

Weergegevens voor gebouwprestatie simulatie – samenvatting

doc.dr.ir. Jan Hensen
Center for Building & Systems TNO – TU/e

Na even in te gaan op het gecompliceerde thermodynamische gedrag van een gebouw, richt dit artikel zich op de weergegevens¹ (soms klimaatbestanden genoemd) die nodig zijn bij gebouwprestatie simulaties. Het artikel beoogt geen volledigheid maar wil informatie c.q. referenties geven en wijzen op een aantal aandachtspunten met betrekking tot weergegevens.

Zo is het ondertussen mogelijk geworden om complexe interacties van gebouw en installaties te simuleren die veel verder gaan dan de relatief eenvoudige voorspellingen met betrekking tot warmte- en koudebehoefte. Dit stelt **aanvullende eisen aan de benodigde weergegevens** in termen van variabelen en frequentie. Voor het simuleren van daglichtregeling, bijvoorbeeld, is het nodig is om de luminantieverdeling van de hemelkoepel te kennen. Verschillende regelingen kunnen ook alleen realistisch gesimuleerd worden door gebruik te maken van tijdstappen kleiner dan één uur, natuurlijk met de bijbehorende weergegevens.

Veel van de processen in een gebouw zijn niet-lineair gerelateerd aan de weervariabelen. De opbrengst van een windturbine varieert bijvoorbeeld met de derde macht van de windsnelheid. De relatie tussen de opbrengst van fotovoltaïsche cellen en opvallende zonnestraling is ook niet-lineair. De belangrijkste drijfkracht van natuurlijke ventilatie, de winddruk, varieert met het kwadraat van de windsnelheid. Er bestaan veel meer van dergelijke voorbeelden. Om de prestaties van deze niet-lineaire systemen nauwkeurig te voorspellen zijn weergegevens met kleine tijdsintervallen nodig, waarbij het tijdsinterval aanzienlijk kleiner moet zijn dan de tijdconstante van het beschouwde systeem. In het geval van windturbines en fotovoltaïsche cellen is dit in de orde van een paar minuten of minder.

De normaal beschikbare weergegevens omvatten luchttemperatuur, zonnestraling, relatieve vochtigheid, windsnelheid en windrichting. Voor meer geavanceerde toepassingen kunnen echter aanvullende weergegevens nodig zijn. De eerder genoemde luminantieverdeling van de hemelkoepel is hier een voorbeeld van. Andere weervariabelen die van belang kunnen zijn voor gebouwprestaties zijn de stralingsluchttemperatuur (tot nu toe wordt deze nogal ruw geschat uit de zonnestraling en de relatieve vochtigheid), sneeuw (wordt niet meegerekend, maar kan belangrijk zijn voor daglicht bijdrage), CO₂, CO, NO₂, SO₂, ozon en andere bestanddelen die de kwaliteit van de lucht beïnvloeden.

In het artikel worden, zonder volledigheid te willen zijn, verschillende voorbeelden gegeven met betrekking tot **informatiebronnen en beschikbaarheid van weergegevens** voor verschillende locaties in de wereld. In Nederland worden verschillende weergegevens bestanden gebruikt: (niet vaak) het Verkort Referentiejaar (VRJ) voor buitencondities volgens NEN 5060 (NNI 1986), (zelden) het door de EU ontwikkelde Short Reference Year (SRY), (soms) het zogenaamde Test Reference Year (TRY), (meestal) de weergegevens voor De Bilt gedurende 1964-1965, en (recentelijk soms als alternatief warm referentiejaar) de weergegevens voor De Bilt gedurende 1994. Zoals aangegeven door Zeiler et al. (2001) in de context van het belang van nauwkeurige weergegevens, heeft ISSO (1999) onlangs het initiatief genomen voor de oprichting van een werkgroep die een of meerdere bestand(en) moet genereren met weergegevens die over een langdurige periode zijn gemeten ten behoeve van gebouwprestatie simulaties. De bedoeling is dat dit bestand in de toekomst regelmatig bijgewerkt zal worden. Wellicht zou IBPSA-NVL hier ook een rol bij kunnen spelen.

