

Referentiejaar of beter een langere referentieperiode?

Op grond van belangrijke overwegingen stelt Van Paassen [14] voor om in plaats van één referentiejaar een opeenvolging van tien jaren te gebruiken waarin allerlei typen jaren voorkomen. Dit om de keuze van installatiecapaciteiten op statistische basis realistischer te maken.

In onderstaand artikel worden nog een aantal andere argumenten naar voren gebracht ter ondersteuning van een dergelijke meerjaren benadering, waarbij het meest geschikte aantal jaren nog even in het midden wordt gelaten.

Deze argumenten zijn al eerder [9] naar voren gebracht in een artikel over weergegevens (soms klimaatbestanden genoemd) voor bouwprestatie simulaties. In die publicaties is daarnaast ook ingegaan op vereisten en beschikbaarheid van weergegevens, op het produceren van weergegevens, op synthetische referentie jaren versus gemeten tijdreeksen en op microklimaat effecten.

- prof.dr.ir. Jan Hensen*

De behoefte aan nauwkeurige referentie jaren voor bouwprestatie simulaties is door de jaren duidelijk gebleken. Diverse benaderingen en methoden zijn ontwikkeld. Dit varieerde van het eenvoudigweg selecteren – en afspreken om het als referentie te gebruiken – van een tijdreeks van meetwaarden (bijvoorbeeld de meetwaarden voor Kew bij Londen gedurende 1969, of voor De Bilt gedurende 1964-1965, of 1994), het creëren van een kunstmatig referentiejaar bestaande uit “langtermijn gemiddelde maanden” [3], tot het produceren van synthetisch vervaardigde verkorte referentie jaren [13], of andere synthetische referentie jaren [2]. Voor een recent overzicht van de verschillende methodes voor het maken van referentie jaren, zie [1]. Er zijn enkele problemen met het

maken van referentie jaren, anders dan werkelijke tijdreeksen van meetwaarden. Een van de grootste problemen is dat het weer uit verschillende variabelen bestaat (temperatuur, zonnestraling, wind, enz.) die niet per definitie zijn gecorreleerd; er zijn bijvoorbeeld zowel (relatief) warme als (relatief) koude dagen met veel zon en (relatief) warme als (relatief) koude dagen met weinig zon. Bij het maken van een referentiejaar worden uren of dagen geselecteerd op basis van statische wegging. 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

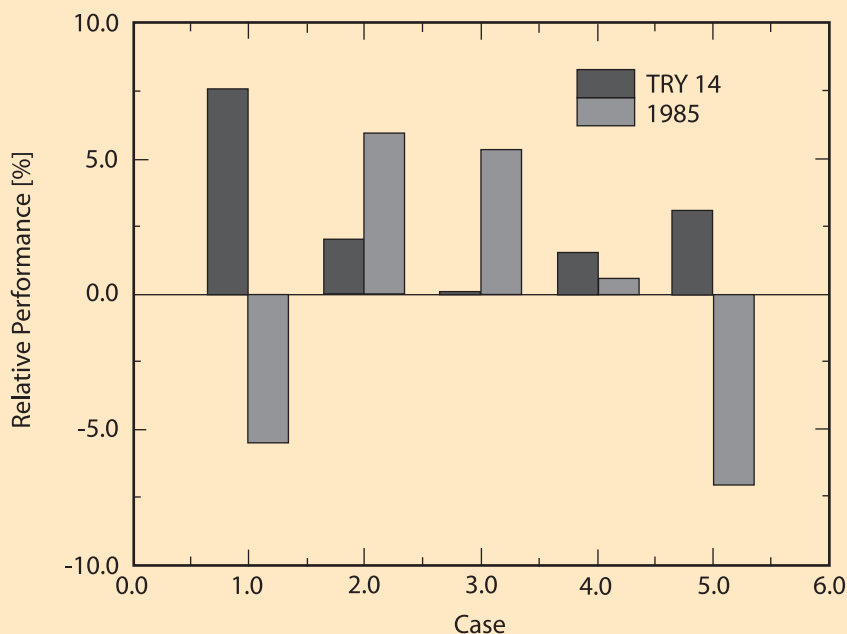


Prof. dr. ir. Jan Hensen

referentiejaar moet worden ontwikkeld 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.

