



VIR-merkkisen linjasäätöventtiilin luotettavuuden mittaaminen

Timo-Pekka Aho

OPINNÄYTETYÖ
Elokuu 2020

Talotekniikan koulutusohjelma
LVI -talotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma
LVI -talotekniikka

AHO TIMO-PEKKA:
VIR-merkkisen linjasäätöventtiilin luotettavuuden mittaaminen

Opinnäytetyö 25 sivua, joista liitteitä 3 sivua
Elokuu 2020

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli paine-eromittauksen avulla selvittää VIR-merkkisen linjasäätöventtiilin luotettavuutta lämpöjohtoverkoston linjasäätöventtiilinä. Työssä mitattiin linjasäätöventtiilistä paine-eroa ja sitä kuinka hyvin paine-ero palautuu takaisin alkuperäiseen arvoon, kun linjasäätöventtiilin esisäätöarvoa muutetaan ja palautetaan takaisin alkuperäiseen.

Työssä esitellään varsinaisen kohdekäynnin mittausjärjestelyt sekä mittaukseen käytetyt välineet. Työssä kerrotaan myös minkä vuoksi on kannattavaa suorittaa lämpöjohtoverkostolle perussäätö ja mitä hyötyä siitä on. Myös erilaiset lämpöjohtoverkoston tasapainottamiseen käytettävät menetelmät selvitetään.

Opinnäytetyössä tehtyjen mittausten perusteella ei voida todeta, että VIR-merkkisten venttiilien paine-erot muuttuisivat merkittävästi, kun esisäätöarvoa muutetaan ja palautetaan takaisin.

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Building Services Engineering
HVAC Building Services Engineering

AHO TIMO-PEKKA:

Reliability of VIR branded static balancing valve

Bachelor's thesis 25 pages, appendices 3 pages

July 2020

The purpose of this thesis was to measure the reliability of a VIR-branded static balancing valve as a balancing valve in a heating network. In this thesis was measured the pressure loss from the static balancing valve and how well the pressure loss returns to the original value when the pre-setting value of the static balancing control valve is changed and returned to the original.

The measurement arrangements are described and the equipment used for the measurement is presented. The thesis also explains why it is profitable to perform basic adjustment for the heating network and what the benefits are. The various methods used to balance the heating network are also reviewed.

Based on the measurements made in the thesis, it can be stated that the pressure differences of VIR-marked valves do not change significantly when the preset value is changed and reset.

Key words: static balancing valve, hydronic balancing, HVAC

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	LÄMMITYSVERKOSTON PERUSSÄÄTÖ.....	7
2.1	Perussäädöstä saatavat hyödyt	7
2.2	Vesivirtojen säätö	8
2.2.1	Suhteellinen menetelmä	8
2.2.2	Kompensointimenetelmä	11
2.2.3	Esisäätömenetelmä	13
2.3	Lämpötilojen hienosäätö ja takuuaikainen säätö.....	13
3	MITTALAITTEET JA MITTAUSJÄRJESTELYT	15
4	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	19
5	YHTEENVETO	21
	LÄHTEET	22
	LIITTEET	23
	Liite 1. VIR 9500 linjasäätöventtiilin rakenne	23
	Liite 2. As Oy Hämeenlinnan Pihlajan lämpöjohtoverkosto, 1. kerros .	24
	Liite 3. VIR 9500 -linjasäätöventtiilin Kv -arvot.....	25

ERITYISSANASTO tai LYHENTEET JA TERMIT (valitse jompikumpi)

kPa	Kilopascal
lsv	Linjasäätöventtiili
LVI	Lämpö, vesi ja ilma
TATE	Talotekniikka
λ	Virtaamasuhde
q_v	Tilavuusvirta, l/s
Δp	Paine-ero

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella VIR9500-mallin linjasäätöventtiilin (Liite1) luotettavuutta patteriverkoston linjasäätöventtiilinä. Aiheen tämän opinnäytetyön tekemiseen sain työnantajaltani. He olivat kuulleet linjasäätöventtiilejä hyväksyttäessään rakennustyömaan LVI-valvojalta, että kyseisen venttiilin tarkkuus lämpöjohtoverkoston linjasäätöventtiilinä on huono. Linjasäätöventtiilin paine-ero ei pysy samana, kun sen esisäätöarvoon tehdään muutos ja se palautetaan takaisin alkuperäiseen arvoonsa.

Opinnäytetyötä varten suoritettiin TA-Scope merkkisellä mittarilla paine-ero mittauksia VIR 9500 -mallisesta linjasäätöventtiilistä. Mittaukset suoritettiin As Oy Hämeenlinnan Pihlajan käytössä olevalla asuinkerrostalon patteriverkostolla keväällä 2019.

