



## Toelichting op berekenen van verdamping in MetaSWAP in LHM

Alterra, Frank van der Bolt, Paul van Walsum en Ab Veldhuizen, juni 2015

N.a.v. discussie over verdamping in NHI is in dit memo een overzicht gegeven van de toegepaste concepten van verdamping in het Landelijk Hydrologisch Model (LHM) / NHI.

In het NHI is de tweeledige gewasfactormethode van Wright (1982) en de FAO (Allen et al., 1998; Allen et al., 2005) uitgebreid met een interceptieterm tot een meervoudige gewasfactormethode (Van Walsum en Supit 2012, Van Walsum et al., 2012):

$$E_{t,p} = K_{cb} E_{ref}$$

$$E_{i,p} = K_i E_{ref}$$

$$E_{s,p} = K_e E_{ref}$$

$$E_{w,p} = K_w E_{ref}$$

waarin:

$E_{ref}$  ( $m d^{-1}$ ) de referentie verdamping is van een optimaal van water voorzien droog gewas dat de bodem volledig bedekt.

$E_{t,p}$  ( $m d^{-1}$ ) de potentiële transpiratie is, i.e. de transpiratie van een werkelijk, optimaal van water voorzien droog gewas op gedeeltelijk bedekte gronden.

$E_{i,p}$  ( $m d^{-1}$ ) de potentiële interceptieverdamping is.

$E_{s,p}$  ( $m d^{-1}$ ) de potentiële bodemverdamping van gedeeltelijk bedekte gronden is.

$E_{w,p}$  ( $m d^{-1}$ ) de potentiële open waterverdamping is.

$K_{cb}$  (-) de gewasfactor is van een droog bladoppervlak (Eng: *basal crop coefficient*).

$K_i$  (-) de gewasfactor is van een nat bladoppervlak ( $K_i > K_{cb}$ ).

$K_e$  (-) de verdampingsfactor is van een nat bodemoppervlak dat gedeeltelijk wordt beschaduwd door de vegetatie.

$K_w$  (-) de verdampingsfactor is van open water.

Om deze nieuwe methode te implementeren moeten de bijbehorende factoren opnieuw worden afgeleid.

Overeenkomstig de FAO-methode beschrijven de gewasfactoren voor transpiratie het effect van bodembedekking door het gewas: de gewasfactoren zijn nul aan de start van het groeiseizoen en nemen toe afhankelijk van het ontwikkelingsstadium van het gewas.

De actuele interceptieverdamping  $E_{ia}$  ( $m d^{-1}$ ) en de 'doorval' worden bepaald met de methode van (Rutter et al., 1971). De originele methode bevat een lineaire relatie tussen verzadigingsgraad van het bladoppervlak en de relatieve interceptieverdamping waardoor het oneindig lang duurt voordat het bladoppervlak droog wordt. Van Walsum en Supit (2012) gebruiken een rekenwijze waarbij een 'opstartwaarde' van de verdampingsreductiefactor en een discontinu verband worden gebruikt om dat te voorkomen.

Er wordt van uitgegaan dat gedurende de tijd dat de interceptieverdamping actief is de transpiratie wordt onderdrukt. De tijdsfractie  $t_{i,frac}$  (-) dat dit gebeurt wordt bepaald door de verhouding tussen de actuele en potentiële interceptieverdamping:

$$t_{i,frac} = E_{i,a} / E_{i,p}$$

Deze tijdsfractie wordt vervolgens gebruikt om de resulterende potentiële transpiratie te berekenen met

$$E_{t,p} = K_{cb} (1 - t_{i,frac}) E_{ref}$$

Wanneer water op het maaiveld blijft staan wordt de bodemverdamping vervangen door open water verdamping. De potentiële open water verdamping wordt op dezelfde wijze als de bodemverdamping berekend met een gewasfactor waarbij wordt gecorrigeerd voor de fractie straling die het water kan bereiken. De tijd dat water op maaiveld de bodemverdamping vervangt wordt gebruikt om de resulterende potentiële bodemverdamping te berekenen:

$$t_{w\_frac} = E_{w\_a} / E_{w\_p}$$

Deze tijdsfractie wordt vervolgens gebruikt om de potentiële transpiratie te berekenen met

$$E_{s\_p} = K_e (1 - t_{w\_frac}) E_{ref}$$

De actuele transpiratie wordt bepaald door gebruik van de reductiefunctie voor wateropname van Feddes et al. (1976). Onder optimale vochtcondities is de maximale opname van water door wortels gelijk aan de potentiële transpiratie. De opname van water neemt door watertekort onder een drempelwaarde van de stijghoogte lineair af tot verwelkingspunt, onder het verwelkingspunt vindt géén wateropname meer plaats. Zuurstoftekort reduceert de gewasopname van water lineair boven een andere drempelwaarde. De drempelwaarde voor droogtereductie hangt af van de watervraag van de atmosfeer en dus van  $E_{t\_p}$ .