Dit probleem wordt door [1] beschreven en gekwantificeerd. In dit artikel zijn de belangrijkste referentiejaar methodes [7, 8 en 11] – zowel in de oorspronkelijke versie als met enkele aanpassingen – gebruikt in combinatie met twintig jaar (1977 – 1996) meetwaarden voor Athene. In totaal zijn zeventien synthetische referentie jaren geproduceerd. TRNSYS is gebruikt om verschillende typische gebouw-

* Center for Buildings & Systems TNO – TU/e en Technische Universiteit Eindhoven



Voorspelde gebouwprestaties op basis van het best geteste synthetisch referentiejaar (TRY 14) en een willekeurig (1985) ten opzichte van de over twintig echte jaren gemiddelde voorspellingen (0 % waarde), voor: 1 – verwarmd gebouw; 2 – gekoeld gebouw; 3 – eenvoudig zonnecollectorsysteem; 4 – collectorsysteem met seizoensopslag; 5 – fotovoltaïsch systeem. (Aangepast uit [1])

- FIGUUR 1-

prestatie toepassingen te simuleren. De voorspelde jaarlijkse energiebehoefte met elke TRY is vergeleken met de voorspellingen gemiddeld over de gehele periode van twintig jaar. Zie figuur 4 [????] ter illustratie. De resultaten bevestigen de uitspraak hierboven dat het gevalafhankelijk is welke TRY het beste scoort; bijvoorbeeld TRY14 is over alle gevallen gemiddeld het beste, TRY04 is het best voor het verwarmde gebouw,

TRY05 voor het koelseizoen, TRY16 voor het fotovoltaïsche systeem, enz. Het moge duidelijk zijn dat een verkeerde keuze voor een synthetisch referentiejaar tot verkeerde conclusies zou kunnen leiden over de voorspellingen van de gebouwprestatie en dus ook over het ontwerpen en dimensioneren van gebouw en installaties.

Overigens moet worden opgemerkt dat de studie van [1] de jaarlijkse energie-

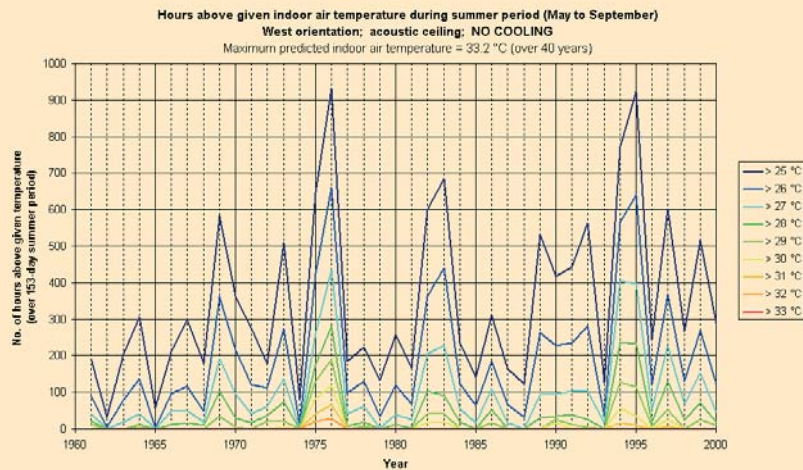
behoefte, d.w.z. een geïntegreerde waarde, vergelijkt. Het ligt voor de hand dat de verschillen veel groter zouden zijn indien zou worden gekeken naar piekbelastingen. Dit is aangetoond in een ander recent, en wederom zeer uitgebreid, onderzoek door [5]. Crawley vergelijkt resultaten van simulaties met verschillende referentie jaren (TRY, TMY, TMY2, WYEC, WYEC2) met resultaten op basis van uurlijkse weergegevens gedurende dertig jaar (SAMSON, 1961-1990). Voor dit onderzoek is een prototype kantoorgebouw gesimuleerd met DOE-2.1E voor acht locaties in de Verenigde Staten. Crawley beschrijft de invloed van de verschillende synthetische weergegevens op de voorspelde jaarlijkse energiebehoefte, de jaarlijkse energiekosten en de piekwaarden voor elektriciteitsvraag, warmte last en koellast. Ook worden statistieken voor temperatuur, zonnestraling en graaddagen voor verwarming en koeling gepresenteerd. Tabel 1 toont, bijvoorbeeld, enkele resultaten voor Washington, DC. Uit de tabel blijkt dat, zoals boven is aangegeven, de belangrijkste verschillen niet tot uitdrukking komen in de jaarlijkse energiebehoefte maar in de piekbelasting.

