

De betekenis van resultaten van een lysimeter voor de waterbalans van een gebied.

BIBLIOTHEEK DE HAFF

Droevendaalsesteeg 3a

Postbus 241

6700 AE Wageningen

W.C. Visser

De beperkingen van de lysimeter

Als het meest verfijnde hulpmiddel om een waterbalans vast te stellen, wordt tot dusverre in het algemeen de lysimeter beschouwd. Daar de lysimeter uit een bak met grond bestaat, is de meest nauwkeurige uitvoering de weegbare lysimeter. Is het volume van het grondblok voor weging te groot of heeft men een uniform gebied van grotere omvang in het veld door één of andere hydrologische kunstgreep van het omringende gebied afgezonderd, dan kan het bepalen van het vochtgehalte door bemonstering of met één of andere elektronische meting de gewenste gegevens omtrent de vochtinhoud van het beschouwde profiel leveren. De lysimeterwaarnemingen berusten welbeschouwd op het meten van volumina of gewichten.

Het uit gegevens omtrent regenval, afvoer en vochtinhoud van het profiel beschrijven van de waterhuishouding van het grondblok in de lysimeter is door waarnemingsfouten en de veelal vrij lange tussenpozen tussen de waarnemingen nog niet zo eenvoudig. Maar zou men er in slagen deze beschrijving tot een bevredigende nauwkeurigheid op te voeren, dan nog zal het niet eenvoudig zijn vast te stellen of deze resultaten voor een bepaald gebied, waarvoor de grond in de lysimeter representatief is, gelden. De toestand in een groter gebied kan men niet zo maar identiek achten aan de steeds enigszins kunstmatige omstandigheden in de lysimeter. Het zwakke punt bij de lysimeter steekt in de moeilijke overdraagbaarheid van de gegevens. Men ziet dan ook, dat bij de studie van de waterbalans van een gebied maar zelden van de resultaten van een lysimeter gebruik wordt gemaakt.

De lysimeter is een op bijzondere omstandigheden toegespitst hulpmiddel. Dat men bij de lysimeter de afvoer afzonderlijk kan bepalen, wijst er op, dat de optimale bruikbaarheid van deze meetmethode daar zal optreden, waar men te velde de ondergrondse afvoer eveneens gemakkelijk kan bepalen. Zouden de afvoeren namelijk naar tijd of plaats gerekend onoverzichtelijk samenhangen, dan zou daaruit de beperking in de toepasbaarheid van de lysimeter reeds blijken. Waar in hellende terreinen met onoverzichtelijke grondwaterstromingen

1787038

de afvoer niet valt te bepalen, is het lysimeterresultaat moeilijk overdraagbaar en vormt het een zwak uitgangspunt voor een toetsing. Waar de afvoer goed meetbaar is, zoals in polderland, is de waarde van de lysimeter groter.

De meetmethode voor het vrije veld

De waterbalansmetingen in een groot gebied zijn niet, als bij een klein veldje, als volume- en gewichtsbepalingen uit te voeren. Voor dergelijke grote objecten pleegt men in andere gebieden van onderzoek een techniek te volgen, waarbij een onderscheid gemaakt wordt in eigenschappen van het te meten object, die blijvend zijn en toestanden, die variëren. Deze variabele toestanden worden door spanningen, drukhoogten of drukvervallen vastgelegd, terwijl de blijvende eigenschappen als doorstromingsoppervlakten, doorlatendheden en stromingsweerstand door eenmaal of hoogstens enkele malen meten eens voor al worden vastgesteld.

Bij de volledige waterbalans worden al deze metingen met elkaar verbonden door de continuïteitsvergelijking, die voor elke waterstroming geldt. Deze wet zegt, dat het verschil in hoeveelheid water, die door de grensvlakken van een kubus stroomt, die men in de stroombaan afgezonderd denkt, gelijk is aan de hoeveelheid, die ^{Bij het doorstromen van deze kubus} ~~wordt~~ wordt geborgen of afgestaan. Nu is de berging in de verschillende delen van het door het water afgelegde traject aan bepaalde wetten gebonden. Deze berging hangt van de eigenschappen van grond en gewas alsmede van de sterkte van de vochtstroom af. Men kan daarom de vochtstroom op elk gewenst punt onderweg telkens verklaren uit de potentialen en eigenschappen, die de stroming langs de gehele afgelegde weg bepalen.

De combinatie van hoeveelheidsmeting en stromingsmeting

Het is van belang het meten van de waterbalans door stromingsmetingen ook voor de lysimeter principieel op de voorgrond te plaatsen - al is dit de methode voor grote gebieden - omdat deze meetmethode op de kleine oppervlakte van de lysimeter eveneens uitvoerbaar is. De volume- of gewichtsmeting is op de grote oppervlakten met redelijke dichtheid en frequentie niet goed toe te passen en is daardoor niet geschikt om de band tussen lysimeter en gebied te leggen.

