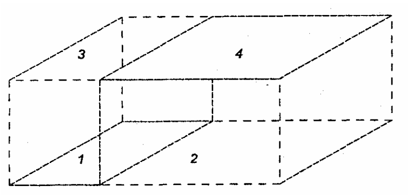
Het bepalen van zichtfactoren

Kennisbank Bouwfysica
Dictaat ct4220 Bouwfysica II, TU-Delft Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen, samengesteld door prof.ir. J.J.M. Cauberg

1 Grafische methode

Het bepalen van de zichtfactor voor twee willekeurige vlakken is geen eenvoudige zaak. In principe moet een viervoudige integraal opgelost worden. De oplossingen kunnen analytisch worden uitgeschreven. Dit leidt zelfs voor de meest eenvoudige gevallen al tot zeer omvangrijke formules.

Op basis van de exacte analytische oplossing is voor een groot aantal standaardgevallen grafieken opgesteld met behulp waarvan de zichtfactoren bepaald kunnen worden. Een tweetal van deze grafieken is als figuur 3 en 4 opgenomen in module W-13; “Warmteoverdracht door straling tussen bouwdelen”.



figuur 1. twee niet tegenover elkaar liggende parallelle vlakken

De zichtfactor tussen de vlakken 1 en 4 van figuur 1 die niet tegenover elkaar liggen, kan met behulp van de basisgrafiek voor parallelle vlakken van figuur 3 (zie module W-13; “Warmteoverdracht door straling tussen bouwdelen”) als volgt worden bepaald:
breng twee denkbeeldige vlakken aan waarin de twee beschouwde vlakken zijn opgenomen (1+2 en 3+4). Voor deze vlakken kan de zichtfactor $\phi_{1+2+3+4}$ bepaald worden. Het is duidelijk dat de aldus gevonden waarde moet worden gecorrigeerd: de warmteoverdracht tussen de vlakjes 1 en 3 en de vlakjes 2 en 4 moet ervan worden afgetrokken. Dat gaat als volgt:

$$A_1.\phi_{1\to 4} = (A_1 + A_2).\phi_{1+2\to 3+4} - A_1.\phi_{1\to 3} - A_2.\phi_{2\to 4} - A_2.\phi_{2\to 3} \qquad (1)$$

$\phi_{1+2\to 3+4}, \phi_{1\to 3}\ en\ \phi_{2\to 4}$ zijn eenvoudig uit de grafiek te bepalen. Dit geldt niet voor $\phi_{2\to 3}$.

Echter, uit symmetrie overwegingen geldt:

$$A_2.\phi_{2\to 3} = A_3.\phi_{3\to 2} = A_1.\phi_{1\to 4} \qquad (2)$$

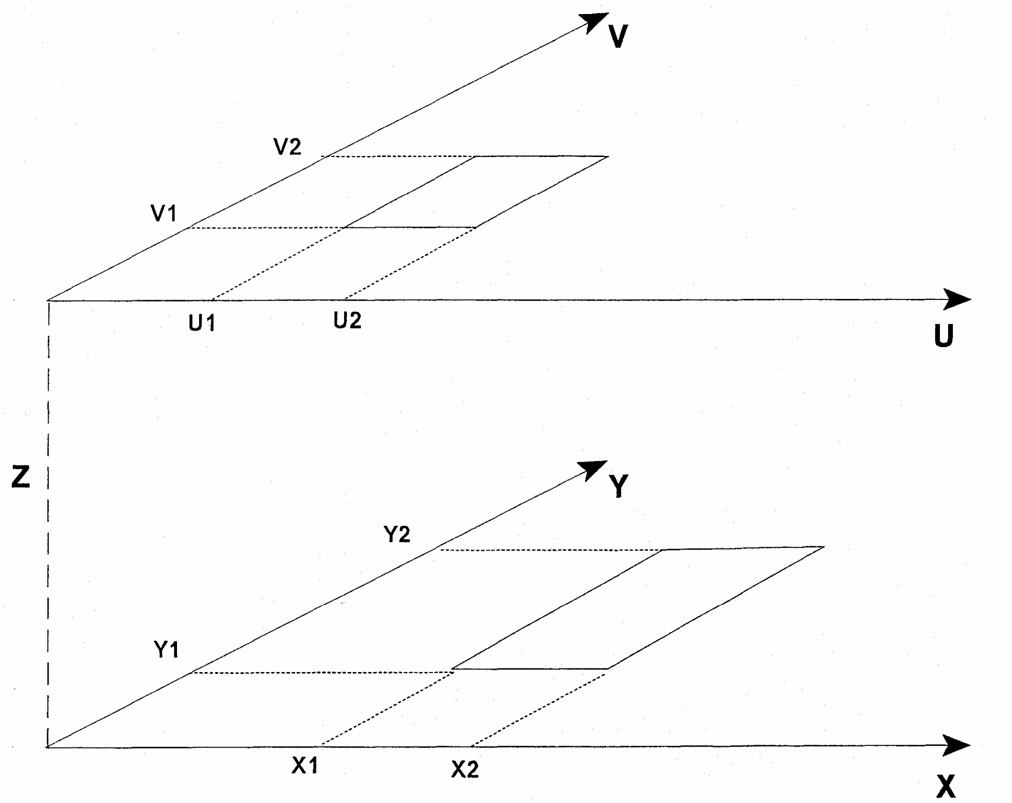
zodat:

$$\phi_{1\to 4} = \frac{1}{2.A_1}.[(A_1 + A_2).\phi_{1+2\to 3+4} - A_1.\phi_{1\to 3} - A_2\phi_{2\to 4}] \qquad (3)$$

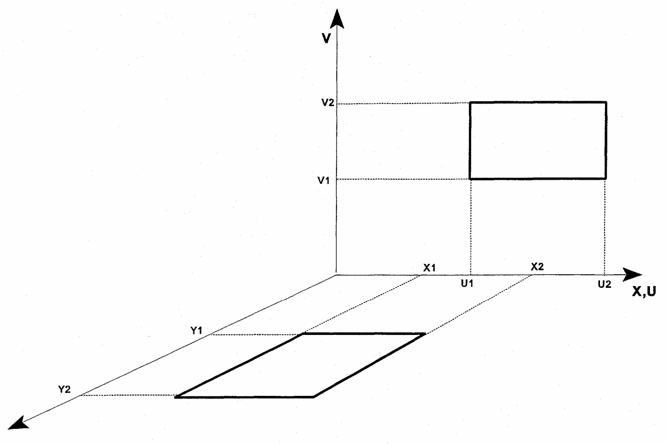
2 Analytische methode

2.1 Zichtfactoren tussen eindige vlakken

Het bepalen van de zichtfactoren via grafieken en “zichtfactoren algebra” is vrij veel werk. Ook is de nauwkeurigheid niet zo groot maar wel de kans op vergissingen. Hierna worden formules gegeven voor het bepalen van geometrische factoren tussen evenwijdige of loodrecht op elkaar staande rechthoekige vlakken van willekeurige vorm. In figuren 2 en 3 is aangegeven hoe de coördinaten die in de formule worden gebruikt, moeten worden bepaald.



figuur 2. aanduiding van coördinaten voor bepalen van zichtfactor tussen twee evenwijdige rechthoekige vlakken



figuur 3. aanduiding van de coördinaten voor het bepalen van de zichtfactor tussen twee loodrecht op elkaar staande rechthoekige vlakken

Voor onderling evenwijdige vlakken geldt (zie figuur 2):

$$F(x,y,u,v) = (u-x).\sqrt{z^2+(v-y)^2}.arctg(\frac{u-x}{\sqrt{z^2+(v-y)^2}}) \qquad (4)$$
$$+(v-y).\sqrt{z^2+(u-x)^2}.arctg(\frac{v-y}{\sqrt{z^2+(u-x)^2}})$$

$$-0,5.z^2.ln[\frac{z^2+(v-y)^2+(u-x)^2}{z^2+(v-y)^2}]$$

Voor onderling loodrechte vlakken geldt (zie figuur 3).

$$F(x,y,u,v) = 0,25.[(u-x)^2-(y^2+v^2)].ln[(u-x)^2-(y^2+v^2)]$$
$$+(u-x).\sqrt{y^2+v^2}.arctg(\frac{u-x}{\sqrt{y^2+v^2}}) \qquad (5)$$

Met deze voor de situatie van de vlakken verschillende formules F (x,y,u,v) kan de zichtfactor tussen de deelvlakken in het x,y- respectievelijk u,v-stelsel als volgt worden berekend:

$$\phi_{x,y\rightarrow u,v} = \frac{1}{2.\pi.(x_2-x_1).(y_2-y_1)}.[F(x_1,y_1,u_1,v_1) \qquad (6)$$
$$-F(x_2,y_1,u_1,v_1)-F(x_1,y_2,u_1,v_1)+F(x_2,y_2,u_1,v_1)$$
$$-F(x_1,y_1,u_1,v_2)+F(x_2,y_1,u_1,v_2)+F(x_1,y_2,u_1,v_2)$$
$$-F(x_2,y_2,u_1,v_2)-F(x_1,y_1,u_2,v_1)+F(x_2,y_1,u_2,v_1)$$
$$+F(x_1,y_2,u_2,v_1)-F(x_2,y_2,u_2,v_1)+F(x_1,y_1,u_2,v_2)$$
$$-F(x_2,y_1,u_2,v_2)-F(x_1,y_2,u_2,v_2)+F(x_2,y_2,u_2,v_2)]$$