De belangrijkste aanbevelingen van [5] zijn dat voorzichtigheid geboden is bij gebruik van een enkel TRY-achtig referentiejaar, en dat het voor de toekomst wellicht beter is om voorspellingen te baseren op weergegevens die

Weergegevens	Jaarlijkse energiebehoefte		Piekbelasting		
	Gebruik in MJ/m ² c.q. relatief t.o.v. 30 jaar gemiddelde	Kosten in USD/m ² c.q. relatief t.o.v. 30 jaar gemiddelde	Elektriciteit in W/m ² c.q. relatief t.o.v. 30 jaar gemiddelde	Koellast in W/m ² c.q. relatief t.o.v. ontwerpwaarde	Warmtelast in W/m ² c.q. relatief t.o.v. ontwerpwaarde
SAMSON - gemiddelde over 1961 - 1990	725	13,24	48,4	9,8 %	-7,0 %
Ontwerpwaarde	—	—	—	70.4	104
TRY	-2,3 %	-1,3 %	-1,4 %	0,6 %	-9,4 %
TMY	0,2 %	-0,3 %	-0,7 %	2,2 %	-5,1 %
TMY2	1,4 %	0,7 %	1,5 %	19,6 %	-7,3 %
WYEC	-0,9 %	0,1 %	0,9 %	23,6 %	-12,0 %
WYEC2 (TMY)	0,3 %	-0,2 %	-0,5 %	4,4 %	-5,0 %
WYEC2 (WYEC)	-0,9 %	-0,1 %	0,7 %	23,8 %	-12,2 %

Vergelijking van de voorspelde jaarlijkse energiebehoefte, energiekosten, en piekbelasting op basis van verschillende synthetische referentie jaren en werkelijke meetwaarden over dertig jaar voor Washington, DC. (Aangepast uit [5])

- TABEL 1-



Berekende overschrijdingsuren van de binnentemperatuur voor een bouwfysisch goed ontworpen verpleeghuiskamer zonder koeling, [4].

- FIGUUR 2 -

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.

Als we in plaats van naar energie of capaciteiten, naar temperatuuroverschrijdingen gaan kijken, dan wordt het nog “interessanter”, Figuur 3 (uit CVZ 2002) [??] toont ter illustratie berekende temperatuuroverschrijdingen voor een bouwfysisch goed ontworpen verpleeghuiskamer. Voor dit artikel is interessant dat er in 1995 meer overschrijding is van 25 °C of 26 °C dan in 1994, maar voor hogere binnentemperaturen is het in 1995 lager dan in 1994. Ook toont deze figuur weer duidelijk de verschillen tussen de verschillende jaren, en dat 1964 zeker niet een van de warmste jaren is.

Om ambiguïteit door de toepassing van referentiejaren en ontwerp buitenklimaatgegevens verder te voorkomen, stellen [10] een meerjaren benadering voor. De voordelen hiervan worden be-wezen met een, op zeventien jaar weergegevens gebaseerde, simulatiestudie voor een kantoorgebouw in Hong Kong. Een voor de hand liggende nadeel van de meerjaren benadering is natuurlijk dat meer gegevens beschikbaar moeten zijn en dat de berekeningen langer duren.

Omdat het aantal onafhankelijke, van belang zijnde, variabelen steeds groter

wordt (d.w.z. behalve luchttemperatuur, zonnestraling, relatieve vochtigheid, windsnelheid en windrichting, willen we nu ook informatie hebben over hemeltemperatuur, luminantieverdeling, en wellicht in de toekomst over CO₂, CO, NO₂, SO₂, O₃ en andere componenten die van invloed zijn op de luchtkwaliteit) zal het steeds moeilijker worden om voldoende nauwkeurige synthetische referentiejaren te produceren.


