal Percentage on venttiilissä tehdasasetuksena käytössä ja sitä suositellaan lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmiin, joissa siirto-ominaisuuksia ei tiedetä. Kuvassa 21 on tilavuusvirran ominaiskäyrä 60 % enimmäisrajoituksella. Tilavuusvirtausta rajoitettaessa käyrä mukautuu aina syötettyyn rajoituksen asetusravoon.



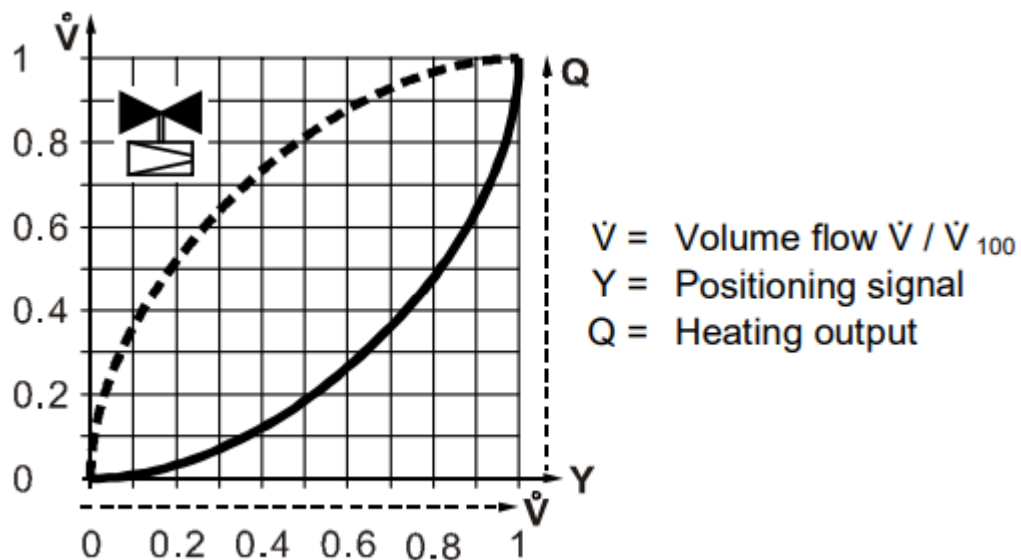
Kuva 21. Equal Percentage.

Linear, suositellaan käytettävän levylämmönvaihtimissa, jossa väliaineena on käytössä pelkkää vettä. Kuvassa 22 on katkoviivalla esitetty tilavuusvirtaus minimirajoituksella.



Kuva 22. Lineaarinen käyrä.

Heat Exchanger Optimized, suositellaan lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmiin, joissa siirto-ominaisuus tunnetaan. Kuvassa 23 katkoviiva kuvaa lämmitystehon [Q] ja volyymivirtauksen [V] funktiota. Yhtenäisellä viivalla kuvataan volyymivirtauksen [V] ja venttiilin paikannussignaalin [Y] funktiota. (14, s. 5.)



Kuva 23. Optimoitu lämmityspatteri.

Asennon säätö, Position Control

Säätöventtiilin asentoa voidaan pitää suoraan verrannollisena venttiilille annettuun asetusarvoon nähden, eli kun asetusarvoksi laitetaan 0 %, on venttiilin avautumiskulma täysin kiinni, kun taas 100 % kuvaa täysin auki olevaa venttiiliä. Kun asennon säätötila on päällä, ei dynaaminen tilavuusvirtauksen säätö ole aktiivinen. KVS-venttiilin ominaiskäyrää ei myöskään muuteta elektronisesti. Venttiilin KVS-ominaiskäyrä saadaan tietoon, kun yhdistetään ohjausventtiilin tai säätöpalloventtiilin ominaiskäyrä ja virtausanturin vastuskäyrä. (14, s. 5.)

Tehonsäätö, Output Control

Kun tehonsäätö on käytössä, pysyy tilavuusvirtauksen maksimirajoitus V_{\max} aktiivisena. Dynaaminen tilavuusvirtauksen säätö ei myöskään ole aktiivinen, sillä kaikki tilavuusvirtaukseen tapahtuvat muutokset vaikuttavat automaattisesti säätöön. Virtauksen ominaiskäyrällä ei ole tekemistä tehonsäädön kanssa, joten sen voi jättää huomioimatta kokonaan. (14, s. 6.)

7 Yhteenveto

Työssä pyrittiin selvittämään kahden venttiilivalmistajan älykkäisiin säätöventtiileihin sisältyviä ominaisuuksia ja vertailla paineesta riippumattomien ja paineesta riippuvaisten päällimmäisiä eroja. Työssä havaittiin, kuinka älykkäillä säätöventtiileillä voidaan rakennusosalalla tehdä suuria energiansäästöjä, helpottaa käyttöönotto työtä ja miten venttileistä ja prosesseista, joissa älykkäät paineesta riippumattomat venttiilit ovat käytössä, saadaan todella kattavasti reaalijassaa tietoa.

Tässä työssä pyrittiin myös selvittämään syitä, jotka ovat vaikuttaneet kyseisten venttiileiden vähäiseen käyttöön LVIA-suunnittelussa. Päällimmäisiä syinä havaittiin älykkäiden venttiileiden korkeat hinnat sekä suunnittelijoiden ja asiakkaiden vähäinen tietämys näistä venttiilityypeistä.

