

Glijdend setpoint aan de hand van de ATG-Methodiek

Begin 2005 is de ATG-methode gelanceerd. Met deze methode kan het comfort binnen een gebouw op een eenvoudige wijze worden beoordeeld en gecommuniceerd. Zie [1 - ISSO-publicatie 74: "Thermische behaaglijkheid – Eisen voor de binnentemperatuur in gebouwen", maart 2004]. Zie ook [2] en [3].

In een zogenaamd "ATG-plaatje"¹⁾ komen alle comfortpunten te staan als functie van een gewogen buitenluchttemperatuur; gewogen over het momentane daggemiddelde op de betreffende dag en de drie dagen ervoor.

In dit plaatje komen 90 %, 80 %- en 65 %-grenswaardelijnen te staan. Valen alle punten binnen de 90 %-grens dan is het een A-gebouw, binnen de 80 %-grens dan is het een B-gebouw en binnen de 65 %-grens dan is het een C-gebouw. Het voordeel van het ATG-plaatje is, dat de berekende punten onafhankelijk zijn van persoon, kleding en activiteit. Deze aspecten zijn verwerkt in de lijnen, waarbinnen ze moeten vallen. Bij een andere activiteit en andere kleding horen andere lijnen, die over dezelfde punten worden gelegd. De methode maakt onderscheid tussen een Alfa-gebouw (waarin de gebruiker het binnenklimaat kan beïnvloeden) en een Beta-gebouw (waarin de gebruiker het binnenklimaat niet kan beïnvloeden). De ATG-methode is zeer goed communiceerbaar en van punten buiten de



Ir. A.J.Th.M. Wijsman



V. Kok



Ir. W. Plokker

- door ir. A.J.Th.M. Wijsman, V. Kok*, ir. W. Plokker**

¹ 'ATG' staat hierbij voor Adaptieve Temperatuur Grenswaarde. De ATG-grafiek is een inzichtelijk plaatje om het comfort in een gebouw op een eenvoudige wijze te beoordelen en te communiceren. De ATG-grafiek (zie figuur 1) geeft voor alle uren van de beschouwde periode de comforttemperatuur (T_i) weer als functie van een referentie buitenluchttemperatuur ($T_{e,ref}$). Deze referentie buitenluchttemperatuur is een weging van daggemiddelde temperaturen ($(T_{minimum} + T_{maximum})/2$) van de betreffende dag en van de drie dagen ervoor (de geschiedenis van het weer zit hierin dus verdisconteerd).

In de ATG-grafiek zijn lijnen opgenomen, die overeenkomen met een % tevreden bij betreffende omstandigheden: aan de onderzijde (in kleuren blauw) mensen die het net niet te koud vinden en aan de bovenzijde (in kleuren rood) mensen, die het net niet te warm vinden. De weergegeven lijnen betreffen (van buiten naar binnen gaande) respectievelijk 65 %, 80 %- en 90 %-tevreden. Het aantal uren, dat zo'n lijn wordt overschreden, wordt bepaald en is een maat voor het overall comfort. Deze ATG-grafiek laat onder anderen zien, dat bij hogere buitentemperaturen binnen ook hogere temperaturen toegestaan/gewenst zijn.

grenswaarden kan worden achterhaald onder welke omstandigheden het optreedt (waarna het mogelijk simpel is te verhelpen)

De setpoints van de verwarming/koeling zijn in praktijk veelal vast. Het idee is nu om deze setpoints glijdend te maken en wel glijdend aan de hand van de ATG.

Deze mogelijkheid is in het gebouw-simulatieprogramma VA114 ingebouwd. Door een korte rekenstudie is het effect hiervan uitgezocht.

Tijdens het IBPSA-NVL 2008 Event zijn de resultaten en ervaringen hiermee gepresenteerd

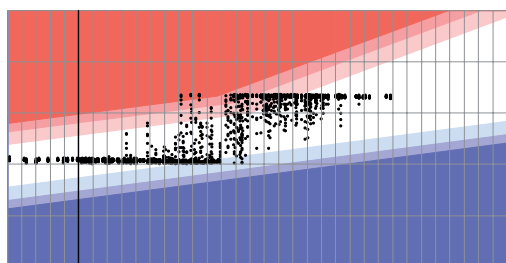
*Vabi Software BV, Delft, Nederland

CONVENTIONELE REGELING EN REGELING OP ATG

De conditionering van een ruimte gebeurt in veel gevallen door een lokaal verwarmingsapparaat en een lokaal koelapparaat. Beide apparaten worden geregeld op hun specifieke setpoints. De sensoren van deze apparaten 'meten' een temperatuur, die een combinatie zijn van de lucht- en een stralingstemperatuur. Voor de eenvoud is nu even aangenomen, dat deze 'gemeten' temperatuur gelijk is aan de comforttemperatuur (de operationele temperatuur).