Voor veel locaties buiten de Verenigde Staten, West Europa, Japan, enz. zijn geen weergegevens direct voorhanden voor gebouwsimulaties. Lange termijn (maandelijks) gemiddelden en andere statistieken van de belangrijkste weervariabelen (droge-bol temperatuur, relatieve vochtigheid en globale straling) zijn vaak wel beschikbaar. Dergelijke meteorologische gegevens kunnen vervolgens worden gebruikt voor het **synthetisch produceren van uurlijkse weergegevens**. In het artikel worden een aantal hiervoor bruikbare methoden aangegeven.

¹ Volgens Van Dale: klimaat = gemiddelde of samengevatte natuurlijke gesteldheid van de lucht en het weer in een landstreek; weer = de ter plaatse heersende gesteldheid van de atmosfeer m.b.t. temperatuur, luchtdruk, bewolking, wind en vochtigheidsgraad. Dit artikel gaat met name over computerbestanden met gegevens over het weer.

Door de jaren heen is de behoefte aan nauwkeurige **referentiejaren** voor simulaties groter geworden. Er zijn diverse benaderingen en methoden ontwikkeld. Dit varieerde van het eenvoudigweg selecteren – en afspreken om het als referentie te gebruiken – van een tijdreeks van meetwaarden (bijvoorbeeld de meetwaarden voor De Bilt gedurende 1964-1965), het creëren van een kustmatig referentiejaar bestaande uit “lange-termijn gemiddelde maanden” (bijvoorbeeld door Van der Bruggen 1978), tot het produceren van synthetisch vervaardigde verkorte referentiejaren (bijvoorbeeld door Van Paassen 1981), of andere synthetische referentiejaren.

Een van de grootste problemen bij het maken van referentiejaren anders dan bestaande uit werkelijke tijdreeksen van meetwaarden, is dat het weer uit verschillende variabelen bestaat (temperatuur, zonnestraling, wind, enz.) die niet per definitie gecorreleerd zijn. Er zijn bijvoorbeeld zowel (relatief) warme als (relatief) koude dagen met veel zon en zowel (relatief) warme als (relatief) koude dagen met weinig zon. Bij het maken van een referentiejaar wordt uren of dagen geselecteerd op basis van statistische weging. Deze geeft, bijvoorbeeld, meer gewicht aan de temperatuur dan aan de zonnestraling (of meer aan temperatuur en zonnestraling dan aan wind, of...). Voor bepaalde gebouwen (bijvoorbeeld gebouwen zonder of met kleine ramen en zonder natuurlijke ventilatie) is echter alleen de temperatuur van belang, zodat voor dergelijke gebouwen een referentiejaar ontwikkeld moet worden met een relatief zwaar gewicht aan de temperatuur. Voor andere gebouwen (type zonnecollector) zou de straling veel dominantier moeten zijn, en voor weer andere gebouwen (bijvoorbeeld gebouwen die sterk afhankelijk zijn van windgedreven natuurlijke ventilatie) zouden de windsnelheid en de windrichting de dominante variabelen moeten zijn. Een referentiejaar zal op de één of andere manier “een gemiddeld gebouw” veronderstellen; terwijl er in werkelijkheid veel gebouwen zijn die niet gemiddeld zijn en die in het ideale geval hun eigen referentiejaar zouden moeten hebben.

Verschillende recente studies tonen aan dat grote voorzichtigheid geboden is bij gebruik van statistisch ontwikkelde referentiejaren, en dat het voor de toekomst wellicht beter is om voorspellingen te baseren op weergegevens die drie jaren omvatten: kenmerkend (gemiddeld), koud/bewolkt en warm/zonnig. Op deze wijze omvatten de weergegevens meer dan de gemiddelde of kenmerkende perioden en zullen de simulatieresultaten (een deel van) de met het weer verbonden onzekerheid en variabiliteit identificeren.

