

Ilmavirtojen mittaus ja tasapainotus -opas

Antti Alanko, IV-asiantuntija, RTA

Taustaa

- Aloite käytännön oppaan laatimisesta tuli Taitotalon Sami Mäkiseltä.
- Oppaan on julkaissut Talteka talotekniikkainfo.fi –sivustolla.
- Oppaan ohjausryhmään kuuluivat:
 - ARE Oy, Cervi Oy, Climecon Oy, EBM Papst, Oy, Enervent Zehnder Oy, ETS Nord As, FläktGroup Finland Oy, Granlund Oy, Koja Oy, Lindab Oy, Pietiko Oy, Sweco Talotekniikka Oy, Swegon Oy, SuLVI, Vallox Oy, Talteka

Ilmavirtojen mittaus ja tasapainotus

Tekijät: Sami Mäkinen, Antti Alanko, Jan Lindholm, Janne Määttä, Jussi Luoma, Jouni Näppi, Janne Penttilä

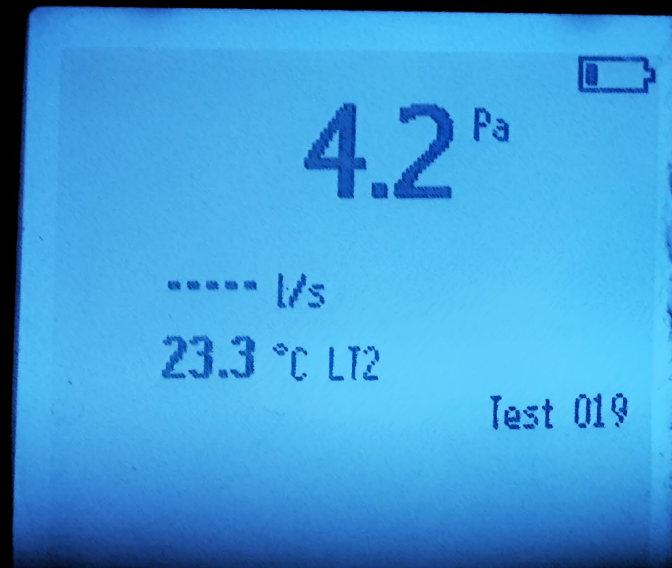
5.12.2023



Oppimateriaalin tarve

- Ilmavirtojen mittaus ja tasapainotustyö on näkymätöntä -> ei ole olemassa perusteellista koulutusta työhön
 - Perinteisesti työhön opetetaan kentällä kisälli-oppipoika periaatteella
 - Kentällä käytetään joitain työmenetelmiä väärin, mikä voi johtaa sisäilmaongelmiin
- Mittaus ja tasapainotus on perinteisesti ollut ”**pakollinen paha**”.
Kärjistäen tilanne on toisinaan se, että:
 - Ei osata tilata
 - Ei osata valvoa
 - Ei kiinnosta tehdä huolellisesti

Ilmavirtojen tasapainotus on sisäilmaston kannalta kriittinen työvaihe!



→ Oikealla tasapainotustyöllä saadaan aikaan toimivia järjestelmiä

Oppaan tarkoitus ja tavoite

- Yhtenäistää työtapoja, parantaa ammattitaitoa ja kouluttaa alalle tulevia
- Tehdä tasapainotustyö ja siihen liittyvät haasteet ja ongelmat näkyväksi ja tarjota niihin ratkaisuja
- Lisätä ymmärrystä mittausepävarmuuksien vaikutuksista.
- Toimia apuna tilaajien, suunnittelijoiden, laitevalmistajien, valvojen, urakoitsijoiden ja tasapainotustyötä tekevien välisessä keskustelussa

Kenelle?