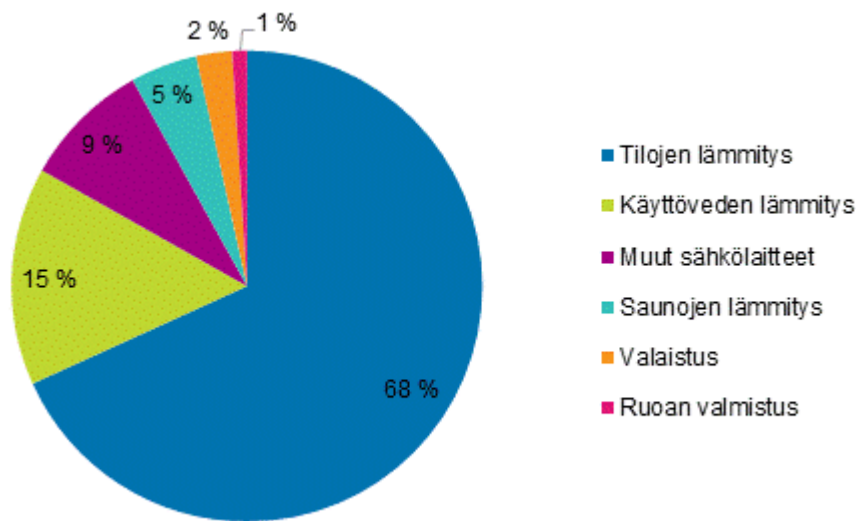
Linjasäätöventtiileitä tarvitaan lämmitysverkostossa sen eri osien välisen tasapainon saavuttamiseen, niin sanottuun perussäätöön tai yksittäisen laitteen virtaaman säätöön, esim. ilmanvaihtokoneen jälkilämmityspatteri. Linjasäätöventtiileillä saadaan säädettyä ja mitattua vesivirtaama siihen tarkoitettulla mittalaitteella. Vesivirtojen säätämällä varmistetaan, että lämpöjohtoverkostossa kiertää suunniteltu määrä nestettä ja rakennus lämpiää kauttaaltaan tasaisesti. Mitä tarkemmin säätö saadaan tehtyä, niin sen vähemmän tulee ongelmia, esim. ilmanvaihtokoneen jälkilämmityspatterin toiminnassa.

Työssä kerrotaan myös, minkä vuoksi on kannattavaa suorittaa perussäätö lämpöjohtoverkostolle ja mitä hyötyä siitä on. Myös erilaiset lämpöjohtoverkoston tasapainottamiseen käytettävät menetelmät käydään läpi.

2 LÄMMITYSVERKOSTON PERUSSÄÄTÖ

2.1 Perussäädöstä saatavat hyödyt

Lämmitys on yksi taloyhtiön suurimmista kulueristä (Kuva 1.). Lämmitysverkoston epätasapaino aiheuttaa ylimääräistä energiankulutusta ja huonontaa asumisviihtyvyyttä. Arvioiden mukaan noin 75% asuinrakennuksista kaipaa Suomessa patteriverkoston perussäätöä (Motiva n.d.a).



KUVIO 1. Asuinrakennuksen energiankulutus vuonna 2017 (Tilastokeskus 2018)

Yksi aste yli 20 °C lisää energiakustannuksia noin 5-8%. Yhden asteen lämpötilaerot yksittäisissä asunnoissa ei merkittävästi vaikuta asumisviihtyvyyteen tai energiakustannuksiin mutta koko rakennuksen keskilämpötilan ollessa useamman asteen väärä, nousevat lämmityskustannukset (IMI Hydronics n.d.a, 6).

Lämmitysverkoston perussäätö tehdään aina uusille rakennuksille ja se on tärkeää tehdä rakennuksille, missä on tehty energiansäästöön liittyviä korjauksia. Samalla tulee uusia myös linjasäätöventtiilit ja patteriventtiilit sekä niiden termostaatit (Motiva n.d.a).

Motiva on arvioinut, että oikein tehdyllä perussäädöllä saavutetaan jopa 10-15%:n vuotuiset säästöt lämmitykseen käytetystä energiankulutuksesta. Saavutettava energiansäästö riippuu rakennuksen lämmitysjärjestelmän tasapainosta ennen perussäätöä. Mitä enemmän järjestelmä on epästabiilissa tilassa, sen enemmän säästöä saadaan tasapainotuksella (Motiva n.d.b).

Energiansäästön lisäksi perussäätö vaikuttaa asumisviihtyvyyteen ja asumisen terveellisyyteen. Lämpötilan kohotessa ihmisten omat hajuemissiot sekä monen materiaalin epäpuhtauspäästöt kasvavat. Ilman suhteellinen kosteus alenee lämpötilan noustessa, joka aiheuttaa ilman aistimista kuivempana sekä tunkkai-
sempana (Seppänen 2001, s26). Oikea huonelämpötila vähentää allergiaoireita sekä kuivan ilman ja pölyn aiheuttamia ongelmia. Myös alilämpöisissä huone-
loissa esiintyvä ilman liikkeen aiheuttama vedon tunne vähenee (Motiva n.d.b).

2.2 Vesivirtojen säätö

Vesivirtojen säätöä kutsutaan myös nimellä alustava perussäätö, joka suoritetaan mahdollisimman pian lämmitysverkoston asennustöiden valmistuttua. Asennustöiden valmistuttua lämmitysverkosto huuhdellaan, täytetään ja ilmataan huolellisesti. Vesivirtojen säädöstä tehdään mittauspöytäkirja, joka hyväksytetään tilaajan edustajalla. Vesivirroissa saa olla +/- 10% ero suunniteltuihin arvoihin verrattuna. (LVI 41-10230 1994, 6).

Jos lämpöjohtokuvissa ei ole merkittynä linjasäätöventtiileille esisäätöarvoja, verkosto voidaan säätää joko suhteellisella- tai kompensointimenetelmällä.

