



Indirekt gestookte luchtverwarmingssystemen voor extra goed geïsoleerde woningen*

In de afgelopen periode is luchtverwarming voor goed geïsoleerde woningen nogal in de publiciteit geweest. Ondanks het feit dat deze artikelen allen bijzonder goed en vooruitstrevend zijn, zijn er tot nu toe hoofdzakelijk onderzoekers en adviseurs aan het woord geweest, en handelden alle artikelen en rapporten tot voor kort alleen maar over specifieke onderdelen van het totale systeem. Aan deze laatste situatie is gelukkig een einde gekomen door de ISSO-publicatie nr. 9 "Luchtverwarming in woningen".

In dit artikel zal zoveel mogelijk de gehele problematiek, doch hoofdzakelijk de technische aspecten rond het luchtverwarmingssysteem uit oogpunt van de fabrikant behandeld worden. Voor wat betreft specifieke technieken zal verwezen worden naar de reeds eerder genoemde ISSO-publicatie.

1. Reduktie van de totale warmtebehoefte

Wij zijn het er allemaal wel over eens dat de energiebesparing alleen maar gerealiseerd kan worden door reductie van de totale warmtebehoefte. Dit d.m.v.:

- isolatieverbetering
- vermindering van ongewenste ventilatie (on- en gecontroleerde)
- verkleining van de raamoppervlakten

Tevens is een extra goede zorg bij de uitvoering noodzakelijk om tot een werkelijk goede isolatie te komen en om z.g. koudebruggen te voorkomen.

2. De problematiek ventilatie en WTW (warmterugwinning)

In zo'n goed geïsoleerde (woon)ruimte zullen de relatieve vochtigheid, het CO₂ gehalte, stof, mogelijke gassen uit moderne bouw- en afwerkingsmaterialen en andere ongewenste geurtjes, vrij snel boven de acceptabele waarden stijgen en de gezondheid ongunstig beïnvloeden. Het is dan ook nodig een extra geïsoleerde ruimte konstant te ventileren volgens het balans ventilatie principe. Dit houdt in dat lucht gekontroleerd afgezogen en toegevoerd wordt. Immers, bij een gesloten ruimte zal alleen afzuigen nauwelijks invloed hebben op het binnenklimaat.

Uit hygienisch en bouwtechnisch oogpunt moet een minimale hoeveelheid ventilatielucht gegarandeerd worden. In het kader van de energiebesparing dient deze echter ook zoveel mogelijk beperkt te blijven. Dit kan men bereiken door ongecontroleerde ventilatie door kierren en spleten te vervangen door gekontroleerde ventilatie (mechanische afzuiging).

U zult nu wel gemerkt hebben dat ventileren tweeledig

energie kost: 1. warmte gaat verloren in de ventilatielucht en 2. (elektro-) energie gaat verloren door het stroomverbruik van de motor van de afzuigventilator.

Om nu te zorgen dat het besparingseffect van isolatie niet verloren gaat door de noodzakelijke ventilatie, moet de warmte uit ventilatie lucht zoveel mogelijk teruggewonnen worden (z.g. WTW) en moet in het kader van de totale energiebesparing het luchttechnisch en elektrisch rendement zo hoog mogelijk zijn. Dit om te voorkomen dat de gasbesparing in een verhoogde electriciteitsrekening wordt omgezet.

Zonder warmterugwinning kost de gewenste ventilatie in woningen die we nu bouwen 400 à 500 m³ gas per jaar. Hier tegenover staat een gasverbruik van 200 à 300 m³ gas per jaar door transmissieverlies. Dit maakt duidelijk dat isolatie van woningen het punt bereikt heeft waarbij ventilatie qua belangrijkheid naar de eerste plaats verhuisd is.

3. Het basisconcept

Uitgaande van een min of meer centraal in de woning gesitueerd vertikaal toevoerkanalsysteem, kan de luchtinblaas in de ruimten vanuit het centrum naar de gevels toe plaatsvinden.

De toevoerlucht bestaat uit de uit afvoerlucht opgewarmde buitenlucht, gemengd met een deel recirculatielucht. Gecombineerd met een elektronische regeling verzorgt de luchtunit dus min of meer het totale binnenklimaat van de goed geïsoleerde woning.

