

Korkeiden rakennusten LVI-suunnittelu

Johdanto

Nykypäivinä kaupunkien hallitsematon hajautuminen on kansainvälisen yhdyskunnan yksi suurimmista haasteista. Tästä johtuen on syntynyt korkeiden rakennusten suunnittelun ja rakentamisen tarve, mikä on tullut mahdolliseksi Elisha Graves Otis hissiturvajarrukeksinnön ansiosta. [1]

Mikä on korkea rakennus? Arkkitehtuurin ja tekniikan alan rakennusmääräykset muuttavat suunnittelun vaatimuksia, jos rakennus ylittää säädetyn korkeuden. Niinpä ASHRAE korkeiden rakennusten komitea on määritellyt korkeaksi rakennukseksi korkeudeltaan yli 91 metriset rakennukset. Tämä on toteuttamiskelpoinen määritelmä, jota voi käyttää korkeiden rakennusten suunnittelussa. [2]



Vedon vaikutus

Ennen korkeiden rakennusten tarkastelua LVI-suunnittelun kannalta, ensin katsaus niiden historiaan Suomessa. Helsingissä käytiin kiistaa pilvenpiirtäjien rakentamisesta 1920-luvulla. Kyse oli kuitenkin melko matalista rakennuksista, sillä suunniteltu Suomi-Filmin Kino-Palatsi rakennus Pohjois-Esplanadin ja Keskuskadun kulmaan olisi ollut 17–18 kerroksinen, mutta sai luvan vain 12-kerroksisena eikä toteutunut. Toteutunut Hotelli Tornin torniosa on vain 14-kerroksinen, ja se rakennettiin ennen rakennusluvan saantia, sillä asian käsittely oli vielä kesken Korkeimmassa oikeudessa. 1930-luvun lama pani pisteen pilvenpiirtäjähankkeille, ja jo 1929 hyväksytty rakennusjärjestys otti rakennuskorkeuteen tiukemman kannan. Vasta 2000-luvulla Suomeen on alettu rakentaa yli 20-kerroksisia rakennuksia. Katsoen tämän päivän suunnitelmia, Helsingin Kalasatamaan ja Keski-Pasilaan, Espoon Keilaniemeen ja Tampereelle on kaavoitettu korkeiden rakennusten ryhmiä. Korkeimpiin on suunniteltu noin 40 kerrosta. [3]

Korkeissa rakennuksissa vallitsee vedon vaikutus, ulkoilman lämpötilan ollessa huomattavasti alempi rakennuksen sisälämpötilaa. Vedon vaikutus on ilmiö, jossa korkea rakennus kylmällä säällä toimii savupiipuna, kun ilma läpäisee rakennuksen sisään alemmissa kerroksissa ja luonnollisena konvektiona kulkee koko rakennuksen läpi ylempiin kerroksiin. Vedon syynä on ilman tiheyden ero rakennuksen ulkopuolella olevan tiheämmän kylmän ilman ja rakennuksen sisäpuolella lämpimän vähemmän tiheän ilman välillä. Vedon vaikutuksesta oleva paine-ero on suoraan verrannollinen rakennuksen korkeuteen ja lämpötila-eroon sen ulko- ja sisäpuolella. Vedon vaikutus korkeissa rakennuksissa on usein tuonut suuria ongelmia.

Ongelmat useimmiten ilmenevät vaikeuksissa rakennuksen alakerrosten lämmityksessä ja hissiövien sulkemisessa. Lämmitysongelmat johtuvat siitä, että huomattava virta kylmää ilmaa tulee ovista läpi sisäänkäynnin tasolla ja myös ulkoseinien läpi. Lämmitysongelma voi olla niin vakava, että se jäädyttää vettä sprinklerijärjestelmän putkistoissa ja jäähdytyspatteereissa, jos vesi ei kierrä siinä.

Parantamalla rakennuksen tiivyyttä ja vähentämällä vuotoja pystytään minimoimaan vedon

vaikutuksesta johtuvia ongelmia. Ulkoseinien pieni ilmanläpäisevyys, kuilujen ja läpivientien tiiveys ja lastauslaitureille oikein suunnitellut ilmasulut huomattavasti parantavat rakennuksen tiivyyttä.