2.2.1 Suhteellinen menetelmä

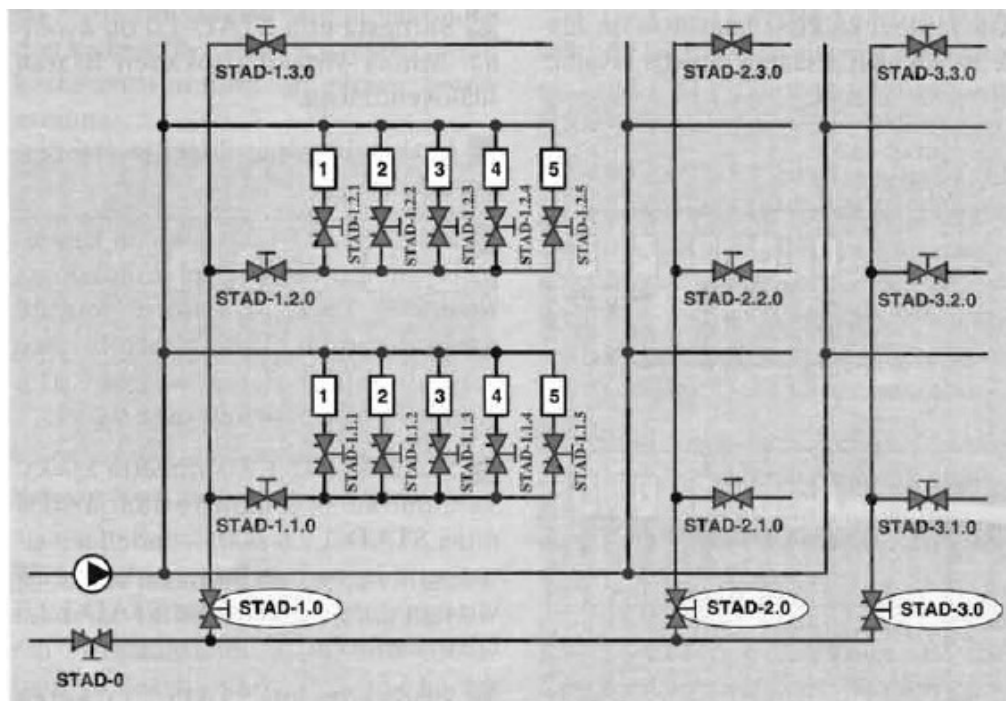
Suhteellisessa menetelmässä kaikki linjasäätöventtiilit säädetään auki asentoon ja säädetään pumpulle mitoitusvirtaama. Kun pumppuun on säädetty oikea virtaama, mitataan runkojohtojen linjasäätöventtiilien virtaamat ja lasketaan jokaiselle venttiilille virtaamasuhde λ kaavan 1 mukaisesti

$$\lambda = \frac{qv \text{ mittattu}}{qv \text{ suunniteltu}} \quad (1)$$

jossa qv on tilavuusvirta (IMI Hydronics n.d.a, 17).

Virtaamasuhdetta ei saa välttämättä laskettua jokaiselle linjasäätöventtiilille, koska pienemmän vastuksen kiertopiireissä virtaama voi tulla niin suureksi, että suurempi vastuksissa kiertopiireissä ei riitä enää paine-ero virtaaman mittaamiseen. Tällaisessa tapauksessa tarvitsee laskea virtaamasuhde niille venttiileille, jotka ovat mitattavissa ja säädetään ne keskenään tasapainoon. Tämän jälkeen mitataan suuremman vastuksen venttiilit ja lasketaan niiden virtaamasuhde ja säädetään tasapainoon muiden venttiilien kanssa (IMI Hydronics n.d.a, 7).

Kuvan 1 esimerkkitapauksessa mitataan rungosta lähtevät linjasäätöventtiilit stad 1.0 – stad 1.3 ensin ja lasketaan niille virtaamasuhde. Säätyö aloitetaan runkojohdosta, jossa on suurin virtaamasuhde, esimerkiksi stad 1.0. ja edetään seuraavaksi suurimpaan ja niin edelleen. (IMI Hydronics n.d.a,17).



KUVA 1. Tasapainotus suhteellisella menetelmällä (IMI Hydronics n.d.a)

Tämän jälkeen mitataan virtaamasuhteet haarajohtojen venttiileille stad 1.1.0 – stad 1.3.0. ja säätyö aloitetaan virtaamasuhteeltaan isoimmasta, esim 1.1.0.

Tässä vaiheessa tietyissä haarajohdoissa voi virtaamasuhde olla jopa 1,5. Tällöin tulee säätää venttiiliä niin, että virtaamasuhteeksi tulee 1,0-1,1. Haarajohdossa olevien laitteiden säätäminen tapahtuu seuraavaksi. Laitteiden säätöventtiilejä säätäessä tulee haarajohdon säätöventtiili, esim 1.1.0 olla täysin auki. Laitteiden linjasäätöventtiileistä valitaan kauimmainen niin sanotuksi indeksiventtiiliksi. Tämä venttiili säädetään niin, että se saa pienimmän virtaamasuhteen. Säätötyö tapahtuu aina pumppua kohti työskennellen eli ensin säädetään indeksiventtiili stad 1.1.5 ja seuraavaksi säädetään stad 1.1.4 samaan virtaamasuhteeseen kuin indeksiventtiili. Säädetäessä stad 1.1.4 venttiiliä muuttuu indeksiventtiilin virtaamasuhde ja tämä täytyy korjata säätämällä se uudelleen alkuperäiseen virtaamasuhteeseen. Seuraavaksi säädetään stad 1.1.3 venttiili indeksiventtiilin alkuperäiseen virtaamasuhteeseen ja tämän säädön jälkeen säädetään taas indeksiventtiili alkuperäiseen virtaamasuhteeseen. Näin edetään, kunnes kaikki laitteiden linjasäätöventtiilit on mitattu ja säädetty indeksiventtiilin virtaamasuhteeseen. Näin tulee myös tehdä kaikille muillekin haarajohtojen venttiileille kuten stad 1.2.0, stad 1.3.0, stad 2.1.0 ja niin edelleen. (IMI Hydronics n.d.a, 18).

Kun laitteiden linjasäätöventtiilit on kaikissa haaroissa säädetty voi haarajohtojen linjasäätöventtiilit säätää. Stad 1.0 venttiilin takana olevat haarajohtojen venttiilit stad 1.1.0, stad 1.2.0 ja stad 1.3.0 säädetään samalla tavalla kuin laitteiden säätöventtiilit. Säädetään stad 1.3.0 venttiili virtaamasuhteeltaan pienimmäksi ja otetaan se indeksiventtiiliksi, jonka suhteen muut venttiilit säädetään. (IMI Hydronics n.d.a, 19).