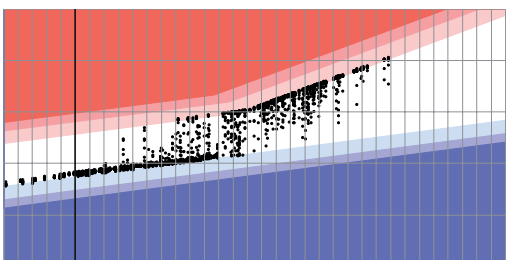
'Conventioneel' hebben de setpoints een vaste waarde; veelal een waarde voor de dag en een waarde voor de nacht / het weekend.

In het ATG-plaatje (zie figuur 1) zien we voor deze manier van regelen echter toch wel wat onder- en overschrijdingen van de ATG-lijnen; veelal bij buitentemperaturen tussen 5 en 15 °C. Verder lijkt bij lage buitentemperaturen onnodig veel te worden verwarmd en bij hoge buitentemperaturen onnodig veel gekoeld. Het gebouw is nagenoeg een klasse C-gebouw.



ATG-plaatje voor een 'conventioneel' geregelde installatie
De lokale apparaten zijn hierbij voor het gemak verondersteld voldoende vermogen te hebben om in de warmte- en koudevraag te voorzien. Het setpoint voor verwarmen is overdag 21 °C en voor koelen 25 °C.

- FIGUUR 1 -



ATG-plaatje voor een 'op een ATG-lijn' geregelde installatie.

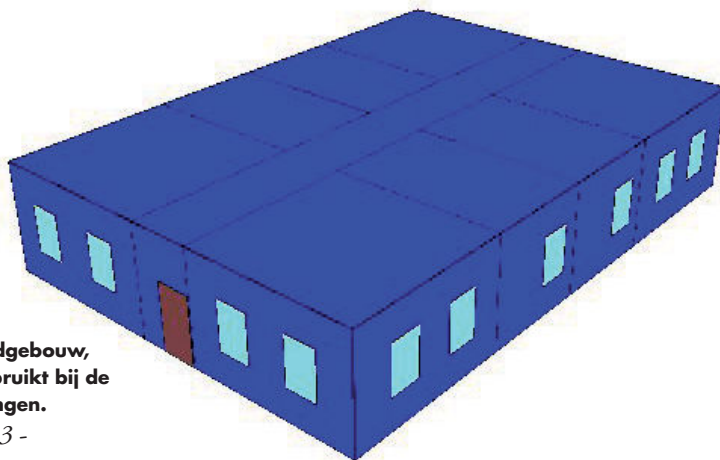
- FIGUUR 2 -

Door nu niet 'conventioneel' te regelen, maar te regelen volgens een ATG-lijn (een glijdend setpoint, het setpoint

	Warmte-behoefte [kWh]	Koude-behoefte [kWh]	Piekver-warming [kW]	Piek-koeling [kW]
Conventioneel	12.681	2.445	22,9	11,3
ATG-geregeld	12.036	2.293	21,8	9,0
Vershil	645	152	1,1	2,3

Invloed op Warmte- en Koudebehoefte en op piekvermogens.

- TABEL 1 -



Voorbeeldgebouw, dat is gebruikt bij de berekeningen.

- FIGUUR 3 -

glijdt met de buitenluchttemperatuur mee) kunnen die onder- en overschrijdingen worden voorkomen. Hiermee wordt het comfort verbeterd en kan bovendien energie worden bespaard. In figuur 2 is dit te zien. Dezelfde lokale apparaten zijn hierbij geregeld op de 90 %-ATG-verwarmlijn en op de 90 %-ATG-koellijn.

Afgezien van een geringe afwijking/offset liggen alle punten nu binnen het 90 %-gebied, een klasse A-gebouw!!! Naast dat het gebouw een duidelijk beter comfort heeft is ook het energiegebruik lager. In tabel 1 zijn de cijfers voor dit voorbeeld gegeven. Zowel de warmtebehoefte als de koelbehoefte zijn lager. Ook de piekvermogens zijn wat lager.

Kortom:

De regeling op een ATG-lijn geeft een beter comfort, is energiezuiniger en er kan worden volstaan met een iets kleinere installatie.

RESULTATEN KORTE REKENSTUDIE

De hiervoor gegeven resultaten zijn berekend voor het in figuur 3 gegeven voorbeeldgebouw. Dit gebouw bestaat uit acht kantoorruimten, die zijn verbonden via een gang. De hoekruimten bieden plaats aan twee medewerkers, de tussenliggende ruimten aan één medewerker.