- ❖ Tasapainotustyötä tekevät → Apuväline työn suorittamiseen ja opetteluun.
- ❖ Urakoitsijat → Ymmärretään tasapainotuksen vaatimat olosuhteet, ajan käyttö ja työvaiheet.
- ❖ Tilaajat → Tietoa tasapainotuksen vaatimuksista; osataan varautua oikein työn vaatimukseen.
- ❖ Suunnittelijat → Huomioidaan tasapainotuksen tarpeet; luodaan edellytykset luotettavalle tasapainotukselle.
- ❖ Valvojat → Osataan varmistaa ja valvoa, että tasapainotus tehdään oikein.
- ❖ Laittevalmistajat → Ymmärretään kentän tarpeita; osataan tukea kenttää oikein.



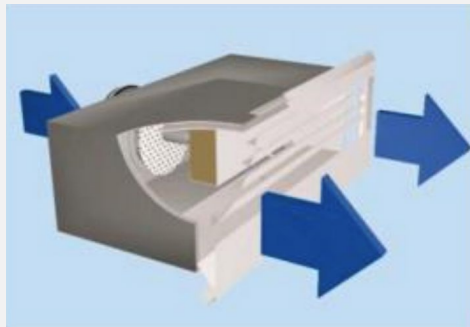
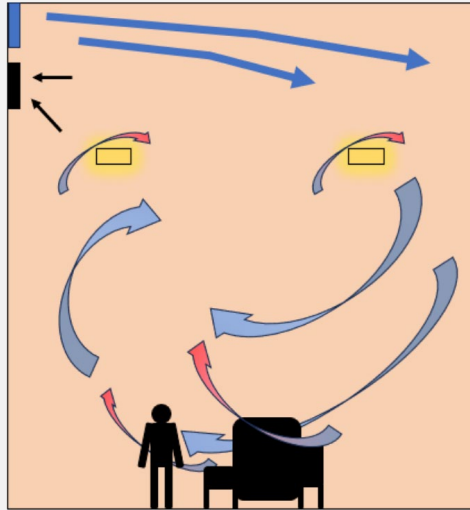
Opas on kaksiosainen:

Teoriaosuus luvuissa 2-6

Käytännön osuus luvuissa 7-9

Lisäksi lukuun 10 on koottu yleisiä haasteita ja hyviä käytäntöjä

Ilmanvaihto



- Kuvailaan yleisesti koneelliset ilmanvaihtojärjestelmät sekä niihin liittyviä tyypillisiä haasteita.
- Ilmanjako; tyypillisimmät ilmanjakomenetelmät, ilmanjaon merkitys ja miten ilmanjakoa voi tarkastella.
- Ilmanvaihto ja sisäilma; ilmanvaihdon tehtävä ja vaikutus sisäilmaan.

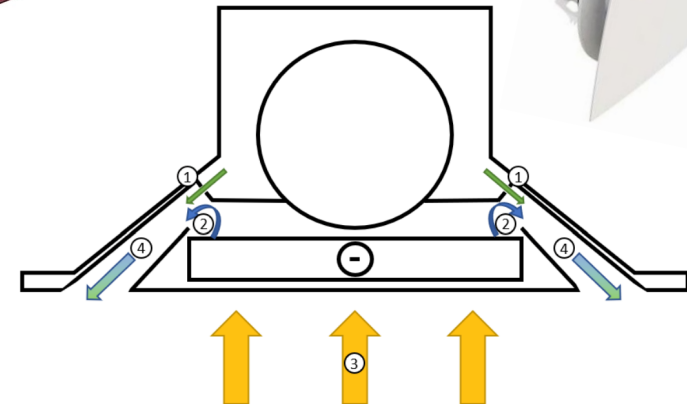
Paine-erot

Ilmanvaihdon toiminnan ja kunnan vaikutukset rakennuksen paine-eroihin	Muita vaikuttimia rakennuksen paine-eroihin
Ilmanvaihdon suunnitteluratkaisut tai -virheet	Sisä- ja ulkoilman välinen lämpötilaero
Asennusvirheet	Tuulen nopeus
Ilmanvaihto säädetty epätasapainoon	Rakennuksen ulkovaipan tiiviys
Tukkeutuneet suodattimet tai muita puutteita suodatuksessa	Rakennuksen ulkovaipan tiiviyttä parantavat korjaukset (esim. tiiviyskorjaukset tai ikkunaremontti)
Ilmanottosäleikkö tukossa	Rakennuksen sisäpuolisten rakenteiden tiiviys
Vikaantuneet laitteet, esim. hihnat ja laakerit	Rakennuksen korkeus
Likaantuneet päätelaitteet ja säätöosat	Käyttäjien toiminta
Kammiopaineohjatun koneen referenssipaineen muutos	
Automaation antureiden tai ohjauksen toimintahäiriöt	
Automatisoitujen laitteiden (esim. IMS) vikaantuminen	