Työn tavoitteena oli kasvattaa tietoisuutta älykkäistä paineesta riippumattomista venttiileistä, jotta tulevaisuudessa nämä venttiilityypit olisivat enemmän pinnalla, kun tehdään suunnittelutyössä tapahtuvia ratkaisuja. Kun projekteihin halutaan suunnitella älykkäitä paineesta riippumattomia venttiileitä, suunnittelijat pystyisivät paremmin luettuaan tämän työn avaamaan asiakkaille näistä venttiileistä saatavia hyötyjä. Täten myös asiakkaiden tietoisuus kyseisistä venttiileistä paransi.

Siemensin venttiileistä oli tietoa saatavilla huomattavasti heikommin kuin Belimon venttiileistä, minkä seurauksena työssä on enemmän tietoa Belimon venttiileistä. Verrattuna Belimoon Siemensin venttiilit tuntuvat olevan vähemmän käytössä, mikä sekin vaikuttaa venttiileistä saatavilla olevaan tietoon. Kuitenkin peruseriaatteet ovat molemmissa venttiileissä osaksi samoja, joten tiettyjen yksityiskohtaisten tietojen puuttuminen ei merkittävästi haitannut venttiilien vertailua.

Lähteet

- 1 Salama, Antti. (2021). Energiaventtiili ilmastointikoneen lämmityssäädössä. Insinööriyö. Turun Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta. Luettu 8.11.2021.
- 2 Belimo Finland. (2021) Tekninen tuote esite EV..R+BAC. Verkkoaineisto. https://www.belimo.com/mam/Datasheets/fi-fi/belimo_EV..R_BAC_datasheet_fi-fi.pdf Luettu 5.9.2021.
- 3 Belimon tuotesivusto. (2021). Verkkoaineisto. https://www.belimo.com/fi/shop/fi_FI/Venttiilit/Belimo-Energy-Valve%E2%84%A2/c/17705-17661 Luettu 2.12.2021.
- 4 Taylor, S. T. (2002). Degrading Chilled Water Plant Delta-T:Causes and Mitigation. Verkkoaineisto. https://tayloreneg.nyte.com/dl/2nX81OnoU9/ASHRAE_Symposium_-_AC-02-6-1_Degrading_Delta-T.pdf Luettu 9.11.2021.
- 5 Mingkun Dai, Xing Lu, Peng Xu. (2021). Causes of low delta-T syndrome for chilled water systems in buildings. Verkkoaineisto. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710220307166> Luettu 9.11.2021.
- 6 Henze, G. P., Henry, W., & Thuillard, M. (2013). Improving campus chilled water systems with intelligent control valves: a field study. Verkkoaineisto. https://blog.belimo.com/hs-fs/hub/87971/file-235618146-pdf/docs/energy_valve_field_study.pdf Luettu 3.11.2021.
- 7 Laamanen, Mikko. (2021). Reagional Application Consultant. Belimo Finland Oy. Useita haastatteluja.
- 8 Belimo Characterised Control Valve 8 Advantages. Verkkoaineisto. https://www.belimo.com/mam/europe/marketing_communication/brochures-and-flyers/water_solutions/eu_en-gb/belimo_advantages-belimo-characterised-control-valve_flyer_web_en-eu.pdf Luettu 16.11.2021.
- 9 Belimo Energy Valve, Application Guide. (2018). Verkkoaineisto. <https://www.belimo.com/mam/global/technical-documentation/Belimo-Application-Guide.pdf> Luettu 12.11.2021.

- 10 Belimo (2021). Belimo Energy Valve ja lämpöenergiamittari. Energy Valve lämmitys ja jäähdytyssovelluksissa. Verkkoaineisto. <https://www.belimo.com/fi/fi/FlEnergy-valve.html> Luettu 16.11.2021.
- 11 Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) (2021). Kulutusmittarin määrittelmä. Verkkoaineisto. <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/mittauslaitteet/kulutusmittarit> Luettu 22.9.2021.
- 12 Belimo Finland. (2021) Tekninen tuote esite EV..R2+MID https://www.belimo.com/mam/Datasheets/fi-fi/belimo_EV..R2_MID_datasheet_fi-fi.pdf Luettu 2.11.2021.
- 13 Siemens HIT Portal (2021). Venttilit ja toimilaitteet. Verkkosivusto https://hit.sbt.siemens.com/RWD/app.aspx?RC=FI&lang=fi&MO-DULE=Product&ACTION=ShowGroup&KEY=HIT_Pseudo_Grp_0 Luettu 26.11.2021.
- 14 Siemens Intelligent Valve, Tekninen esite. (2021) Verkkosivusto https://hit.sbt.siemens.com/RWD/app.aspx?RC=FI&lang=fi&MO-DULE=Product&ACTION=ShowGroup&KEY=HIT_Pseudo_Grp_0 Luettu 30.11.2021.
- 15 T&D India. (2020) Intelligent Valve From Siemens For HVAC Plants. WLAN Connection <https://www.tndindia.com/intelligent-valve-siemens-hvac-plants/> Luettu 16.11.2021.
- 16 Belimo Finland (2021) Belimo Assistant App. Verkkosivusto <https://www.belimo.com/fi/fi/Fl/nfc> Luettu 28.9.2021.
- 17 Belimo Bus Solions https://www.belimo.com/mam/europe/marketing_communication/brochures-and-flyers/bus_and_system_integration/eu_en-gb/belimo_overview-brochure-bus-solutions_brochure_a4_en-eu.pdf Luettu 12.11.2021.
- 18 MP-Bus, KNX väyläprotokollat. (2021) Verkkoaineisto. <https://www.wago.com/fi/mp-bus> Luettu 30.11.2021.
- 19 Siemens (2021) Valves and Actuators. Acvatix hydronics. Everything under control. <https://sid.siemens.com/v/u/A6V10200220> Luettu 16.11.2021.

