

Errata NEN 5060

Hygrothermische eigenschappen van gebouwen — Referentieklimaatgegevens

Marc van der Sluys
Lectoraat Duurzame Energie
Hogeschool van Arnhem en Nijmegen

27 augustus 2016 (v2)

In Bijlage E, *Procedure voor de omrekening van gegeven zonnestralingsgegevens naar verticale en hellende vlakken* van de Nederlandse norm NEN 5060: *Hygrothermische eigenschappen van gebouwen — Referentieklimaatgegevens* (Nederlands Normalisatie-instituut, 2008), is een aantal onvolkomenheden gesloten. Het gaat veelal om kleine typfouten met grote gevolgen. In deze errata wordt dit gecorrigeerd.

1 Positie van de Zon

In de methode voor het berekenen van de positie van de Zon staat de Zon in De Bilt op 1 januari 's nachts om 1 uur MET op circa 14° boven de horizon, wat niet kan kloppen. Gemiddeld over een jaar wijkt de positie van de Zon (in azimut en hoogte) circa 50° af van een nauwkeurig berekende waarde (van der Sluys et al., 2015).

De volgende drie aanpassingen verbeteren de methode aanzienlijk.

1. In E.1.5, in de vergelijking voor H_s ,

$$\dots \sin(\delta) \times \sin(BR) - \cos(\delta) \times \cos(BR) \dots$$

vervang $-$ door $+$, dus

$$\dots \sin(\delta) \times \sin(BR) + \cos(\delta) \times \cos(BR) \dots$$

Hiermee gaat de nauwkeurigheid van $\sim 50^\circ$ naar $\sim 9,7^\circ$; nog steeds vrij ruw.

2. In E.1.3, in de vergelijking voor T_{ver} , vervang

$$\dots + LNG/15 + \dots$$

door

$$\dots - LNG/15 + \dots$$

Daarmee gaat de nauwkeurigheid van $\sim 9,7^\circ$ naar $\sim 1,4^\circ$.

3. In E.1.2 gaat de gemiddelde afwijking van de tijdvereffening omlaag van 5,7 minuten naar 0,21 minuten wanneer wordt aangenomen dat de argumenten in de drie cosinus-termen in *radialen* zijn, in plaats van in graden. Deze correctie brengt de nauwkeurigheid van de positie van de Zon van $\sim 1,4^\circ$ naar $\sim 0,18^\circ$, voldoende voor het beoogde doel. Merk ook op dat het *teken* van t_{eq} hier tegengesteld is aan de gangbare definitie.
4. In E.1.1, vervang $-0,139$ door $-0,1398$ en $+3,7872$ door $+3,7372$ (b.v. Wenham, 2012). Dit geeft lichte verbeteringen in de nauwkeurigheid van de declinatie ($\sim 2\%$) en de positie ($\sim 1\%$).

2 Invalshoek van het zonlicht

In sectie E.2.2 wordt de term $\cos \theta$ gegeven, waarmee de inval van zonlicht op een schuin vlak kan worden berekend. De absolute waarde van $\cos \theta$ valt regelmatig buiten het bereik $[-1, 1]$, wat complexe oplossingen voor de hoek θ oplevert. Dit is te verhelpen door de vierde (voorlaatste) regel te vermenigvuldigen met de factor

$$\sin \beta.$$

De vergelijking voor $\cos \theta$ is echter onnodig ingewikkeld, aangezien het azimut en de hoogte van de Zon reeds berekend zijn, en kan worden vervangen door

$$\cos \theta = \cos \beta \sin H_s - \sin \beta \cos H_s \cos (\gamma + \alpha), \quad (1)$$

waar α het azimut is dat werd berekend in sectie E.1.6.

Hierbij moet worden opgemerkt dat het azimut is gedefinieerd als $0^\circ =$ noord; $90^\circ =$ oost (180° verschoven ten opzichte van de standaarddefinitie $0^\circ =$ zuid; $90^\circ =$ west), en de hoek γ , het ‘azimut’ waarnaar het schuine vlak wijst, als $0^\circ =$ zuid en $90^\circ =$ oost, dus tegen de gebruikelijke richting van het azimut in. Dit zorgt voor twee extra mintekens in vergelijking 1 ten opzichte van de standaarddefinitie voor beide hoeken ($0^\circ =$ zuid; $90^\circ =$ west):

$$\cos \theta = \cos \beta \sin H_s + \sin \beta \cos H_s \cos (\gamma - \alpha). \quad (2)$$

3 Berekening van diffuse straling

De berekening van de inval van diffuse straling op een willekeurig vlak in Bijlage E.2.4 volgt de studie van Perez et al. (1987). Bij het overnemen van de gegevens uit dat artikel is een aantal fouten gemaakt, die als volgt kunnen worden gecorrigeerd:

1. Perez et al. (1987) gebruikt radialen om hoeken uit te drukken. In de NEN 5060 is dat vertaald naar graden, maar slechts den dele; in de fits voor F'_1 en F'_2 is dit nagelaten. Hier moet de hoek ζ_s worden uitgedrukt in *radialen*. Als ζ_s is uitgedrukt in graden moeten de vergelijkingen als volgt worden aangepast:

$$\begin{aligned} F'_1 &= F'_{11}(\epsilon) + F'_{12}(\epsilon) \times \Delta + F'_{13}(\epsilon) \times \zeta_s \times \frac{\pi}{180}; \\ F'_2 &= F'_{21}(\epsilon) + F'_{22}(\epsilon) \times \Delta + F'_{23}(\epsilon) \times \zeta_s \times \frac{\pi}{180}. \end{aligned}$$

Dit brengt de diffuse straling terug van enkele duizenden Watt per vierkante meter (positief of negatief) naar realistische waarden.

2. Uit vergelijking met het originele artikel blijkt dat de vergelijking

$$\psi_H = 115 - \zeta$$

had moeten luiden

$$\psi_H = \frac{115^\circ - \zeta_s}{50^\circ}.$$

3. Vervang vervolgens in Tabel E.2 de volgende waarden:

- (a) in kolom F_{11} : 0,850 door 0,857;
- (b) in kolom F_{12} : 0,661 door $-0,661$;
- (c) in kolom F_{21} : 0,014 door 0,140.

Merk ook op dat in de uitdrukking voor ϵ , de variabele $G_{s;b,n}$ vermoedelijk dezelfde is als $G_{b,n}$.

Referenties

Nederlands Normalisatie-instituut. 2008, Nederlandse norm, 5060

Perez, R., Seals, R., Ineichen, P., Stewart, R., & Menicucci, D. 1987, *Solar Energy*, 39, 221

van der Sluys, M., van Kan, P., & Sonneveld, P. 2015, in *American Institute of Physics Conference Series*, Vol. 1679, American Institute of Physics Conference Series, 080003

Wenham, S. R. 2012, *Applied photovoltaics* (Routledge)