De waarden van de vegetatie-specifieke parameters worden bepaald op basis van de Leaf Area Index (LAI) omdat de LAI ook gevoelig is voor de CO<sub>2</sub>-concentratie van de atmosfeer. De parameters die het verband leggen met de LAI zijn in het NHI afgeleid van 30-jarige runs (1971-2000) met het gekoppelde WOFOST-model voor een optimaal van water voorzien gewas waarbij is aangenomen dat  $K_i = 1.2 K_{cb}$  (Van Walsum en Supit, 2012). WOFOST en MetaSWAP communiceren daarbij iedere dag. Watertekort doet de huidmondjes van de bladeren geleidelijk sluiten om uitdrogen te voorkomen. Daardoor worden de assimilatie en dus ook de gewasgroei geremd. WOFOST gebruikt de door MetaSWAP berekende 'relatieve transpiratie' om dit proces te simuleren. WOFOST berekend de worteldiepte en de LAI als invoer voor MetaSWAP. De berekende LAI bepaalt:

- de fractie van de straling die het bodemoppervlak bereikt;
- de factor voor transpiratie;
- de interceptie (als fractie van de neerslaghoeveelheid) en de doorval;
- de interceptiecapaciteit (berging);

Deze factoren zijn gekoppeld aan de decadetabel van gewasfactoren behorende bij de door KNMI berekende Makkink referentieverdamping (Feddes 1987). De werkwijze en resultaten staan in Appendix B van Van Walsum et al. (2012). Omdat voor grasland het maaibeheer wordt gesimuleerd ontstaat een zaagtand in de gewasfactor, dit maakt vergelijken met momentane meetwaarden niet zinvol. Vergelijken kan alleen op basis van totalen voor periode van 30 d of meer.

## **LITERATUUR**

[ALLEN, R.G., PEREIRA, L.S., RAES, D., SMITH, M., 1998. CROP EVAPOTRANSPIRATION - GUIDELINES FOR COMPUTING CROP WATER REQUIREMENTS FAO IRRIGATION AND DRAINAGE PAPER, 56. FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, ROME.](#)

[ALLEN, R.G., PEREIRA, L.S., SMITH, M., RAES, D., WRIGHT, J.L., 2005. FAO-56 DUAL CROP COEFFICIENT METHOD FOR ESTIMATING EVAPORATION FROM SOIL AND APPLICATION EXTENSIONS. JOURNAL OF IRRIGATION AND DRAINAGE ENGINEERING, 1\(2\): 2-13.](#)

[FEDDES, R.A., KOWALIK, P., KOLINSKA-MALINKA, K., ZARADNY, H., 1976. SIMULATION OF FIELD WATER UPTAKE BY PLANTS USING A SOIL WATER DEPENDENT ROOT EXTRACTION FUNCTION. J HYDROL, 31: 13-26.](#)

[RUTTER, A.J., KERSHAW, K.A., ROBINS, P.C., MORTON, A.J., 1971. A PREDICTIVE MODEL OF RAINFALL INTERCEPTION IN FORESTS, 1. DERIVATION OF THE MODEL FROM OBSERVATIONS IN A PLANTATION OF CORSICAN PINE. AGRICULTURAL METEOROLOGY, 9\(0\): 367-384.](#)

[VAN WALSUM, P.E.V., SUPIT, I., 2012. INFLUENCE OF ECOHYDROLOGIC FEEDBACKS FROM SIMULATED CROP GROWTH ON INTEGRATED REGIONAL HYDROLOGIC SIMULATIONS UNDER CLIMATE SCENARIOS. HYDROLOGY AND EARTH SYSTEM SCIENCES, 16\(6\): 1577-1593.](#)

[VAN WALSUM, P.E.V., VELDHIJZEN, A.A., GROENENDIJK, P., 2012. SIMGRO 7.2.11; THEORY AND MODEL IMPLEMENTATION, ALTEIRA REPORT 913.1, WAGENINGEN UR, WAGENINGEN.](#)