Kun kaikkien runkojohtojen haarat on säädetty, säädetään seuraavaksi pääjohdosta lähtevien runkojohtojen säätöventtiilit stad 1.0, stad 2.0 ja stad 3.0. Runkojohtojen säätöventtiilit tulee olla täysin auki virtaamia mitattaessa. Seuraavaksi lasketaan virtaamasuhteet ja säädetään stad 3.0 venttiilille pienin virtaamasuhde ja valitaan se indeksiventtiiliksi. Venttiilit stad 1.0 ja stad 2.0 säädetään samaan virtaamasuhteeseen kuin indeksiventtiili stad 3.0, kuten aikaisemmin säädettiin laitteiden säätöventtiilit. Kun runkojohtojen säätöventtiilit on säädetty keskenään tasapainoon, voidaan pumppulta säätää virtaama oikeaksi. Tällä tavalla pystyy korjaamaan samanaikaisesti kaikki virtaamasuhteet runkojohdoissa, haarajoh-

doissa sekä laitteissa arvoon 1 eli samaan mikä on mitoitusvirtaama. Tämän säätötavan huonoja puolia on suuri työmäärä mittauskohteessa. (IMI Hydraulics n.d.a, 20).

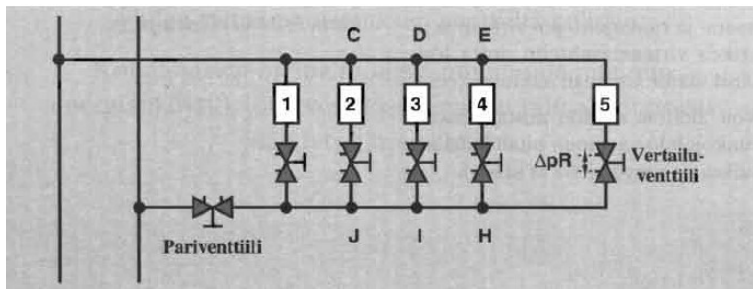
2.2.2 Kompensointimenetelmä

Kompensointimenetelmä on kehittyneempi versio suhteellisesta menetelmästä. Tämän menetelmän etuina on järjestelmän osittainen säätö, säätötyön nopeus ja pumpun energian käytön minimointi. Kompensointimenetelmä pitää virtaama-suhteet automaattisesti suhteessa 1 koko säätötyön ajan (IMI Hydraulics n.d.b, 22).

Kuvassa 1 olevien runkojohtojen linjasäätöventtiilien säätöjärjestyksellä ei ole väliä, kun se tehdään kompensointimenetelmällä, säätötyö voidaan aloittaa mistä tahansa runkojohdosta. Jos säätötyö aloitetaan esimerkiksi runkojohdosta, joka on säätöventtiilin stad 1.0 takana ja säädetään haarajohtoa, joka on säätöventtiili stad 1.1.0 takana tulee se tehdä seuraavasti.

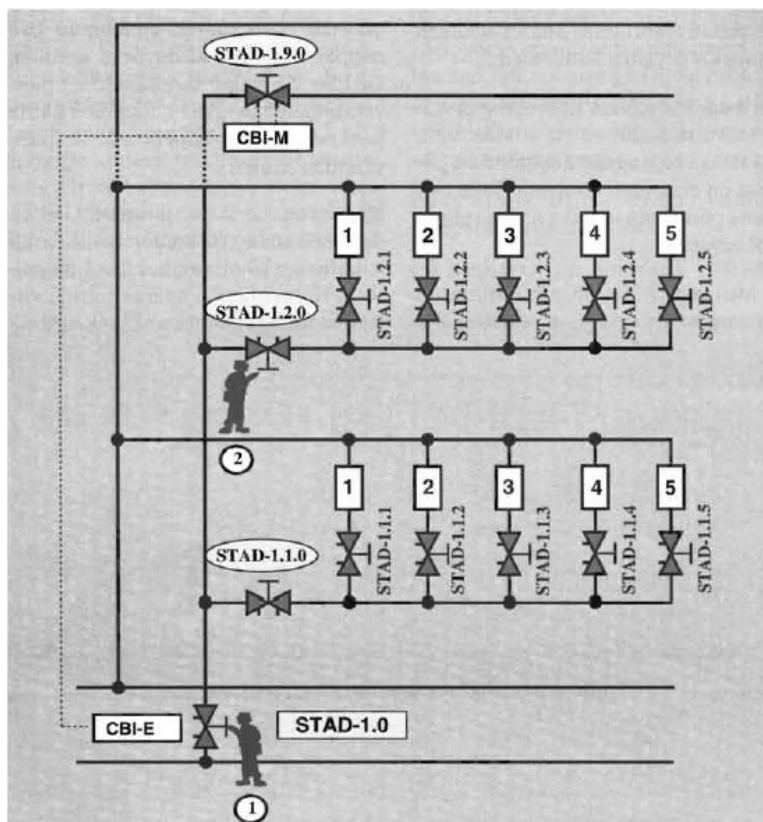
Suljetaan runkojohdosta lähtevät linjasäätöventtiilit stad 2.0 ja stad 3.0, että saadaan varmistettua riittävä paine-ero valitulle runkojohdolle ja vältetään pumpun liian korkealta nostokorkeudelta. Valitaan haarajohdosta pumpusta katsottuna kauimmainen säätöventtiili niin kutsutuksi vertailuventtiiliksi ja säädetään siihen oikea virtaama. Vertailuventtiilin esisäätöarvoksi tulee valita vähintään 3 kPa:n paine-eron aiheuttama säätöarvo tai vähintään yhtä suuri paine-ero, kuin täysin aukinaisessa säätöventtiilissä mitoitusvirtaamalla (IMI Hydraulics n.d.b, 26).

