

Ilmanvaihdon avulla saavutettavat organisaatiosäästöt

Hyvä sisäilman laatu johtaa hyviin päätöksiin



Puutteellisen ilmanvaihdon vuoksi ihmisten itsensä tuottamaa hiilidioksidia kertyy sisätiloihin, mikä heikentää työntekijöiden hyvinvointia ja tuottavuutta merkittävästi. Tarkalla CO₂-mittauksella voidaan samalla kertaa saavuttaa sekä energiatehokkuus että työntekijöiden hyvinvointi.

Yhdysvaltain ympäristönsuojeluviraston mukaan lämmityksen, ilmanvaihdon ja ilmastoinnin (HVAC) järjestelmät muodostavat noin 42 % kaikista keskivertotoimistorakennuksen energiakustannuksista. Tämä prosenttiosuus on riippuvainen rakennuksen sijainnista, mutta kaiken

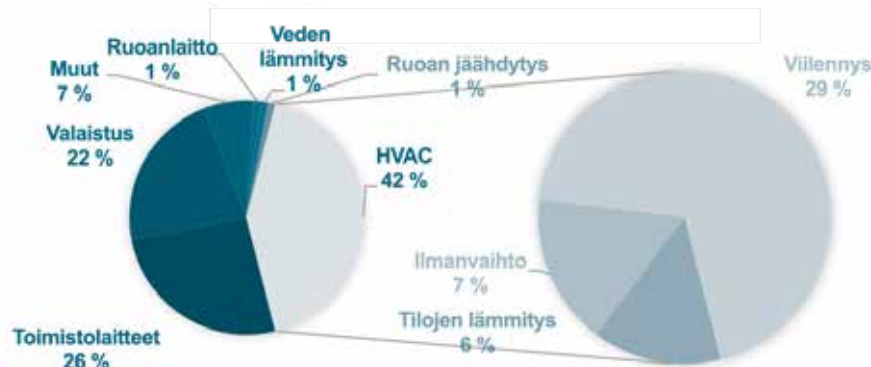
kaikkiaan HVAC-järjestelmät muodostavat merkittävän osuuden toimistorakennusten energiakustannuksista (**Kuva 1**).

Vihreän rakentamisen aloitteet, kuten yhdysvaltalaisen Green Building Councilin LEED v4, brittiläinen

BREEAM sekä Australian Energy Rating, kannustavat kaupallisia rakentajia ja rakennuksista vastaavia tahoja pienentämään ympäristövaikutusta kasvattamalla energiatehokkuutta. Erityisesti LEED v4 painottaa tarkkaa ilmanvaihdon automaatio-ohjausta tarkkojen anturien avulla. Myös ASHRAE Green Standard 189.1 (USA) ja eurooppalainen standardi EN 13779 suosittavat tarpeenmukaisen ilmanvaihdon käyttämistä ensisijaisesti energian käytön vähentämiseen ja samalla terveellisen sisäilman tuottamiseen.

Tarpeenmukaisella ilmanvaihdolla on todistettu olevan valtaisa vaikutus ilmastointijärjestelmien energiatehokkuuteen. Yhdysvaltain energiaministeriö suoritti tutkimuksen kehittyneiden ilmastoinnin hallintajärjestelmien energiasäästöistä ja talousvaikutuksista vuonna 2011.

Tyypilliset toimiston energiakustannukset



Kuva 1. Toimistorakennuksen tyypilliset energiakustannukset.

Tutkimuksessa todettiin, että tarpeenmukainen ilmanvaihto tuo suurimmat HVAC-järjestelmien energiasäästöt pienissä toimistorakennuksissa, kauppakeskuksissa, erillisissä myymälöissä ja supermarketeissa verrattuna muihin kehittyneisiin automaattisen ilmanvaihdon strategioihin. Keskimääräisiksi tarpeenmukaisen ilmanvaihdon käytön tuomiksi kustannussäästöiksi kaikilla kaupallisilla rakennustyypeillä laskettiin 38 %, mikä on huomattava luku. Lukuun vaikuttaa tietenkin ilmasto; tarpeenmukainen ilmanvaihto on tehokkaimmillaan kylmissä ilmastoissa, ja sen yhdistäminen moninopeuksiseen tuulettimien hallintaan tuo lisäetuja myös kuumissa ilmastoissa.

CO₂-taso sisäilman laadun ilmaisimena

Tarpeenmukaisessa ilmanvaihdossa ilmanvaihtoa säädetään sen mukaan, kuinka monta ihmistä tilassa on. Tarkoituksena on tuottaa tilassa oleville ihmisille laadukasta sisäilmaa energiatehokkaalla ilmanvaihdolla.