CONCLUSIES

In het kader van kwaliteitsbewaking bij gebouwprestatiesimulaties, is het overduidelijk dat er aandacht moet worden besteed aan de gebruikte weergegevens. Zoals eerder aangegeven [9] bestaat er 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. Verder is veel informatie over bestanden met weergegevens 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 website van IBPSA-NVL.

Over 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 ook het aantal van belang zijnde weervariabelen steeds groter wordt zal het steeds moeilijker worden om valide referentiejaren te produceren.

Als eindconclusie kan worden gesteld dat het gebruik van een werkelijk gemeten tijdreeks over een veel langere periode (en met de juiste gemiddelde en extreme perioden) waarschijnlijk de beste oplossing is. 

AFKORTINGEN

IBPSA	International Building Performance Simulation Association
SAMSON	Solar and Meteorological Surface Observational Network (USA)
TMY	Typical Meteorological Year
TRY	Test Reference Year
WYEC	Weather Year for Energy Calculations (USA)

LITERATUUR

1. A. Argiriou, S. Lykoudis, S. Kontoyiannidis, C.A. Balaras, D. Asimakopoulos, M. Petrakis, en P. Kassomenos 1999, “Comparison of methodologies for TMY generation using 20 years data for Athens, Greece,” *Solar Energy*, vol. 66, no. 1, pp. 33-45.
2. S.E. Belcher, J.N. Hacker en D.S. Powell 2005, “Constructing design weather data for future climates,” *Building Services Engineering Research and Technology*, vol. 26 no. 1 pp. 49-61.
3. 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).
4. CBZ 2002, “Signaleringsrapport inzake thermische behaaglijkheid in verpleeghuizen,” College Bouw Ziekenhuisvoorzieningen, Utrecht.
5. D.B. Crawley 1998, “Which

- weather data should you use for energy simulations of commercial buildings,*" in ASHRAE Transactions, vol. 104, Pt 2, American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, GA.
6. D.B. Crawley, J.W. Hand, en L.K. Lawrie 1999, "Improving the weather information available to simulation programs," in Proc, 6th International IBPSA Conference Building Simulation '99 in Kyoto, vol. II, pp. 529-536, International Building Performance Simulation Association.
 7. R. Festo en C.F. Ratto 1993, "Proposal of a numerical procedure to select Reference Years," Solar Energy, vol. 50(1), pp. 9-17,
 8. I.J. Hall, R.R. Prairie, H.E. Anderson, en E.C. Boes 1978, "Generation of Typical Meteorological Years for 26 SOLMET stations," Sandia Laboratories Report SAND 78-1601, Sandia Laboratories, Albuquerque, NM.
 9. J. Hensen 2001, "Weergegevens voor gebouwprestatiesimulatie," in Proc, 3de IBPSA NVL conferentie, Petten, 13 december, International Building Performance Simulation Association - IBPSA Nederland + Vlaanderen, Samenvatting hiervan is gepubliceerd in TVVL Magazine, 2002, vol. 31, nr. 9, pp. 20-21.
 10. S.C.M. Hui en K.P. Cheung 1997, "Multi-year (MY) building simulation: is it useful and practical?," in Proc, 5th International IBPSA Conference Building Simulation '97 in Prague, Czech Republic, vol. II, pp. 285-292.
 11. H. Lund en S. Eidorff 1980, "Selection methods for production of Test Reference Years," Appendix D, Contract 284-77 ES DK, Final Report, EUR 7306 EN, Technical University of Denmark, Thermal Insulation Laboratory, Copenhagen.
 12. NNI 1986, "NEN 5060 Verkort referentiejaar voor buitencondities", Nederlands Normalisatie-instituut, Delft.
 13. 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.
 14. A.H.C. van Paassen, 2005, "Nieuw referentiejaar door klimaatverandering?," in TVVL Magazine, vol. 34, nr. 3, pag. 4 – 10.

NOTEN

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 in het bijzonder over computerbestanden met gegevens over het weer.