Kun vertailuventtiilille on säädetty oikea virtaama, siirrytään säätämään laitteen neljä säätöventtiiliä. Laitteen neljä, säätöventtiilin säätäminen aiheuttaa paine-eron muuttumisen vertailuventtiilillä, mikä kompensoidaan säätämällä pariventtiiliä. Haarajohdossa olevien laitteiden säätämistä jatketaan yllä kuvatulla tavalla, kunnes kaikki laitteet kaikissa haarajohdoissa on säädetty. Säätötyö tapahtuu aina kauimmaisesta säätöventtiilistä pumppua kohden. (IMI Hydraulics n.d.b, 28).



KUVA 2. Vertailu- ja pariventtiili (IMI Hydronics n.d.b, 24).

Kuvassa 3 näkyvät haarajohdot stad 1.1.0, 1.2.0...1.9.0 säädetään samalla tavalla keskenään tasapainoon kuin laitteiden säätöventtiilit edellisessä kappaleessa selostetulla tavalla. Pumpusta katsottuna kauimmainen säätöventtiili valitaan vertailuventtiiliksi ja runkojohdossa oleva säätöventtiili stad 1.0 pariventtiiliksi. Vertailuventtiilille säädetään kolmen kPa:n paine-eron aiheuttava esisäätöarvo mitoitusvirtaamalla. Säätyö tapahtuu aina kauimmaisesta säätöventtiilistä pumppua kohden. Pääjohdossa olevien säätöventtiilien stad 1.0, stad 2.0 ja stad 3.0 säättäminen tapahtuu edellä kuvatulla tavalla (IMI Hydronics n.d.b, 30-32).



KUVA 3. Runkojohtojen säättäminen tasapainoon kompensointimenetelmällä. (IMI Hydronics n.d.b, 30).

2.2.3 Esisäätömenetelmä

Esisäätömenetelmässä lämmitysverkosto on LVI -suunnittelijan toimesta suunnitteluohjelmalla tasapainotettu. Tällöin lämpöjohtokuvista saadaan linjasäätöventtiileille oikeat esisäätöarvot ja virtaamat sekä pumpulle asetettua oikea nostokorkeus. Tällä menetelmällä säästetään aikaa huomattavasti, kun verkosto on jo suunnitteluvaiheessa tasapainotettu. Vesivirtojen mittaajalle jää tämmöisissä tapauksissa lähinnä tarkastusmittausten tekeminen ja varsinainen säätötyö on pientä. Jos LVI -suunnittelijan piirustuksista on tehty poikkeavia asennuksia ne aiheuttavat näissä tapauksissa muutoksia virtaamiin, mitkä säätötyössä saadaan poistettua (IMI Hydronics n.d.b, 31).

2.3 Lämpötilojen hienosäätö ja takuuaikainen säätö

Lämpötilojen hienosäätöä voidaan kutsua myös varsinaiseksi perussäädöksi, joka tulee tehdä lämmityskaudella, kun vuorokauden keskilämpötila on alle -5 °C:n. Lämmitysverkostoa säädetään muuttamalla menoveden lämpötilaa ja yksittäisten huoneiden lämpötilaa patteriventtiilin esisäätöarvoa muuttamalla. Menoveden lämpötila on riippuvainen ulkolämpötilasta, mitä mitataan ulkolämpötilanturilla. Patteriventtiileistä tulee irrottaa termostaatit säätötyön aluksi ja lattia- lämmityksessä toimilaitteet jakotukilta. Ne asennetaan takaisin paikalleen, kun huonelämpötilojen mittauspöytäkirja on hyväksytty. Mittauspöytäkirjan hyväksyjänä toimii LVI -suunnittelija, TATE -valvoja tai joku muu tilaajan edustaja, esimerkiksi isännöitsijä. (LVI 41-10230 1994, 6)

Huonelämpötilojen mittaus suoritetaan kalibroidulla lämpömittarilla. Lämpötila mitataan oleskeluvyöhykkeeltä noin 1,1m korkeudelta. Huonelämpötiloissa saa olla enintään $\pm 1,5$ °C lämpötilaeroja. Ensisijaisesti lämpötilaeroja tasoitetaan patteriventtiileitä säätämällä yksi asteikkoväli kerrallaan. Lämpötilan annetaan tasaantua yksi vuorokausi, jonka jälkeen suoritetaan uusintamittaus. Jos haluttua lämpötilaa ei saavuteta patteriventtiiliä säätämällä, joudutaan linjasäätöventtiiliin vesivirtaa muuttamaan. Tällöin koko verkoston linjasäätöventtiileiden virtaamat on tarkastettava ja säädettävä uudelleen. Kun halutut huonelämpötilat on

saavutettu ja mittauspöytäkirja on hyväksytty, voidaan patteriventtiilien termostaatit asentaa takaisin. Takuuajaisessa säädössä verkoston toiminnassa ilmenneiden häiriöiden syyt selvitetään ja tehdään tarvittaessa korjaussäätöjä.
(LVI 41-10230 1994, 7)

3 MITTALAITTEET JA MITTAUSJÄRJESTELYT

Mittaustyöt suoritettiin keväällä 2019 As Oy Hämeenlinnan Pihlajan patteriverkostolla (Liite 2). Kohteen patteriverkosto edustaa tyypillistä, yksi rappuisen kerrostalon patteriverkostoa. Se on valmistunut vuonna 2017 ja siinä on käytetty linjasäätöventtiileinä VIR 9500 -mallin linjasäätöventtiileitä, joiden esisäätöarvo oli lukittu perussäädön yhteydessä. Mittauksen ajaksi patteriventtiileistä ei poistettu termostaatteja vaan mittaukset suoritettiin termostaatit paikoillaan. Termostaatien paikalleen jättäminen ei vaikuttanut työn mittaustuloksiin, koska tarkoitus oli tarkastella paine-eron käyttäytymistä, kun venttiili suljetaan ja säädetään takaisin samaan esisäätöarvoon. Alustava perussäätö oli putkiurakoitsijan toimesta suoritettu vuonna 2018 ja lämpötilojen hienosäätö talvella 2019.