Miten hyvä sisäilman laatu määritellään? Eurooppalaisessa EN-standardissa 13779: 2007 todetaan: ”Sisäilman laadun voi luokitella

CO₂-pitoisuuden perusteella.” Tämä toteamus muodostaa perustan tarpeenmukaisen ilmanvaihdon toteutukselle mittaamalla CO₂-pitoisuutta ja säätämällä ilmanvaihtoa sen mukaan. Tämä standardi määrittelee, että normaali sisäilman CO₂-pitoisuus on 400–600 ppm, mikä on hieman suurempi kuin normaali pitoisuus ulkoilmassa (400 ppm). Modernit ilmanvaihtojärjestelmät perustuvat tälle määritelmälle hyvän sisäilman laadun turvaamiseksi energiaa säästäen.

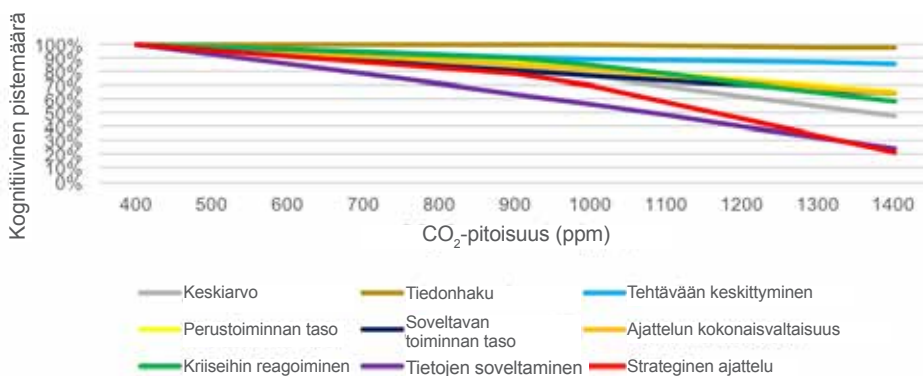
Todellisuudessa tämä koskee kuitenkin lähinnä moderneja toimistoja, joissa on modernit ilmanvaihtojärjestelmät. Kenttätutkimukset osoittavat, että tavanomaisissa toimisto-olosuhteissa CO₂-pitoisuus on 1 500 ppm. Tämä lukema voi vaikuttaa suurelta, mutta säädösten määrittämä raja ihmisten turvallisuudelle on vielä korkeampi: 5 000 ppm hiilidioksidia kahdeksan tunnin jaksolla.

Viimeaikaiset tutkimukset haastavat aiemmat käsitykset hyvästä sisäilman laadusta. National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS) -instituutin vuonna 2015 tekemä tutkimus keskittyi siihen, mikä vaikutus sisäilman laadulla on työntekijöiden kognitiivisiin kykyihin. Laajassa tutkimusasettelussa simuloitiin toimisto-olosuhteita

ja verrattiin perinteisiä toimistoja WWF Green- ja Green+⁽¹⁾-toimistoihin. Koehenkilöiltä arvioitiin kognitiivisia tuloksia muun muassa kriiseihin reagoimisessa, tietojen soveltamisessa ja strategisessa ajattelussa. Tutkimuksen tulokset olivat hätkähdyttävät (**Kuva 2**).

NIEHS-tutkimuksen tulokset osoittavat, että kognitiiviset kyvyt heikkenevät, kun sisäilman hiilidioksidipitoisuus kasvaa. Tulosten mukaan esimerkiksi strategiset kyvyt heikkenevät jopa 20 prosenttiin sisäilmassa, jossa CO₂-pitoisuus on 1 400 ppm, verrattuna normaaliin ulkoilman tasoon 400 ppm. Osaan mekaanisemmista kyvyistä, kuten tietojen hakuun ja tehtäväkeskeiseen työhön, vaikutus ei ollut niin suuri. Kehittyntä tietojen soveltamista vaativiin kognitiivisiin kykyihin, kuten kriiseihin reagointiin, tietojen soveltamiseen ja strategiseen ajatteluun, vaikutus on suurin. Tutkimus osoittaa selkeästi, että vaativien tehtävien suorittaminen vaikeutuu sisäilman hiilidioksidipitoisuuden kasvaessa.

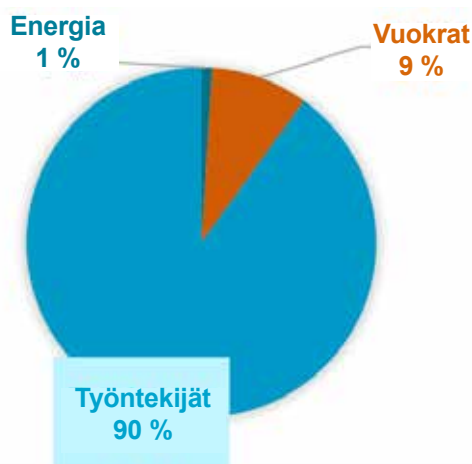
Kun verrataan hyvää sisäilman laatua, jossa CO₂-taso on 800–1 000 ppm, tavanomaiseen toimistorakennusten tasoon 1 500 ppm, on helppo nähdä, miksi sisäilman laadusta on alettu keskustella niin paljon. Tarkka sisäilman laadun mittausta ja hyvä ilmanvaihto



Kuva 2. CO₂-tasojen vaikutus työntekijöiden kognitiivisiin kykyihin.