Näiden keinojen lisäksi LVI-suunnittelijan on suunniteltavaa ilmastointi- ja ilmanvaihtojärjestelmät niin, että tuloilman määrä on suurempi kuin poistoilmaa. Täten suunniteltaessa korkeita rakennuksia, sen ilmanvaihdon tasapainossa on oltava vähintään viisi prosenttia enemmän ulkoilmasta saatua kokonaistuloilmaa kuin vuoto- ja poistoilmaa yhdessä koskien kaikkia käyttöolosuhteita. Lisäksi suositellaan ja usein paloturvallisuusmääräyksissä edellytetään, että sisääntuloaulaa palvelee erillinen ilmastointi- ja ilmanvaihtojärjestelmä. [2]

Ilmanvaihto

Korkean rakennuksen rakentamishankeen alkuvaiheessa kaikkien suunnitteluryhmän osapuolten on päätettävää joko ilmastointijärjestelmää asennettavaa keskus iv-konehuoneeseen palvelemaan useita kerroksia tai tehtävää paikallisen ilmastointijärjestelmän jokaisessa kerroksessa palvelemaan nimenomaan sitä kerrosta. Keskus ilmastointijärjestelmä ja paikallinen ilmastointijärjestelmä jakautuvat kolmeen erilaiseen vaihtoehtoon. [2]

Ensimmäisessä keskus ilmastointijärjestelmä -vaihtoehdossa ilmastoitu tuloilma tulee jokaiseen kerrokseen ilmankäsittelyjärjestelmän useista ilmanvaihtokoneista, jotka sijaitsevat yhdessä tai useimmissa keskusyksikön ilmanvaihto-huoneissa. Riippuen vuotuisesta lämpötilasta, kosteudesta ja rakennusmääräysten vaatimuksista ilmastointijärjestelmää voi varustaa ulkoilman esilämmityspatterilla, joka on puolestaan varustettu tuloilmaa säätöpelleillä.

Keskusilmanvaihtohuoneessa sijaitsevat ilmankäsittelylaitteet voivat toimia yhdessä ja tuoda tuloilmaa yhteiseen tuloilmakammioon. Tuloilmaa yhdestä tai useimmista keskusyksikön tuloilmakammioista jakautuu pystykanavissa kaikkiin kerroksiin. Paluuilma menee jokaisen kerroksen alakatossa olevissa kanavissa pystykanavaan ja siitä keskusyksikön paluuilmakammioon. [2]



Paikallisen ilmastointijärjestelmän tapauksessa jokaisen kerroksen oma jäähdytysyksikkö palvelee sitä kerrosta. Jäähdytysyksikkö sijoitetaan omaan konehuoneeseen yleensä rakennuksen ytimeen. Kylmä vesi tuodaan paikalliseen jäähdytysyksikköön keskijäähdyttimestä, joka on mitoitettu vastamaan koko rakennuksen jäähdytystarvetta. Paikallisessa ilmastointijärjestelmässä jäähdytysyksikkö voi olla myös itsenäinen, jossa on oma suorahöyrystys ja vesijäähdytys, yksi tai useampi jäähdytyskoneiden kompressori ja vesijäähdytteen lauhdutin. [2]

Vesi- ja viemärijärjestelmät

Korkeat rakennukset aiheuttavat lähinnä kaksi ongelmaa vesijärjestelmän suunnittelussa. Molemmat ongelmat liittyvät paineen ylläpitoon sallituissa rajoissa koko rakennuksessa. Ensimmäinen on tuoda ja ylläpitää riittävää painetta putkistoissa rakennuksen korkeimmassa osassa. Toinen ongelma on hallita painetta rakennuksen alimmassa osassa eikä ylitä sallittua rajaa. Määräykset rajoittavat korkeamman veden paineen 550 kPa:iin. Käyttämällä 485kPa johtaa helpommin hallittavissa oleviin virtausnopeuksiin vesikalusteissa, vähentää vesi-iskuja, alentaa käyttökustannuksia ja pidentää vesijärjestelmän ikää. [1], [4]