Het afzuiggedeelte onttrekt mechanisch de gebruikte lucht uit badkamer, toilet en de keuken.

4. De techniek stap voor stap

Uitgegaan is van een Thermo-Air HSU-10 EW indirect gestookt luchtverwarmingseenheid, compleet met afzuigventilator en WTW.

Afzuiggedeelte

Mechanische luchtafvoer uit keuken, badkamer en toilet. We gaan uit van een woning met voor de afzuiglucht bij een open keuken respectievelijk 150, 50 en 25 m³/h (totaal

* publicatie opgesteld door HONING, Verwarming en Ventilatie, V.V.

225 m³/h). Men kan echter bij systemen met gebalanceerde ventilatie volstaan met kleinere luchtvolumes (totaal ongeveer 150 m³/h). De afzuiglucht verlaat via het warmterugwinningssysteem het huis.

Toevoergedeelte en WTW

De unit heeft een totale luchtopbrengst van 450 m³/h. De luchtopbrengst aan verse lucht is gelijk aan de hoeveelheid afgezogen lucht. De verse lucht wordt in het WTW gedeelte zoveel mogelijk opgewarmd met de warmte uit de afvoerlucht. Het resterende luchtvolume (totaal benodigde min verse luchttoevoer) wordt met recirculatielucht bijgemengd.

Tevens is in het WTW gedeelte een voorziening aangebracht voor het opvangen en centraal afvoeren van het condens uit de afvoerlucht. Bouwtechnisch moeten er voorzieningen getroffen worden voor een afvoerpijp en siphon.

Filtergedeelte

Filters, zoals deze toegepast worden in de huidige luchtverwarmingssystemen voor goed geïsoleerde woningen, hebben een vangcijfer (ASHRAE standaard synthetisch stof) variërend tussen 70 en 80% (ook wel EU2 volgens Eurovent en DIN 24185). In de luchtbehandelingstechniek worden soortgelijke filters aangewend als "voorfilters" om de standtijden voor zakenfilters te verlengen en als "vlakfilters". In het laatste geval staan de filters geheel ten dienste van de vervuilingbeperking van de installatie. Desondanks is de lucht in de woning, vergeleken met radiatorenverwarming, beduidend schoner. Tevens wil ik opmerken dat filters alleen dan optimaal functioneren als men de filters regelmatig vervangt; variërend van 2 tot 8 keer per jaar. De vervangingsfrequentie is zeer afhankelijk van de standtijd van het filtermateriaal en van het milieu waarin het filtermedium wordt toegepast (zware industriestad of midden in bosrijk gebied).

Ventilatoren

Het ontwerpen en goed toepassen van een ventilator voor kleine luchthoeveelheden is een vak apart en de vereiste know-how is slechts bij een zeer gering aantal fabrikanten voorhanden.

De afzuigventilator in dit systeem heeft een capaciteit op hoogste toerental van ongeveer 225 m³/h bij een statisch drukverlies van 125 Pa. De afvoerventilator wordt geregeld door een hoog/laag schakelaar in de keuken. De toevoerventilator heeft een capaciteit op hoogste toerental van ongeveer 450 m³/h bij 70 Pa statische drukverlies. Door de vrij "stijle" curve van deze ventilator kan hij vrijwel zonder schommelingen in het luchtvolume, de verhoging van het drukverlies door vervuiling van het filter overwinnen.

Beide ventilatoren zijn uitgevoerd met een 3 toerenmotor, hetgeen de beste vorm van toerenregeling is. Voor beide ventilatoren geldt ook dat hun uiteindelijk rendement zo hoog mogelijk moet liggen. De toevoerventilator wordt gestuurd en geregeld door de elektronische regeling.

De levensduur van de motoren wordt in deze toepassing gegarandeerd op min. 20.000 draaiuren.