- Rakennusten paine-erojen muodostuminen
- Painemuodot, painehäviöt

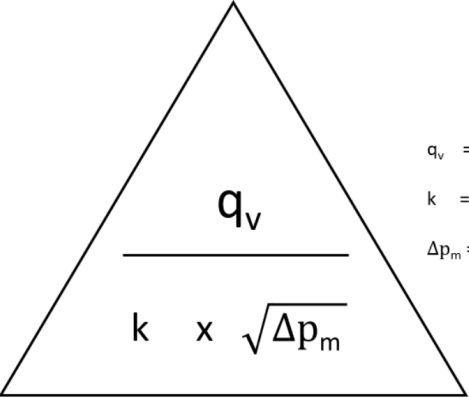
Tasapainotukseen liittyvät

- Kanava- ja päätelaitteet; niiden ominaisuuksia ja erityispiirteitä, ja miten eri laitteet pitää ottaa huomioon tasapainotustyössä.
- Erilaiset mittausvälineet; niiden käyttötarkoitukset ja mihin tilanteisiin ne soveltuvat.
- Apuvälineet ja työkalut

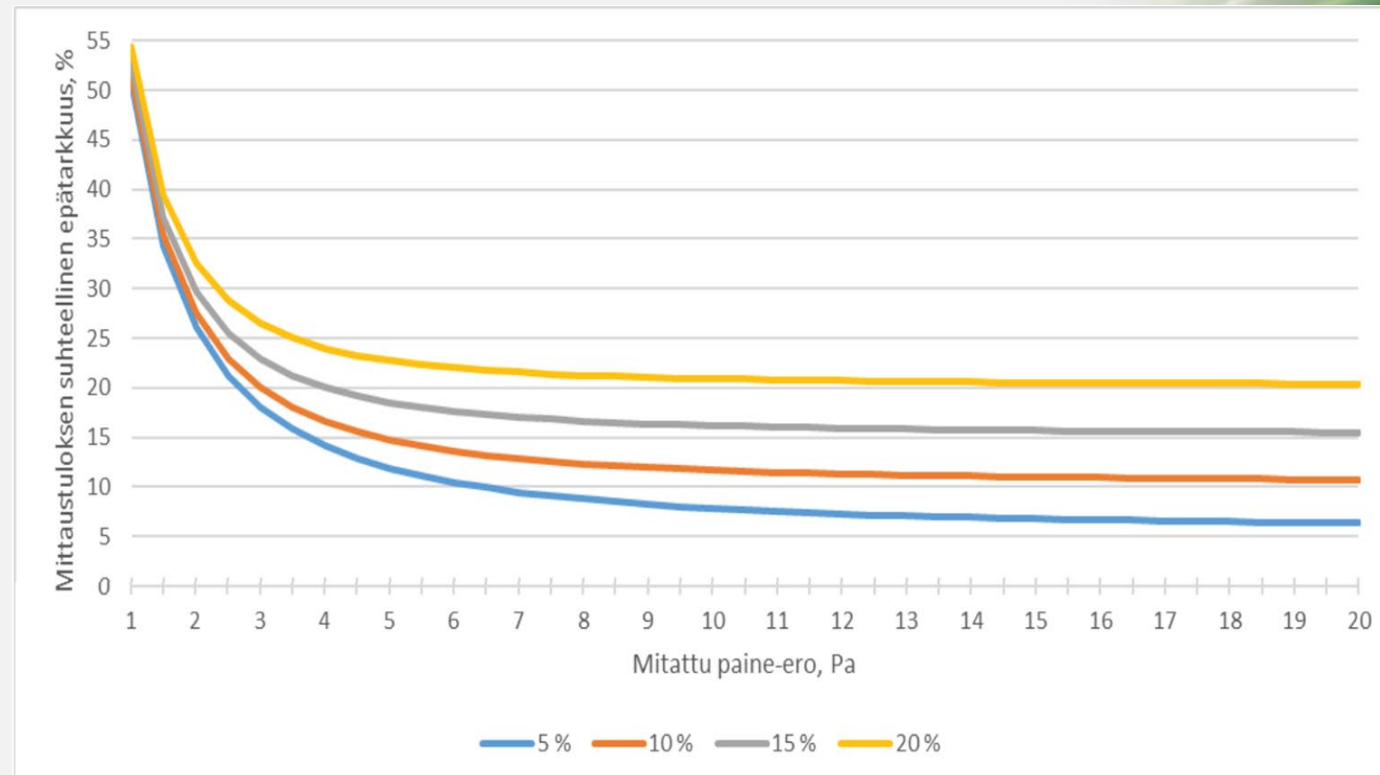


Laskentakaavat

- Yleisimmät yksikkömuunnokset, laskukaavat ja esimerkkilaskuja
- Ilmavirran, paineen ja tehon muutosten suhteet
- Mittausepävarmuuden arviointi


$$\frac{q_v}{k \times \sqrt{\Delta p_m}}$$

q_v = ilmamäärä (l/s)
 k = kerroin (k-arvo)
 Δp_m = mitattu paine-ero (Pa)





Mitä suunnitelmissa pitää huomioida tasapainotuksen mahdollistamiseksi?

Luvut 6 & 7.2

Mitä mittaajan tulee osata tarkastella suunnitelmista?

Luku 7.2

ILMANVAIHDON TASAPAINOTUSTÖIDEN ALOITUSKOKOUS

Hanke xxx
Aika X.X. XXXX
Paikka: XX

Osallistujat:

hlö	vastaava työnjohtaja