Mittausvälineenä oli TA Scope -merkkinen paine-eromittari. Mittariin kuuluu kuvassa 5 näkyvät osat. Varsinaisen mittariosan lisäksi on paine-erolähetin, mittaneulat ja letkut. Mittaneulat yhdistetään letkuihin ja letkut yhdistetään paine-erolähtettiin. Paine-erolähetin yhdistetään langattoman yhteyden avulla mittariin. Kuvassa 4 on näkyvissä uudemman mallinen, pienellä näytöllä varustettu paine-erolähetin ja kuvassa 6 on vanhan mallinen paine-erolähetin.



KUVA 4. 1) TA Scope paine-ero mittari, 2) paine-ero lähetin, 3) mittaletkut ja 4) mittaneulat.

Vir9500-mallisessa linjasäätöventtiilissä esisäätöä muutetaan venttiilin sinisestä kahvasta (Kuva 5). Kahvassa on kaksi asteikkoa. Alemmasta asteikosta nähdään täydet kierrokset ja ylemmästä asteikosta kymmenesosa kierrokset. Venttiili saadaan lukittua kahvassa olevan punaisen korkin alta. Korkin alla on kuusiokoloruuvin kanta, joka kiristetään halutun esisäädön kohdalla. Tämän jälkeen linjasäätöventtiiliä ei pysty avaamaan enempää mutta sen voi sulkea.



KUVA 5. VIR 9500 linjasäätöventtiili. (<https://www.vironline.com/en/variable-orifice-valves/fig-9500-9505-9506>)

Ennen varsinaisen mittauksen aloittamista tutustuttiin 1. kerroksen lämpöjohtokuvaan (Liite 2). Kuvasta etsittiin linjasäätöventtiilien sijainnit ja sen jälkeen avattiin alakattoa linjasäätöventtiilin kohdalta (Kuva 6). Mittarin mittaneulat asennettiin linjasäätöventtiilin mittayhteisiin ja mittari sekä paine-erolähetin käynnistettiin. Tämän jälkeen laitteet yhdistettiin langattomalla yhteydellä ja paine-erolähetin kalibroitiin. Kalibroinnin jälkeen linjasäätöventtiilistä mitattiin paine-ero.



KUVA 6. Paine-ero lähetin liitettynä linjasäätöventtiiliin.

Mittaukset aloitettiin tarkastamalla linjasäätöventtiilin esisäätöarvo ja kirjaamalla se ylös. Samalla tarkastettiin, että venttiili oli lukittu. Tämän jälkeen paine-ero mittari liitettiin venttiiliin ja jokaisesta linjasäätöventtiilistä mitattiin paine-ero neljä kertaa. Ensin mitattiin paine-ero nykyisellä esisäätöarvolla ja sitten venttiili suljettiin ja avattiin uudestaan samaan esisäätöarvoon. Ja tämä toistettiin kolme kertaa. Koska venttiili oli lukittu ja esisäätöarvo tarkastettu, oli venttiili helppo avata aina samaan esisäätöarvoon. Linjasäätöventtiilin avaamisen jälkeen vesivirran

annettiin asettua noin viiden minuutin ajan. Tässä ajassa paine-ero rauhoittui ja saatiin mitattua mahdollisimman luotettavasti paine-ero. Mittaustulokset kirjattiin ylös ja niistä tehtiin taulukko Excel -ohjelmalla. Taulukkoon laskettiin keskiarvo mittaustuloksista. Linjasäätöventtiileitä mitattiin yhdeksän kappaletta ja niiden koko vaihteli DN10-DN20 välillä.

Syöttämällä mittariin venttiilin esisäätöarvoa vastaava Kv -arvo saatiin näkyviin myös venttiilin läpi virtaava vesivirta. Liitteessä kolme on näkyvissä venttiilien Kv-arvot.

4 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Taulukosta 1 voidaan todeta, että esisäätöarvon muutoksen jälkeen paine-erot ovat palautuneet hyvin lähelle alkuperäisiä arvoja. Suurin muutos on merkitty punaisella taulukkoon 1. Kyseinen linjasäätöventtiili on DN20 kokoa ja siinä on 0,12 kPa:n ero alkuperäisen ja uudelleen mitatun paine-eron välillä. Tämä muutos aiheuttaa vesivirtaamaksi muutettuna 0,002 l/s eron mittausten välillä. Prosentteiksi muutettuna tämä on noin 4,9%.

Liitteessä kolme on valmistajan ilmoittama tarkkuusasteikko. Tarkkuusasteikosta selviää, että noin pienellä esisäätöarvolla, venttiilillä voi olla mitta virhettä noin +/- 10%. Mittaamalla saatujen paine-erojen muutos on hyvin pientä, kun sitä verrataan liitteessä kolme ilmoitettuun, esisäätöarvosta riippuvaan tarkkuuteen. Saatujen tulosten perusteella linjasäätöventtiileiden paine-erossa ei havaittu merkittävää poikkeamaa lähtötilanteeseen.

KOKO DN	ESISÄÄTÖ- ARVO	Δp (kPa)		q_v (l/s)		MUUTOS (%)
		ENNEN	JÄLKEEN	ENNEN	JÄLKEEN	
10	0,5	7,18	6,96	0,002	0,002	0,0
10	2,5	7,11	7,13	0,086	0,086	0,0
10	0,5	18,1	18,0	0,004	0,004	0,0
15	0,5	9,37	9,14	0,036	0,035	-2,8
15	0,5	1,81	1,85	0,007	0,007	0,0
15	0,7	5,90	5,98	0,032	0,032	0,0
20	1,5	6,99	7,06	0,157	0,159	1,3
20	1,9	1,78	1,74	0,064	0,063	-1,2
20	1,2	2,49	2,37	0,041	0,039	-4,9

Taulukko 1. Esisäätöarvon vaikutus paine-eroon ja vesivirtaamaan.