Verwarmingsgedeelte

De in dit systeem toegepaste warmtewisselaar (water 90/70 grad.C.) bestaat uit een koperen buizenpatroon, omgeven door speciaal gevormde aluminium vinnen. Deze constructie zorgt voor een maximale overdracht met een minimaal drukverlies. Voordelen van dit systeem zijn o.m.:

- goede regelbaarheid, waardoor een gelijkmatigere temperatuurverdeling in de woning.
- grote selectiemogelijkheid van de uiteindelijke verwarmingsbron en daardoor:
- combinatiemogelijkheid met warmwatervoorziening voor huishoudelijk verbruik.
- lange levensduur
- de uiteindelijke verwarmingsbron kan apart in een gesloten verbrandingsruimte geplaatst worden, zodat verbrandingslucht en schoorsteenverliezen (door thermische trek bij stilstand) niet aan de woning onttrokken worden.

Door het steeds kleinere verschil tussen de totale voorhanden verwarmingscapaciteit van de unit en de totale warmtebehoefte, is de aanwarmtijd betrekkelijk lang. Met name in proefprojecten waar het bouwvocht nog "weggestookt" moet worden (hogere warmtebehoefte) kan dit probleem veroorzaken.

Kanalensysteem

De ventilatoren in dit systeem zijn gekonstrueerd om aan bepaalde specificaties te voldoen (bepaalde hoeveelheid lucht en druk met max. rendement). Derhalve moet het kanalensysteem (ook een eventueel aanwezig retourstelsel) passen bij de unit en niet andersom. De kanalen op zich zijn, door de betrekkelijk lage verwarmingscapaciteit, vrij klein. Vanuit het plenum onder de luchtverwarmingseenheid wordt de verwarmde lucht door kanalen met diameters variërende van 60 tot 125 mm naar ieder vertrek getransporteerd.

Regeling

De volledig geïntegreerde elektronische regeling heeft tot doel:

- tochtvrije distributie van de lucht in het vertrek.
- de verzorging van de min. benodigde hoeveelheid ventilatielucht per vertrek onder alle omstandigheden. De hoeveelheid afzuiglucht wordt geregeld door een hoog/laag schakelaar in de keuken.

Geluid

Een niet te onderschatten neveneffect van isolatie is dat ook het hinderende geluidsniveau van interne geluidsbronnen steeds kritischer wordt. In goed geïsoleerde ruimten heeft men immers minder last van geluid van buiten, waardoor interne geluidsbronnen als nóg hinderlijker worden ervaren. Om dit, helaas nog een veel voorkomend euvel, te voorkomen is het zeer belangrijk dat hier reeds in de ontwerpfase aandacht aan wordt besteed.

Zonder het treffen van speciale geluiddempende voorzieningen in het kanalensysteem zijn geluidsniveaus te verwachten van 30 tot 45 dB(A).

Voor wat betreft de akoestische aspecten rond het luchtverdelingssysteem en de consequenties van roosterkeuze en

plaatsing daarvan verwijs ik naar eerder genoemde ISSO-publikatie.

Specifieke eisen

In veel gevallen zal ook op specifiek lokale eisen gelet moeten worden. Een voorbeeld hiervan is bijvoorbeeld evt. brandweereisen.

5. De proefopstelling

Om het correcte functioneren van het samenspel tussen woningtype, luchtverwarmingssysteem, verwarmingsbron, kanalsysteem, roosters, regeling etc.etc., is een proefopstelling een eerste vereiste. In deze proefopstelling wordt de werking nagebootst, zodat luchthoeveelheden, capaciteit, geluid en instelmogelijkheden exact gecontroleerd kunnen worden. De eventuele veranderingen kunnen dan in het uiteindelijk ontwerp doorgevoerd worden. Dit alles ter voorkoming van problemen, die bij grotere aantallen in deze sector snel uit de hand kunnen lopen.

6. Het meten

In het algemeen kan men stellen dat de testresultaten alleen waarde hebben indien:

- het een referentiewoning betreft. Bij kleine verschillen in woonhuistype van het ongunstigste geval wordt uitgegaan.
- het bouwvocht "weggestookt" is. Dit kost ongeveer een compleet stookseizoen.
- het een aangeklede woning betreft. Dit i.v.m. de geluidsabsorptie.
- er gebruik gemaakt wordt van goed geïjkte meetapparatuur.