Er wordt ingeblazen met buitenlucht, lokaal is er per ruimte verwarming en koeling aanwezig. De lokale apparaten worden geregeld op comforttemperatuur. Deze keuze, regeling op comforttemperatuur (op luchttemperatuur is ook mogelijk), heeft geen invloed op ons betoog.

Centraal vindt er geen behandeling van de toevoerlucht plaats. Dit is gedaan om 'vernietiging' van energie (centraal verwarmen en lokaal koelen en omgekeerd) uit te sluiten. Ook deze vereenvoudiging heeft geen invloed op ons betoog.

De regeling op een ATG-lijn is een nieuwe optie in het gebouwssimulatieprogramma VA114. In principe is elke lijn tussen 0 en 100 % als invoer mogelijk, doch de 90 %-, 80 %-, 65 %-lijnen zijn belangrijk, omdat zij de grenzen vormen tussen de gebouwklassen A, B en C. Er wordt zowel een lijn voor verwarming als een lijn voor koeling opgegeven en die mag verschillen. Ook wordt gevraagd of het een Alfa- of een Beta-gebouw betreft; nacht- en weekendverlaging kan worden opgegeven in graden ten opzichte van de ATG-lijnen.

Invloed van de afstand tussen de ATG-lijnen voor verwarmen en voor koelen

Er kan dus op iedere mogelijke ATG-lijn worden geregeld. Hoe dichterbij

	Warmte-behoefte	Koude-behoefte	Piek-verwarming	Piek-koeling
Regelijn	kW h	kW h	kW	kW
100 %-ATG	14.772	5.119	22,7	11,8
90 %-ATG	12.036	2.293	21,8	9,0
80 %-ATG	10.615	1.316	21,3	7,9
65 %-ATG	9.706	805	20,9	7,0

Invoel op Warmte- en Koudebehoefte en op piekvermogens.

- TABEL 2 -

de lijnen bij de 100 %-ATG-lijn liggen des te beter is het comfort, echter des te hoger is het energiegebruik! Er is dus een spanningsveld tussen comfort enerzijds en energiegebruik anderzijds. Om de invloed na te gaan, zijn met VA114 berekeningen uitgevoerd voor regeling op respectievelijk de 100 %, de 90 %, de 80 %- en de 65 %-ATG-lijn. Beide voor zowel verwarmen als koelen.

In figuur 4a,b,c en d zijn de comfortresultaten in ATG-plaatjes weergegeven en in tabel 2 de energiegebruiken. De 100 %-ATG-lijn is comforttechnisch “ideaal”, doch vraagt een aanzienlijk hoger energiegebruik. In die situatie wordt elk Watt-je te weinig bijverwarmd en elk Watt-je te veel wordt weggekoeld (deze situatie is in het vakgebied beter bekend als “Bang-Bang”).

De accumulatie/de bufferwerking van de gebouwmassa is hierbij (nagenoeg) uitgeschakeld. Zo'n “Bang-Bang”-situatie kost veel extra energie en moet dus te allen tijde worden voorkomen. Zoals te zien is: regeling als klasse C-gebouw vraagt aanzienlijk minder energie dan regeling als klasse A-gebouw!

OBSERVATIES

In de ATG-plaatjes zelf en onder de kop “Onderschrijdingen – Overschrijdingen” (bv. Figuur 4b) is te zien dat bij regeling op een ATG-lijn er toch aanzienlijk onder- en overschrijdingen zijn geteld. De punten blijken namelijk net onder, respectievelijk net boven de regellijnen te liggen. De oorzaak hiervan is bekend: de in VA114 toegepaste relatie voor berekening van het comfort verschilt van (is wat gedetailleerder dan) de relatie voor berekening van de sensortemperatuur. Door bv. op 81-82 % te regelen in plaats van op 80 % kunnen deze onder- en overschrijdingen worden voorkomen.

Bij regeling op een vast setpoint treedt

ook de “Bang-Bang”-situatie op als het verwarmsetpoint en het koelsetpoint gelijk (bv. beide 23 °C) worden gekozen. De gebouwmassa is dan uitgeschakeld. Door beide setpoints verder uit elkaar te kiezen wordt de gebouwmassa beter ingeschakeld. Dit gebruik/uitschakelen van de gebouwmassa is dus niet specifiek voor de ATG-regeling, maar geldt voor beide regelingen.