Vesi syötetään kalusteisiin joko rakennuksen ylempässä kerroksessa olevasta vesisäiliöstä painovoiman avulla tai paineenkorotusjärjestelmällä. Kunnallisverkon painetta ei riitä palvelemaan korkean rakennuksen vedenpainetarpeita, joten

paineetta on korotettavaa saadakseen vettä rakennuksen ylempiin kerroksiin ja alentaa hallitakseen paineetta sallituissa rajoissa alemmissa kerroksissa. Rajoittaakseen paineen hyväksyttävälle tasolle, rakennus on jaettu useisiin pystysuuntaisiin vyöhykkeisiin. Tämä vyöhykejärjestely saadaan aikaan vesisäiliöllä ja pumppuryhmillä jokaisella vyöhykkeellä tai paineenalennusventtiileillä, jotka rajoittavat rakennuksen 15 tai 20 kerroksiin vyöhykkeisiin samalla pitämällä paine alemmassa kerroksessa sallituissa rajoissa. Tämä paine on yleensä 550kPa tai 485kPa. Jaettua korkean rakennuksen vyöhykkeisiin, on käytettävää toissijaisia pumppuryhmiä jokaisessa vyöhykkeessä. Esimerkiksi kahden vyöhykkeen tapauksessa alempi pumppuryhmä palvelee rakennuksen alaosaa ja myös syöttää vettä korkeampiin pumppuihin, jotka puolestaan palvelevat rakennuksen yläosaa. Korkeissa rakennuksissa alemmat vyöhykkeet kuitenkin tarvitsevat paineenalennusventtiileitä. [4]

Paineen hallinta viemäröinnissä tuottaa muita haasteita. Huomattavaa ilmamäärä kulkee alaspäin vesivirtauksen mukana. Virtaava vesi pystyputkessa pyrkii kiinnittymään putken seiniin, jonka onttoytimessä on ilmaa. Sekä vesi että ilma liukuvat alaspäin putken seiniä pitkin. Painovoima liikuttaa tätä ns. vesiholkkia alaspäin ja kitka vastustaa liikkumista. Pystysuuntaisessa putkessa huokostusilmaa on suhteellisen helppoa hallita, mutta putken taipuessa pystysuorasta, nesteen virtausnopeus huomattavasti alenee, täyttäen koko putkihalkaisijan. Virtauksen vaihtaessa vaakasuuntaan, suuri vesikulaus voi nopeasti kehittyä. Tämä voi johtaa ilman puristukseen nestevirtauksessa ja ilmanpaineen alenemiseen nestevirtauksen poistopuolella.

Nämä neste- ja ilmapuhtelujen vaikutukset voi hallita käyttämällä tuuletusaukkoja ja ilmanpoistoputkia. Toinen viemärijärjestelmään liittyvä huolenaihe on hydraulinen hyppy putkistossa. Veden massa ja äkillinen nopeuden muutos virtaussuunnan muuttuessa aiheuttavat tämän hypyn. Hydraulinen hyppy ei välttämättä rikko putkea, mutta aiheuttaa putken siirtymiä, jotka puolestaan johtavat liitoksen rikkomiseen. Välttääkseen liitoksen rikkoutumisen riskiä on kasvatettava vaakaputken kokoa ja tehtävää kaltevan viemärin liitokohdassa käyttäen

tukielementtejä. Tässä sääntönä on ylipäättään tuottaa viemäriputken liitokohdassa. [5]



Lähteet:

1. Дональд Росс2004. Проектирование систем ОБК высотных общественных зданий. Москва «АВОК-ПРЕСС»
2. Donald Ross. 2004. HVAC Design Guide for Tall Commercial Buildings. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
3. Wikipedia
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Pilvenpiirt%C3%A4j%C3%A4>
4. Peter A. Kraut. High rise water distribution
http://www.plumbingengineer.com/june_08/highrise_feature.php
5. Dennis M. Connelly. 2007. High-rise plumbing design
<http://www.newcomb-boyd.com/pdf/high-rise%20article.pdf>