⁽¹⁾ <https://wwf.fi/en/green-office/>

Tyypilliset toimiston toimintakustannukset



Kuva 3. Toimistorakennuksen tyypilliset toimintakustannukset.

hyvinvoinnin ja kustannusten kasvamisen suhteen sekä suoraan että epäsuorasti (Kuva 4).

Monet näistä vaikutuksista ovat vaikeasti mitattavissa. Esimerkiksi heikentyneellä työntekijöiden oppimiskyvyllä on kauaskantoisia haittavaikutuksia henkilöstöressurssien kannalta. Huonoilla ja myöhään tehdyillä päätöksillä voi olla organisaatiolle vaikutuksia, jotka on mahdoton arvioida suorina kustannuksina – puhumattakaan virheiden ja vaaratilanteiden mahdollisista seurauksista.

Tuottavuutta sen sijaan voidaan mitata. Tutkimukset osoittavat, että hyvällä ilmanlaadulla ja ilmanvaihdolla on positiivinen vaikutus työntekijöiden tuottavuuteen. Continental Automated Buildings Association (CABA) teki vertailun parempien rakennusten ja muiden työntekijästrategioiden, kuten työpaikan terveysohjelmien ja bonusten, välillä. Yli 500 erillisestä tutkimuksesta kootussa metatutkimuksessa selvitettiin, että paremmat rakennukset kasvattavat tuottavuutta 2–10 %. REHVA (Euroopan lämmitys-, ilmanvaihto- ja ilmastointiliitto) toteaa, että ilmanvaihdon heikentyminen alentaa tuottavuutta – esimerkiksi kirjoitusnopeutta – 10 prosentilla.

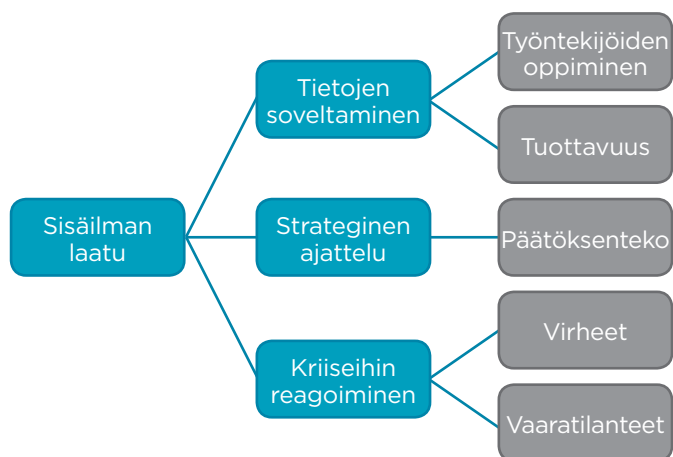
ovat välttämättömiä toimistotyöntekijöiden kognitiivisille kyvyille.

Tarkastelemalla toimistorakennuksen tyypillisiä käyttökustannuksia voimme huomata, että energiakustannukset ovat vain 1 % ja vuokratulot 9 % kokonaiskustannuksista, kun taas työntekijäkustannukset muodostavat niistä 90 % (Kuva 3). Onko siis aiheellista minimoida energiakustannuksia tiukalla HVAC-valvonnalla? Jopa työntekijöiden hyvinvoinnin kustannuksella? Jopa silloin, kun liian suuri sisäilman CO₂-pitoisuus vaikuttaa merkittävästi työntekijöiden kognitiivisiin kykyihin ja tuottavuuteen?

Parempaa tuottavuutta työntekijöiden hyvinvoinnin kautta

Nyt kun tiedämme, miten hiilidioksidi todellisuudessa vaikuttaa ihmisiin, mitä tämä tarkoittaa koko yrityksen tasolla? Tarkastellaan lähemmin kolmea kognitiivista kykyä, joihin CO₂-pitoisuus vaikuttaa eniten: kriiseihin reagoiminen, tietojen soveltaminen ja strateginen

ajattelu. 1. Heikentynyt kyky reagoida kriiseihin johtaa virheisiin ja joissakin tapauksissa jopa vaaratilanteisiin. 2. Heikentynyt kyky soveltaa tietoja vaikuttaa haitallisesti työntekijöiden uusien asioiden oppimiseen ja tuottavuuteen. 3. Heikentynyt strateginen ajattelu voi johtaa hitaisiin tai huonoihin päätöksiin. Pitkällä aikavälillä jatkuvasti riittämätön ilmanvaihto voi aiheuttaa monia ongelmia työntekijöiden



Kuva 4. Jatkuvasti riittämätön ilmanvaihto voi vaikuttaa haitallisesti työntekijöiden hyvinvointiin ja kasvattaa kustannuksia.