Uit deze redenering volgt hoe men van een lysimeter een juist gebruik kan maken. De gebruikelijke meet- en weegtechniek levert de grote nauwkeurigheid, die de lysimeter tot een waardevol toetsingsmiddel maakt. De stromingen laten

zich in het algemeen minder nauwkeurig vaststellen. Worden ze echter gemeten bij lysimeter en gebied beide, dan maken zij het mogelijk lysimeterresultaten over te dragen op het veld. De spanningsmetingen in het gebied kunnen op een ruim aantal plaatsen worden uitgevoerd en maken de studie van de lokale sub-balansen onder invloed van de plaatselijke omstandigheden mogelijk. Hieruit volgt, dat elke lysimeter pas volledig bruikbaar voor een praktische doelstelling mag worden geacht, wanneer naast wegingen en volumemetingen ook de spanningsmetingen in voldoende omvang verricht worden.

Het overdragen van het resultaat van de lysimeter op de waterbalans van een gebied berust op de mogelijkheid beide balansen als een functie van de zelfde stromingsparameters te beschrijven. De lysimeter heeft nu twee toetsingsfuncties. De waarnemingen van de lysimeter moeten passen in de voor het gebied opgestelde functie. Daarnaast moet de lysimeter aantonen, dat de waterbalans, berekend uit de stromingsfunctie, overeenkomt met die, welke volgt uit weging en volumemeting. De toetsing door middel van de lysimeter heeft het zelfde doel als elke andere toetsing. Nodig is een beoordeling van de functie en een beoordeling van de constanten. Nodig is het kennen van de termen van de waterbalans naar hun absolute waarde onder constante omstandigheden en de invloed van variatie in de omstandigheden op de verandering in de afzonderlijke termen van deze balans.

Herhaaldelijk heeft men de waarde van de lysimeter trachten te verhogen door nevenbepalingen te doen, die typisch lysimetermethoden waren en voor gebruik te velde minder geschikt waren. Wij denken bijvoorbeeld aan het nemen van vochtmonsters, aan de Popoff-lysimeter enz. Deze waarnemingen zijn aan het object te velde niet of onvoldoende uit te voeren of zeggen weinig omtrent het object in zijn ongestoorde toestand. Hier zoekt men de verbetering bij de lysimeter zelf en niet bij de overdraagbaarheid. Met deze nevenbepalingen zal men dan ook niet veel verder komen.

Welke spanningen kunnen worden gemeten

De eigenschappen en spanningen, die in lysimeter en gebied bepaald zouden moeten worden, hangen voor een deel af van de term uit de waterbalans, die bij het onderzoek de grootste belangstelling geniet. Bij afvoerstudies zijn dat de doorlatendheid en het verval in het grondwater. Waar verdampingsstudies

worden uitgevoerd, denkt men eerder aan metingen van de straling en de relatieve vochtigheid van de lucht en de windsnelheid. Elk deel van het door het vocht doorstroomde traject heeft echter zijn eigen voor de hand liggende metingen van de eigenschappen, die de spanning en de stroming bepalen. Aan sommige aspecten moet echter nog veel worden gedaan om een methode te verkrijgen, die bij toepassing de grond en het gewas op de lysimeter niet verstoort, die te velde op vele plaatsen snel uitvoerbaar is en die een juist inzicht kan geven in de stroming.

Men kan het doorstromingstraject verdelen in een gedeelte, waar het water als grondwater stroomt, waar het stroomt als bodemvocht in de capillaire zone, waar het stroomt door het gewas en waar het zich beweegt door de lucht.

De stroming in het grondwater

De stroming van het grondwater wordt beheerst door het drukverval, de dikte van de doorstroomde laag en de doorlatendheid. Het is voldoende, wanneer men deze grootheden in slechts enkele dwars op de stroomrichting staande dwarsprofielen meet. De profielen dienen het gehele stroomveld te doorsnijden. Grondwaterdiepten kan men desgewenst op nog een aantal controleplekken extra meten. Waar de doorlatendheid van de ondergrond grillig is en de dikte van doorstroomde laag varieert, kan deze bepalingwijze van de ondergrondse afvoer wel moeilijk worden. Bovengrondse afvoer moet afzonderlijke worden gemeten.

Bij de lysimeter zijn geen afzonderlijke maatregelen nodig, omdat hier de afvoer geheel opgevangen wordt en de watertoevoer in droge perioden ook bekend zullen zijn. Stromingsmetingen zijn dus overbodig.