hlö	IV-työnjohtaja
hlö	LVI-suunnittelija
hlö	IV-mittaaja, tasapainotuksen suorittava
hlö	LVI-valvoja
hlö	RAU urakoitsija
hlö	puhtauden toteamisen vastuuhenkilö?
hlö	x
hlö	x

1. Töiden valmius ja tarvittavat toimenpiteet

Rakennustyöt;

Mittausolosuhteet, ulkovaipan lopullinen valmius, tiiviys tulee olla saavutettu, sisävalmistelutyöt, alakatot (luukut, pääsy säätölaitteille) seinät, välivet, palokatkot, oviraot.
Ei saa olla IV-mittausta häiritsevää toimintaa.

IV-asennukset;

itselleluovutus, ulospuhallus ja ulkoilmalaitteet, konehuoneet, kanavisto säätölaitteineen, anturit, päätelaitteet

Rakennusautomaatio;

itselle luovutus, ohjausjärjestelmä, anturit.

2. Puhtauden toteaminen

Tarkastustapa (visuaalinen, geeliteippi, yms.)

Kirjaaminen, muistio/pöytäkirja

Tilat (2018 alkaen P1)

Kone ja kanavistot (2018 alkaen P1)

Tasapainotuksen jälkeen, tilat ja kanavisto, tilojen puhtaana säilymistä varten varmistaminen, koneiden sammutus, venttiilien pussittaminen tarvittaessa