Yhdysvaltalainen Green Building Council aloitti metatutkimuksen vuonna 2003 ja teki yhteenvedon, että raittiin ja vähemmän epäpuhtauksia sisältävän ilman saaminen paransi tuottavuutta 11 %. Carnegie Mellon -yliopiston analyysin mukaan taas parempi ilmanvaihto kasvattaa tuottavuutta 3–18 %.

Yhteenvetona voidaan sanoa, että ilmanvaihdon parantaminen parantaa tuottavuutta 2–18 %, ja monissa tutkimuksissa lukema on 10 %:n tietämillä. Miten tämä löydös vaikuttaa kustannuksiin? Jos oletetaan, että keskimääräisen työntekijän kustannukset yritykselle ovat 50 000 € vuodessa, ilmanvaihdon parantamisen tuomat kustannussäästöt ovat 2–18 %:n tuottavuusparannuksilla 1 000–9 000 € vuodessa henkeä kohden. 100 työntekijän yrityksille vuosittaiset kustannussäästöt ovat 100 000–900 000 €. Yli 1 000 työntekijän yritykset saavat varovaisimpienkin arvioiden mukaan miljoonien eurojen säästöt. Kannattaa muistaa, että nämä luvut koskevat vain mitattavan tuottavuuden tuomia kustannussäästöjä.

Kun palataan toimistorakennuksen tyyppillisiin toimintakustannuksiin, joissa työntekijäkustannukset muodostavat 90 % ja energiakustannukset 1 % kokonaiskustannuksista, on helppo ymmärtää, miksi kannattaa

mieluummin panostaa hyvään sisäilman laatuun kuin yrittää säästää liikaa energiakuluissa. Energia- ja työntekijäkustannusten välinen ero on todellakin valtava. Energiatieteiden tutkimus on totta kai edelleenkin tärkeää, mutta HVAC-järjestelmien optimoinnissa tilojen käyttäjien hyvinvointiin on kiinnitettävä entistä enemmän huomiota.

Ilmanvaihdon hallinta nyt ja tulevaisuudessa

Jotta voidaan saavuttaa samalla kertaa sekä energiatehokkuus että hyvä sisäilman laatu, avainasemassa on tarkka mittaaminen. Koska jo 100 ppm:n CO₂-pitoisuuden muutoksella on vaikutus ihmisten kognitiivisiin kykyihin, CO₂-anturien on oltava aina tarkkoja – myös ympärivuorokautisessa käytössä olevissa tiloissa.

Mittausanturien tarkkuus vaikuttaa ilmanvaihtojärjestelmän energiatehokkuuteen eniten silloin, kun järjestelmä on riippuvainen CO₂-tasojen mittauksesta tilojen käyttöasteen arviointia varten. Vaisalan anturit säilyttävät tarkkuutensa vuosien kuluessa ja varmistavat näin oikeat mittaukset, tehokkaan energiankäytön ja raikkaan hengitysilman myös pitkällä aikavälillä.



Sisäilman laadun vaikutus työntekijöiden hyvinvointiin on saanut viime aikoina ansaitsemaansa huomiota, ja Vaisala pyrkii palvelemaan asiakkaitaan parhaalla mahdollisella tavalla myös tällä alueella. Vaisalalla uskotaan, että energiatehokkuus pysyy tärkeänä näkökohtana rakennusten automatisoinnissa myös tulevaisuudessa, kun kehitetään älykkäitä rakennuksia ja kaupunkeja. Painopiste siirtyy enemmän kohti ihmisten terveyttä ja hyvinvointia hyvän sisäilman laadun varmistamisella.

VAISALA

www.vaisala.fi

Ota meihin yhteyttä osoitteessa
www.vaisala.fi/requestinfo



Skannaamalla koodin saat lisätietoja aiheesta

Ref. B211681FI-A ©Vaisala 2019

Tämä materiaali on tekijänoikeussuojan alainen, ja Vaisala sekä sen yksittäiset yhteistyökumppanit pitävät kaikki tekijänoikeudet siihen. Kaikki oikeudet pidätetään. Logot ja/tai tuotenimet ovat Vaisalan tai sen yksittäisten kumppanien tavaramerkkejä. Tässä esitteessä olevien tietojen kaiken muotoinen kopiointi, siirto, jakelu tai tallentaminen ilman Vaisalalta saatua kirjallista lupaa on ehdottomasti kielletty. Kaikkia tietoja – myös teknisiä – voidaan muuttaa ilman erillistä ilmoitusta.