De capillaire stroming

De stroming door de capillaire zone wordt beheerst door het spanningsverval en de capillaire doorlatendheid. Dit spanningsverval kan worden bepaald door de grondwaterdiepte en een spanning in een daarboven gelegen vlak te bepalen. Hiertoe zijn tensimeters of gips- en andere blokken beschikbaar. Soms zal men het spanningsprofiel uit de pF-curve en het vochtgehalte of uit de pF-curve en het bergend vermogen tesamen met de grondwaterdiepte kunnen afleiden. In deze gevallen hebben de spanningsmetingen in de capillaire zone duidelijk de functie van een middel tot verhoging van de nauwkeurigheid.

De vochtstroom in de plant

Het zou van belang kunnen zijn, indien men aan de plant enkele spanningsindicaties zou kunnen ontleenen of stromingstoestanden zou kunnen meten, die omtrent dit traject van de vochtstroom een indicatie zou kunnen geven. In de literatuur worden methoden genoemd om de vochtstroom in de stengel van planten vast te stellen. Ook voor het bepalen van de wijdte van de opening van de huidmondjes is een techniek ontworpen. Er bestaat omtrent deze methoden nog onvoldoende zekerheid ten aanzien van hun bruikbaarheid voor het bepalen van de stroomsterkte en richting, maar dergelijke metingen hebben iets aantrekkelijks. De opstijgende vochtstroom kan in het traject in de grond beter beoordeeld worden dan in het traject door het gewas en door de lucht en elke versteviging van de kennis van dit deel van de stromingsweg zou van veel waarde zijn.

Het bepalen van de wijdte van de opening van de huidmondjes - welke wijdte reageert op de vochtspanning in het gewas en de belichting - lijkt de meeste mogelijkheden te bieden. Het voordeel van een bepaling van de stromingstoestand aan het oppervlak van het blad bij niet te hoog opgroeiende gewassen zal duidelijk zijn, gezien de belangrijke plaats, die de plant als regulator van de verdamping inneemt. De moeilijkheden, die men zal moeten overwinnen, zijn echter eveneens duidelijk. De ongelijkmatigheid naar tijd en naar de plaats van het blad in het bladerdek van de verdamping door de bladeren ligt het meeste voor de hand. Men dient echter te bedenken, dat bij de bepaling van de waterbalans de meting aan de plant slechts een beschrijving van een punt van het beloop van het spanningsverval behoeft te geven. Zelfs is hier de kennis van de spanning in cm of m niet noodzakelijk, maar kan men met een relatief cijfer reeds volstaan. De bepaling van de absolute waarde van de vochthoeveelheid kan men beter uitvoeren in dat deel van het doorstroomde traject, waar de stroming eenvoudiger te bepalen valt.

De vochtstroom in de lucht

De verplaatsing van het vocht door de lucht valt uiteen in de regenmeting en de bepaling van de verdamping. De regenval is bij korte gewassen zeer eenvoudig vast te stellen. Het lijkt evenwel een lacune bij de bepaling van de regenval, dat zo zelden de hoeveelheid vocht wordt vastgesteld, die in het bladerdek blijft hangen. Bij bos wordt dit nog wel als aanvullende bepaling aan de regenmeting toegevoegd, maar ook voor korte gewassen lijkt een dergelijke bepaling wel uitvoerbaar.

Ten aanzien van de verdamping worden vele pogingen gedaan om het damptransport uit metingen van de relatieve vochtigheid en de windsnelheid af te leiden. Vele moeilijkheden zullen hier nog overwonnen moeten worden. Dit zal echter ongetwijfeld sneller gaan naarmate men - op grond van de continuïteit van de vochtstroom en een regelmatig waarnemen van de potentiaalvervallen op één of meer plaatsen langs de stroombaan in de plant of in de grond - met groter frequentie de uitkomsten van het verticale damptransport kan toetsen aan de vochtstroom in het gewas en de capillaire zone.

Nevenbepalingen aan de lysimeter en hoofdbepalingen te velde

Gaat men na wat in de voorgestelde richting met weinig moeite gedaan kan worden, dan lijkt het plaatsen van waterstandsbuizen op al die plaatsen waar de grondwaterstroming enigszins regelmatig is het eerste in aanmerking te komen. Op berghellingen of bij rotsige ondergrond zal dit minder spoedig tot een oplossing leiden. De meting van de waterstand heeft het voordeel eenvoudig en betrouwbaar te zijn.

De capillaire spanning zal men in dat deel van het profiel, dat niet te zeer uitdroogt, met tensimeters kunnen meten. Deze zijn minder betrouwbaar dan de grondwaterstandsbuis, maar nog wel eenvoudig. Het met gips- of nylonblokken bepalen van het vochtgehalte en de vochtspanning is veel minder eenvoudig en vereist veel aandacht voor de instandhouding. In de lysimeter horen deze metingsmethoden voor de capillaire zone zeker wel thuis, de tensimeter is echter ook in het vrije veld bruikbaar.