Kun katsotaan taulukon 1 linjasäätöventtiilien esisäätöarvoja, huomataan että ne ovat aika pieniä. Kyseistä linjasäätöventtiiliä pystyy säätämään 0,5 - 4,0 kierroksen välillä, nyt mitatuista venttiileistä suurin osa oli avattuna alle kaksi kierrosta. Mitä pienemmälle linjasäätöventtiilit säädetään perussäädön yhteydessä, sen enemmän saattaa tulla mittavirhettä mittauksiin. Linjasäätöventtiilin valmistaja ilmoittaa esisäätöarvosta riippuvan mittavirheen. Esimerkiksi esisäätöarvolla 1,0 mittavirhettä on valmistajan mukaan +/- 12%, esisäätöarvolla 2,0 mittavirhettä on +/- 6%. Tämän seurauksena voi joissakin lämmitysverkoston osissa

esiintyä toimintahäiriöitä, esim. ilmanvaihtokoneen jälkilämmityspatterissa. Tällöisissä tilanteissa voi jäätymissuojatermostaatti laueta ja pysäyttää ilmanvaihtokoneen, jos jälkilämmityspatterilla ei ole oikea ja riittävä vesivirta.

5 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia, kuinka VIR9500 –mallisen linjasäätöventtiilin paine-ero muuttuu, kun sen esisäätöarvoa muutetaan ja palautetaan takaisin alkuperäiseen arvoonsa. Saatujen tulosten perusteella linjasäätöventtiilien paine-erot pysyivät esisäätöarvon muutoksen jälkeen suurimmaksi osaksi hyvin alkuperäisessä arvossa. Eniten paine-ero muuttui yhdessä DN20 koon linjasäätöventtiilissä, joka oli auki 1,2 kierrosta. Muutos vesivirtaamaksi muutettuna oli 4,9%.

Valmistaja ilmoittaa linjasäätöventtiileiden aukioloasennosta riippuvan tarkkuuden (Liite 3). Kun verrataan mitattua 4,9% muutosta valmistajan ilmoittamaan tarkkuuteen, joka on noin 10%, on mitattu muutos vesivirtaamassa ilmoitetun tarkkuuden rajoissa. Tämän opinnäytetyön yhteydessä tehtyjen mittausten perusteella ei voida todeta, että VIR9500 –mallisessa venttiilissä olisi valmistajan ilmoittamaa mittatarkkuutta suurempia eroja.

Vastaavaa vertailua olisi mielenkiintoista tehdä eri valmistajien, eri kokoisten sekä isommilla esisäätöarvoilla olevien linjasäätöventtiileiden kesken. Nyt tutkitut venttiilit olivat esisäätöarvoiltaan aika pienellä, vain 0,5 – 2,5 kierrosta auki.

LÄHTEET

Seppänen O. 2001. Rakennusten lämmitys. 2. päivitetty painos. Helsinki: Suomen LVI -liitto ry.

LVI 41-10230. 1994. Lämmitysverkoston säätö -ohjetiedosto. Rakennustietosäätiö ja LVI -keskusliitto. Luettu 2.3.2019. Vaatii käyttöoikeuden.

IMI Hydronics. N.d.a Jakelujärjestelmien säätäminen. Luettu 8.3.2019.
<http://vantalvi.fi/wp-content/uploads/2014/05/TA-K%C3%84SIKIRJA-Jakeluj%C3%A4rjestelmien-S%C3%A4%C3%A4t%C3%A4minen-2011.pdf>

IMI Hydronics. N.d.b The Compensated Method is a further development of the Proportional Method, with three main advantages. Luettu 8.3.2019.
<https://www.imi-hydronic.com/sites/EN/international/knowledge-centre/HydronicTheory/Pages/The-Compensated-Method.aspx>

Motiva. N.d.a. Patteriverkoston perussäätö. Luettu 27.2.2019.
https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/patteriverkoston_perussaato

Motiva. N.d.b. Perussäätö -esite. Luettu 27.2.2019
<https://www.motiva.fi/files/781/perussaato-esite.pdf>

Tilastokeskus. 22.11.2018. Asumisen energiakulutus laski hieman vuonna 2017. Luettu 27.2.2019.
<https://www.stat.fi/til/asen/index.html>

LIITTEET

Liite 1. VIR 9500 linjasäätöventtiilin rakenne



Valvoindustria Ing. Rizzio S.p.A.

Via Circonvallazione, 10
13018 Valduggia (VC), Italy
Puh.: +39 0163 47891
Faksi: +39 0163 47895
www.vironline.com

9500-sarja
Vaihtuva-aukkoisen pronssinen
kaksoissäätöventtiili

Kuvaus

Vaihtuva-aukkoisen pronssinen kaksoissäätöventtiili
Kierteitetty F/F (ISO 228/1)
Rakenne BS7350:n mukainen
Toleranssi, nimellinen Kv, kun venttiili on täysin auki $\pm 5\%$
(ks. kohta Virtausmittaus, testaus BS7350:n mukaisesti)
Saatavana seuraavina versioina:

- Kuva 9500, kierteitetty ja tulpatut lähdöt (1/4" ISO 7/1Rp)
(mittausyhteiden asennus mahdollista myöhemmin)
- Kuva 9505, mukana mittausyhteet
- Kuva 9506, mukana mittausyhteet (korkeapaineinen mittausyhde lähdöllä)

Gost-yhteensopiva

PN25 (kork. 25 bar enintään 100 °C, kork. 20 bar lämpötilassa 130 °C)