Een aan het weer gerelateerd onderwerp waaraan tot nu toe nauwelijks onderzoek is verricht betreft het verschil tussen **het micro-klimaat rond een gebouw** en de weergegevens voor een meetlocatie op meer of mindere afstand. Er van uitgaande dat beschaduwing door objecten in de omgeving wel goed wordt meegenomen, zijn deze locale verschillen het grootst voor wat betreft luchttemperatuur, windsnelheid en windrichting; d.w.z. de belangrijkste drijvende krachten voor warmte- en massaoverdracht in gebouwen! In het artikel wordt hier verder op ingegaan, en er is ook een voorbeeld met betrekking tot windsnelheid numeriek uitgewerkt.

De **conclusies** uit het artikel en mogelijke richtingen voor **toekomstig onderzoek** kunnen als volgt worden samengevat.

In het kader van kwaliteitsbewaking bij gebouwprestatie simulaties, is het duidelijk dat er aandacht moet worden besteed aan de gebruikte weergegevens. Er bestaat een toenemende behoefte aan uitgebreidere weergegevens, zowel in termen van het aantal parameters als in termen van frequentie. Gezien de verschillen in toepassingen, zou een flexibel formaat van bestanden met weergegevens voor de hand liggen. Wellicht dat IBPSA of IBPSA-NVL hier een rol bij kan spelen.

Veel informatie over bestanden met weergegevens is her en der verspreid. Voor de alledaagse praktijk zou het handig zijn om dergelijke informatie te verzamelen en overzichtelijk ter beschikking te stellen; bijvoorbeeld op de IBPSA-NVL website.

Met betrekking tot synthetische referentiejaren versus gemeten tijdreeksen van weergegevens is het overduidelijk dat men voorzichtig moet zijn met de eerst genoemde. Het belangrijkste probleem is dat elk referentiejaar is ontworpen met een bepaald doel voor ogen; bijvoorbeeld voorspellen van jaarlijkse energiebehoefte van een “gemiddeld” gebouw. De validiteit van het referentiejaar wordt minder zodra men iets anders wil; bijvoorbeeld het bepalen van piekbelastingen. Omdat, zoals hierboven is aangegeven, het aantal van belang zijnde weervariabelen steeds groter wordt zal het steeds moeilijker worden om valide referentiejaren te produceren. Wellicht is het gebruik van werkelijk gemeten tijdreeksen (met de juiste gemiddelde en extreme perioden) de beste oplossing.

ISSO (1999) heeft onlangs het initiatief genomen voor de oprichting van een werkgroep die een of meerdere bestand(en) moet genereren met weergegevens die over een langdurige periode zijn gemeten ten behoeve van gebouwprestatie simulaties. De bedoeling is dat dit bestand in de toekomst regelmatig bijgewerkt zal worden. Wellicht zou IBPSA-NVL hier ook een rol bij kunnen spelen.

Een nauwelijks onderzocht probleem betreft het verschil tussen het micro-klimaat om een gebouw en de weergegevens die meestal elders gemeten zijn. Afgezien van mogelijke beschaduwning door andere objecten, zijn deze verschillen het grootst in termen van temperatuur, windsnelheid en windrichting; d.w.z. de belangrijkste drijvende kracht voor warmte- en massaoverdracht in gebouwen! Dit lijkt een interessant en uitdagend terrein voor verder onderzoek.

Literatuur

R.J.A. van der Bruggen 1978. "Energy consumption for heating and cooling in relation to building design," Doctoral dissertation Eindhoven University of Technology (FAGO).

ISSO 1999. Oproep werkgroep deelname: klimaatgegevens ten behoeve van de installatiesector. Stichting ISSO, Rotterdam.

NNI 1986. "NEN 5060 Verkort referentiejaar voor buitencondities", Nederlands Normalisatie-instituut, Delft.

A.H.C. van Paassen 1981. "Indoor climate, outdoor climate and energy consumption: a new approach to the calculation of the effect of the outdoor and indoor climate on the energy consumption in buildings based on methods of statistical analysis," Doctoral dissertation Delft University of Technology.

W. Zeiler, K.E.J. van Dongen en R.J. Mulder 2001. "Klimaatveranderingen kunnen meer overschrijdingsuren geven," in TVVL Magazine, vol. 30, nr. 7/8, pp. 52-54.