Voorbeeld: hittedraadmeter is alleen redelijk nauwkeurig als hij temperatuurgecompenseerd is. Tevens moet het meetpunt ruim binnen het meetbereik van de desbetreffende meetapparatuur liggen. Voorbeeld: men kan 30 dB(A) niet nauwkeurig meten met een geluidsmeter met een meetbereik van 25 - 90 dB(A). Ook kan geluid niet nauwkeurig gemeten worden wanneer het achtergrondgeluid te dicht bij de te meten bron ligt.

- de testapparatuur mag geen merkbare invloed op de meting uitoefenen.

Voorbeeld: met een grote vleugelradanemometer een luchtvolume van 100 m³/h in een laag druksysteem uit een rooster van 100 x 50 meten. De aanwezigheid van de vleugelradanemometer verhoogd het te overwinnen drukverlies, waardoor minder lucht door het te meten kanaal zal stromen.

- tevens moeten de meetresultaten middelwaarden van een reeks metingen zijn.

- Meting van de verwarmingscapaciteit.

De hoeveelheid afgegeven warmte kan op drie manieren gecontroleerd worden:

- a. het meten van de waterhoeveelheid en het temperatuurverschil van het in- en uitgaande water bij warmtewisselaar. De formule $l/h \times \text{delta } t \text{ grad.C}$ geeft dan de afgegeven capaciteit in kcal/h. (1kW=860kcal/h)

- b. 1. voor wat betreft de capaciteit van de unit: het meten van de luchtintrede volumes met bijbehorende temperaturen en de uitrede temperatuur bij de warmtewisselaar.

2. Voor wat betreft de capaciteit van de installatie: het meten van de luchtintrede volumes met bijbehorende temperaturen en de lucht volumes met bijbehorende uitblaas temperaturen per rooster. De delta T in grad.C. van verse lucht \times soortelijke warmte v/d lucht \times het luchtvolume geeft dan de capaciteit in kcal/h van de verse lucht. Voor de recirculatie lucht geldt dan dezelfde formule. Beide opgeteld geven dan de totaal afgegeven capaciteit.

- c. als laatste kan de capaciteit van de ketel gemeten worden. Deze test dient eigenlijk alleen maar als controle voor de 2 eerder genoemde testen.

- Meting van de luchtopbrengst.

De luchtopbrengst kan als volgt gemeten worden:

- bij alle uitblaasroosters worden nauwkeurige gemiddelde luchtsnelheden gemeten, welke vermenigvuldigd moeten worden met de effectieve uitblaasopening. Het totaal van deze meting is dan tevens de totaal verplaatste hoeveelheid lucht. Men kan dit op 4 manieren controleren:
 - a) door tevens de hoeveelheid recirculatie en verse lucht te meten.
 - b) door het meten van het opgenomen vermogen en ventilator toerental van de ventilatormotor en dit uitzetten in de ventilatorkurve.
 - c) door de gemeten luchtzijdige verwarmingscapaciteit te delen op de soortelijke warmte \times de gemiddelde delta t van de lucht.

- Meting van geluid.

Voor wat dit betreft zijn er nog geen standaardprocedures.

7. Sociale aspecten

Luchtverwarming in energiezuinige woningen met al zijn specifieke eigenschappen, is voor de bewoner een volledig nieuwe materie. Voorlichting over de werking en functie van de apparatuur is dan ook noodzakelijk. Vooral het begrip, dat ventilatie via open ramen (slaapkamer) niet noodzakelijk is, doch dat de installatie zorgt voor de benodigde ventilatie, moet de bewoners duidelijk gemaakt worden. Ook hier is en zal nog veel uitgebreid onderzoek gedaan moeten worden.

8. Balansventilatie met WTW voor goed- en nageïsoleerde woningen met conventionele verwarmingssystemen

De afgelopen 5 jaar zijn veel goed geïsoleerde woningen uitgevoerd met CV systemen, en tevens zijn veel bestaande woningen met CV-installatie nageïsoleerd. De oplossing hier heet: gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning. De WTW verhoogd de inblaas temperatuur (WTW) van de verse luchttoevoer, waardoor direkt ingeblazen kan worden. Zou men geen WTW toepassen, dan zou men de verse luchttoevoer bij moeten verwarmen. Logisch is natuurlijk dat een totaalsysteem een betere en prijsgunstigere oplossing is.