3. Mittausaikataulu, mittausjärjestys ja tilojen käyttöönotto

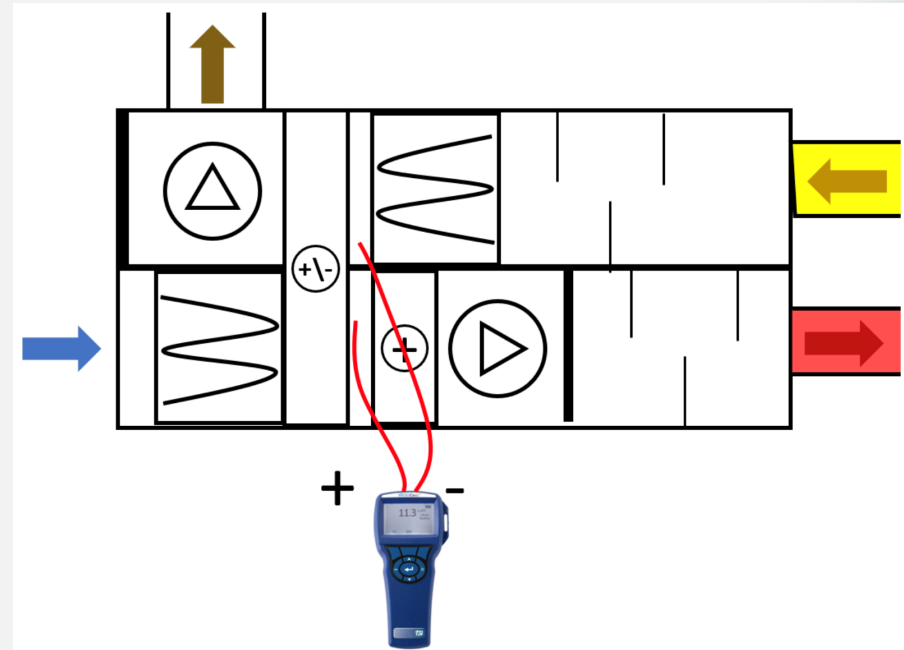
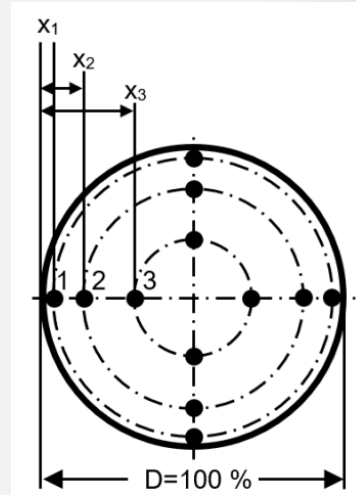
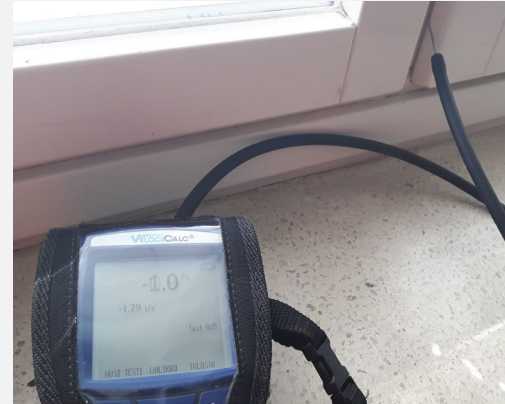
Vaiheittain vai koko rakennus kerralla.

Tasapainotustyöhön valmistautuminen

- Suunnitteluasiakirjoihin perehtyminen; mitä pitää osata tarkastaa
- Valmistajien ohjeiden läpikäynti
- Mittausolosuhteiden varmistaminen
- Ilmanvaihdon toiminnan varmistaminen; IV-järjestelmän toimintakunnon varmistaminen (ml. automaatio)
- Tasapainotustyön aloituspalaveri

Mittaus- ja tasapainotustyö

- Turvallisuus
- Ohjeellinen työjärjestys
- Mittausmenetelmät
 - Ensisijaisesti paine-eroon perustuvat & kanavamittaukset
 - Paine-erojen mittaus rakenteiden yli ja tulosten tulkinta
 - Puhaltimien & LTO-kiekon mittaukset
- Suhteellinen säätö ja sen haasteet