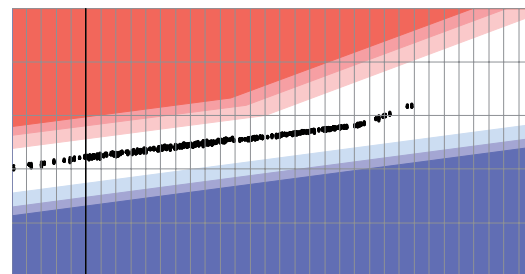
De berekeningen zijn gedaan voor onbeperkte lokale vermogens. Door deze vermogens te beperken kan bij regeling op vaste setpoints ook een klein beetje de ATG-regeling worden benaderd (zie figuur 5; vergelijk met figuur 1), doch het blijft redelijk ongecontroleerd.

RESUME

VA114 is uitgebreid met de optie “Regelen op ATG”. Het setpoint van de lokale apparaten ‘glijdt’ daarbij met de buitenluchttemperatuur mee. Door deze manier van regelen kan de comforttemperatuur beter binnen de gestelde grenzen worden gehouden, hetgeen bovendien minder energie kost en er kan worden volstaan met een iets kleinere installatie. Zijn er alleen maar voordelen? Het vraagt echter wel een sensor, die een temperatuur meet (een combinatie van lucht- en stralingstemperatuur) die in de buurt komt van de comforttemperatuur, de operationele temperatuur. Tot slot: ons is niet bekend of er in de praktijk al voorbeelden zijn van op ATG geregelde installaties. 

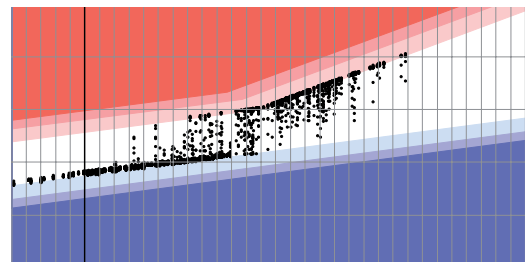
LITERATUUR

1. “Thermische Behaaglijkheid; eisen voor de binnentemperatuur in gebouwen”, publicatie 74, ISSO, Rotterdam, maart 2004
2. Kurvers, S.R., Leijten, J.L., Van der Linden, A.C., Plokker, W., Boerstra, A.C., Raue, A.K., “ATG en GTO vergeleken, Berekeningen en Evaluaties van ISSO 74”, TVVL Magazine 4-2006.
3. Kurvers, S.R., Van Beek, M.,



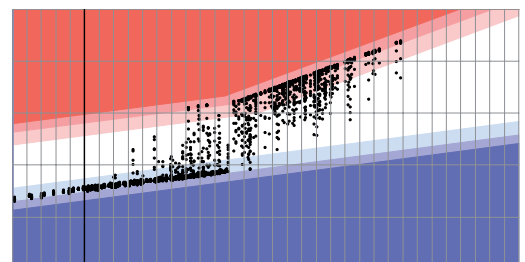
ATG-plaatje bij regeling op de 100 %-ATG-lijn.

- FIGUUR 4A -



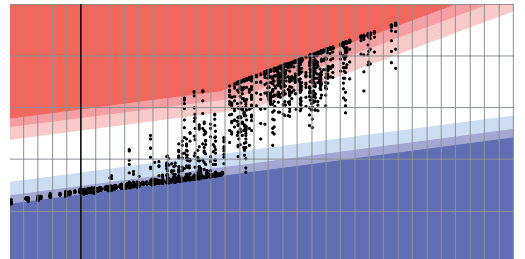
ATG-plaatje bij regeling op de 90 %-ATG-lijn.

- FIGUUR 4B -



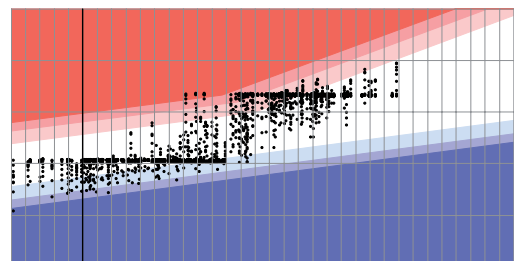
ATG-plaatje bij regeling op de 80 %-ATG-lijn.

- FIGUUR 4C -



ATG-plaatje bij regeling op de 65 %-ATG-lijn.

- FIGUUR 4D -



ATG-plaatje voor een ‘conventioneel’ geregelde installatie, beperkt vermogen.

- FIGUUR 5 -

Eijndems, H.H.E.W., Van der Linden, A.C., Mimpen, J.M.J.M., “Adaptief thermische comfort in de praktijk – Veldonderzoek naar de ATG-richtlijn, deel 1: theorie en praktijk vergeleken”, TVVL Magazine 1-2008.