De meting aan het gewas is nog het minste beproefd. Hier lijkt de mogelijkheid om een routinemethode toe te gaan passen nog niet aanwezig. Wel lijkt het van belang onderzoek in deze richting te stimuleren.

De meting van de relatieve vochtigheid van de lucht in en boven het gewas wordt verder op vele plaatsen in de wereld als methode tot bepaling van de verdamping en dauwvorming in onderzoek genomen. Deze bepaling van het verticaal damptransport is wel in het bijzonder een bepaling voor grotere gebieden en zou voor een lysimeter waar bepaalde waarde bezitten. Het verkrijgen van relatieve uitkomsten is ook hier eenvoudiger dan het opwerken tot het niveau van een absolute meting. Werden deze waarnemingen opgenomen in de reeks van metingen aan de andere door het veld doorlopen trajecten, dan zouden deze

methoden elkaar over en weer kunnen steunen, ook wanneer verschillende van deze metingen op zich zelf geen uitkomst ten aanzien van de waterbalans zouden kunnen geven.

Enkele metingen kunnen nog overwogen worden als aanvulling van de reeds genoemde metingen. Men kan denken aan de vochtbepaling met γ -stralen, aan het bepalen van de bladtemperatuur en aan het bepalen van de capillaire spanningen in de grond boven de grondwaterspiegel. Al deze bepalingen zijn echter nevenbepalingen naast het minimum van vier reeksen van gegevens en wel de drukhoogte ter plaats van het aan de dag komen van het grondwater, daarnaast een drukhoogte ergens op het door het veld doorlopen traject, de regenhoeveelheid en de verdampende kracht van de atmosfeer in de vorm van een potentiële verdamping. Een oplossing op grond van het uiterste minimum aan gegevens zal echter een te weinig nauwkeurige uitspraak toelaten voor de andere termen van de waterbalans. Dit zal in sterkere mate het geval zijn naarmate het gedeelte van het doorstroomde traject, waarvoor men de vochtstroom wil kennen, verder af ligt van het traject, waarvoor de meting van het verval geldt. Een oplossing is namelijk mogelijk, wanneer het totale spanningsverval, vastgelegd door het verdampend vermogen van de atmosfeer en de waterstand in de sloot, als eerste gegeven over het spanningsbeloop bekend is. Als tweede gegeven moet een spanning tussen dit begin- en eindpunt gegeven zijn, bij voorbeeld een grondwaterstand. Wanneer een dergelijk tussenpunt niet in de beschouwing omtrent het spanningsbeloop past, wijst de afwijking op een vochtberging. Tenslotte is als derde gegeven een getal nodig, dat de stroming naar absoluut volume leert kennen. Hiervoor zal men veelal de regenhoeveelheid gebruiken, maar ook de afvoer van beek of sloot kan deze absolute waarde geven. In het veld kan deze tussengeschakelde spanning een grondwaterstand zijn, bij de lysimeter moet het, in geval de lysimeter steeds grondwater bevat, een capillaire spanning zijn. Bij de lysimeter zonder grondwater moet bovendien een capillaire spanning als eindspanning onder in de grondcilinder gemeten worden, omdat hier geen grondwater of open water is, dat als nulvlak voor de druk kan dienen.

Samenvatting

Het grootste bezwaar van de huidige lysimeter is het ontbreken van de metingen, die overdracht van de waarnemingen naar het vrije veld mogelijk zouden kunnen maken. De spanningsmetingen zijn hiervoor de aangewezen meetmethoden. Men kan met metingen van de spanning in het grondwater, in het capillaire water, in de plant en in de lucht tussen en boven het gewas zich een beeld van de hoeveelheid van stroming en berging van vocht in het vrije veld vormen, welke via gelijksoortige metingen aan de lysimeter te toetsen zijn. Wanneer de lysimeter dan ook nog de klassieke metingen van afgevoerd en in de grond achtergebleven vocht geeft, kan men de nauwkeurigheid van deze metingen overdragen op de berekeningen voor de spanningsmetingen, die toelaten, dat het net van metingen nauw aan de variaties van toestanden in het gebied wordt aangepast. Met een beperkt aantal methoden van meting kan men te velde reeds toe. Er zijn echter vele nevenbepalingen denkbaar, die de nauwkeurigheid kunnen opvoeren. Over het algemeen zal een goede bewerking van de resultaten, die het meest in aanmerking komen belangrijker zijn dan een minder gedifferentieerde bewerking van de metingen volgens een groter aantal meetmethoden.