Raportointi

- Mitä varten raportoidaan?
 - Ainoa näkyvä osa tasapainotustyötä
- Laadukkaan tasapainotuksen ja kattavien pöytäkirjojen perusteella säädöt on mahdollista myöhemmin palauttaa, jos niitä on muutettu
 - Riittävät tiedot mittauspöytäkirjoihin!
 - Mittauksen toistettavuus
- Pöytäkirjan liitteeksi kirjallinen raportointi, jos IV-järjestelmän toiminnassa, asennuksissa tai huollossa on laajemmin puutteita

Kohde:	Kohde X
Mittaaja:	Mikko Mittaaja
Vaikutusalue:	TIK1 / 1.krs luokat
Mittausten ajankohta:	2. -6.1.2017
Ulkoilman lämpötila, °C:	- 7 - (-)22
Tuulen nopeus, m/s:	1 - 4,5

	TF01	PF01+PF:t
Puhallin:		
Taajuus:	45,9	48,3
Puhallinpaine:	680	760
Kammiopaine:	175	350
Suodatinpaine-ero:	65	60
Ilman lämpötila:	18	20
Mitattu		
kokonaisilmavirta l/s:	+3678	-3526
Suunniteltu		
kokonaisilmavirta l/s:	+3565	-3570
Poikkeama %:	3,2	-1,2

Yhteenveto ja huomautukset

TÄHÄN KIRJATAAN SÄÄTÖIHIN VAIKUTTAVIA HAVAINTOJA. JOS ON POIKKEAVIA LASKUKAAVOJA KONEISIIN TAI ERITYISIIN PÄÄTELAITTEISIIN, NIIN NIISTÄ TIETOA MYÖS. ESIM:

Luokkaosaa on säädetty tasapainottamalla tilojen välisiä paine-eroja. Luokat on säädetty hieman ylipaineisiksi (0,5-1 pa) käytävään nähden. Rakennus on kokonaisuutena hieman alipaineinen (noin 7pa) ulkoilmaan nähden. Koneen kokonaisilmavirrat säädettiin rakennuksen paine-eroja ja alueiden välisiä paine-eroja seuraten siten että rakennuksen paine-eroihin ei säädettyvällä koneella tapahtuisi muutoksia.

Paineet LTO-kiekon yli tulopuoli 101pa, poistoilma 112pa

Luokan 171 kolmeen poistoilaventtiiliin vaikuttava haarakanava tulisi siirtää hieman kauemmaksi rungon pystyosalta ja säätöpelti vaihtaa esimerkiksi IRIS malliseen. Nykyinen sijainti ja säätöpelti eivät ylläpidä luokan paine-eroa luotettavasti.

Pöytäkirjassa ilmoitetut "laskettu arvo" tulokset on laskettu kanavamittauksen tai säätölaitteelta mitatuista ilmamääristä vähentämällä kyseisen haarakanvan muut luotettavammin mitatut päätelaitteiden tai muiden sivuhaarojen ilmavirrat.

Haasteita ja hyviä käytäntöjä

- Luku 10 on ikään kuin ”troubleshooting” –osio
- Käsiteltäviä aiheita mm.
 - Ilmanvaihdon tasapaino, puutteelliset mitoitus, järjestelmäkohtaisia erityispiirteitä, ilmamääräsäätimet (IMS), aikataulut, mittausolosuhteet, tasapainotustyön aloituskokous, uudiskohteiden haasteita, vanhojen rakennusten haasteita, erilaisten kohdetyyppien haasteita...

Yhteenveto

- Opas on hyvä mittaus- ja tasapainotustyön perusteos, mutta ei kaiken kattava, eikä mene kovin syvälle kaikkiin osa-alueisiin.
 - Tarkoitus on saada ajattelemaan ja kiinnostumaan sekä johtaa etsimään lisää tietoa lukijaa enemmän kiinnostavista osa-alueista.
- Oppaaseen voi viitata, kun on tarve perustella mm. tasapainotustyön edellytyksiä, olosuhde- ja aikatauluvaatimuksia, kustannuksia tai järjestelmän muutostarpeita.
- Oikein toimiva ja hyvin tasapainotettu järjestelmä on energiatehokas

Vartti / venttiili?