Käyttöolosuhteet:

- Vesi: -10 - +130 °C
alle 0 °C vain, jos veteen on lisätty jäätyminenestoainetta
yli 100 °C vain, jos veteen on lisätty kiehumisenestoainetta

Osaluettelo

Nro	Osa	Materiaali	Normi
1	Runko	pronssi	EN1982 CB491K
2	Tasauskartio ¹	DZR-messinki	EN12164 CW602N
3	Tiivistelevy	PTFE	-
4	Venttiililautanen ²	DZR-messinki	EN12164 CW602N
5	Venttiililautasen O-rengas ²	EPDM Perox	-
6	Venttiililautasen varsi	DZR-messinki	EN12164 CW602N
7	Varren O-rengas	EPDM Perox	-
8	Liitos ²	DZR-messinki	EN12165 CW602N
9	Varsi	messinki	EN12164 CW617N
10	Kansi	DZR-messinki	EN12164 CW602N
11	Pysäytysjousirengas	jousiteräs	-
12	Ruuvi	teräs	-
13	Käsipyörä	ABS (sininen)	-
14	Mutteri	teräs	EN10025 Fe42 Zinc pl.
15	Testauspiste/tulppa	DZR-messinki ³	EN12164 CW602N

¹ Yksittäisenä kappaleena osana DN10-mallin vartta
² Vain malleissa DN32, DN40 ja DN50
³ Mittausyhteet EPDM-tiivisteillä ja polypropyleenisiteillä



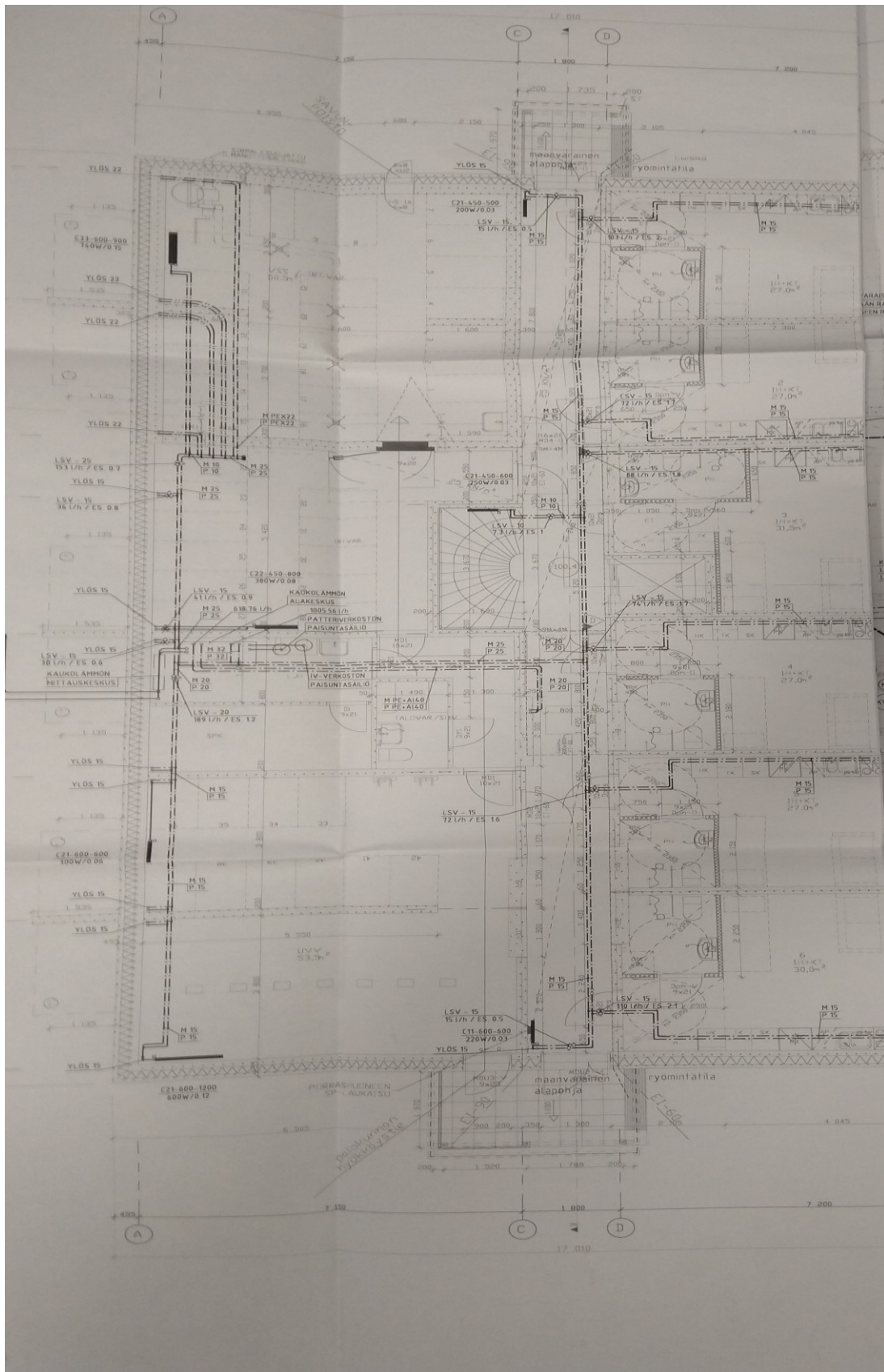
Kuvaan 9506, jossa mittausyhde lähdöllä, kuva 9315

Kuvaan 9500

Kuvaan 9505

131008

Liite 2. As Oy Hämeenlinnan Pihlajan lämpöjohtoverkosto, 1. kerros



Liite 3. VIR 9500 -linjasäätöventtiilin Kv -arvot

