

POŚREDNIA METODA OCENY HYDROMETEORÓW DOCIERAJĄCYCH
DO POWIERZCHNI GRUNTU

Władysław Parczewski

Politechnika Warszawska

WSTĘP

Prawidłowe wyznaczenie ilości opadu atmosferycznego jako elementu przychodu wody ma bardzo duże znaczenie, przy czym w praktyce rolniczej niezbędne jest wyznaczanie ilości wody dochodzącej do powierzchni gleby. Jak wspomina Jaworski [3], niesystematyczne pomiary opadów atmosferycznych za pomocą deszczomierza przeprowadzono w Indiach już w IV w. p.n.e. Rzeczą zastanawiającą jest jednak, że metody pomiaru opadu atmosferycznego pozostały generalnie rzecz biorąc do tej pory nie zmienione, chociaż, jak wiadomo, otrzymywane wyniki pomiarów są obarczone znacznymi błędami systematycznymi. Dlatego nie ustają wysiłki, aby zmienić ten stan, aczkolwiek po pokonaniu tej istotnej przeszkody nie będziemy jeszcze wiedzieli, jaka część opadów atmosferycznych i czy tylko opadów [1] dociera do powierzchni gruntu. Pamiętając, że nie tylko opady atmosferyczne, lecz i znaczna część hydrometeorów¹ zasila ekosystem w wodę, rozpatrzmy ich cząstkowy wkład w silne zwilżanie, co nam pośrednio posłuży do określenia procentu hydrometeorów docierających do gleby.

METODA OPRACOWANIA

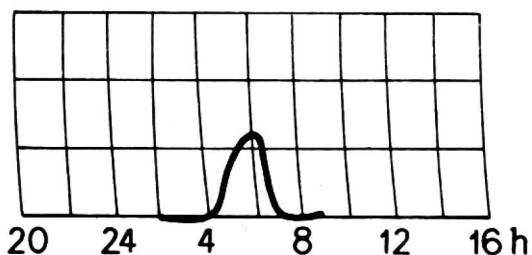
Opracowanie obejmuje lata 1966-1975 [10]. Część reagującą w zwilżeniografii Fuessa stanowią 4 włókna konopne, które skręcają

¹ Hydrometeor składa się ze zbioru cząsteczek wody w stanie ciekłym lub stałym, które opadają w powietrzu, są podrywane przez wiatr z powierzchni ziemi lub też są osadzane na przedmiotach, znajdujących się na ziemi lub w atmosferze. Do badanych przez nas meteorów należą: deszcz, mżawka, mgła, zamglenie i rosa.

się podczas zwilżania, co staje się miarą czasu zwilżania. Próby porównawcze przeprowadzone między czasem zwilżania liści i ich wysychaniem a czasem zwilżania i wysychania konopi wykazały dużą zgodność. Pomiar wykonywany był na wysokości 2 m nad gruntem podczas ciepłej pory roku, pokrywającej się w zasadzie z okresem wegetacyjnym [7]. Przyczyny silnego zwilżania uwidaczniającego się na paskach zwilżeniografu mogą być związane z występowaniem rosy, mgły i ciekłych opadów atmosferycznych. Przy określaniu typu opadów brano pod uwagę zarówno charakter opadu, jak i rodzaj chmur, z których pochodził. Okazało się przy tym, że z charakteru krzywych zwilżania można było w zasadzie określić, jaki rodzaj hydrometeoru był przyczyną silnego zwilżania. Nie było natomiast możliwe szczegółowe określenie natężenia badanego hydrometeoru, gdyż nadmiar wody ściekał z włókien konopnych.

UDZIAŁ ROSY

Przytoczone dane odnoszą się w zasadzie do odkrytych terenów płaskich, jakimi są otoczenia stacji meteorologicznych. Największy wkład w badania rosy w Polsce wniosła Hutorowicz [2]. Należy też brać pod uwagę efekty badań Radomskiego [12], z których wynika, że u podnóża badanego stożku rosa występowała średnio o 30% częściej niż na wierzcholinie, przy tym przeciętna wysokość rosy (w mm) i czas jej trwania były prawie dwukrotnie większe niż w szczytowej partii zbocza [12]. Olszewski [6] podaje, że w Białowieckim Parku Narodowym w ciągu dwóch sezonów (1960-1961) na dzień grądu rosa pojawiła się tylko w 26 dniach i to w większości przy bezlistnych drzewostanach, gdy na terenach otwartych w 1960 r. było 123 dni z rosą. Duże różnice obserwuje się również w strukturze występowania rosy na Wybrzeżu i w głębi kraju [9]. Nie można zapominać o roli rosy glebowej, mającej znaczny wkład w bilans wodny gleb piaszczystych, szczególnie w okresach posusznych [1].



Rys. 1. Zapis intensywnego, jak na rosę, zwilżania 9 IX 1969 r. między godziną 04⁰⁰ a 06⁵⁶

W ciepłej porze roku rosa w Warszawie występowała w latach 1966-1975 średnio za badany okres ponad 1000 godzin, przy czym na

poszczególne miesiące przypadająca następująca przeciętna liczba godzin trwania rosy:

IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV-X
92,8	157,0	79,0	162,1	188,1	200,1	164,1	1036,2

Czas trwania rosy silnie zwilżającej (rys. 1) w ciepłej porze roku w Warszawie wahał się od 0 godzin w 1971 r. do 153 godzin w 1975 r., zatem nawet w optymalnych warunkach nie przekraczał 14% całkowitego czasu trwania rosy. Najmniejsza średnia liczba godzin występowania rosy silnie zwilżającej została odnotowana w kwietniu (2,8 godzin), średnia maksymalna zaś, tzn. 9,2 godzin, w październiku. Czas trwania rosy silnie zwilżającej wynosił średnio w ciepłej porze roku tylko 46,3 godzin, zatem około 4,5% ogółu godzin z rosą, co ilustruje poniższe zestawienie:

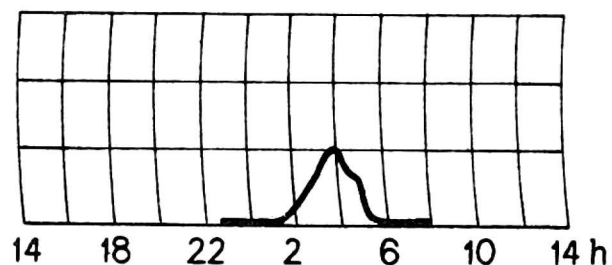
IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV-X
2,8	5,0	8,7	5,9	5,8	9,1	9,2	46,3

UDZIAŁ MGŁY

Mgła - w przeciwieństwie do rosy - sięga stosunkowo na dużą wysokość w atmosferę, dlatego zwilżeniograf zawsze znajduje się wewnątrz mgły. Tym niemniej bywa, iż krople mgły nie są uwidaczniane na paskach zwilżeniografu, zatem nie zawsze występuje mgła silnie zwilżająca. W ciepłej porze roku [10] czas trwania mgły silnie zwilżającej (rys. 2) w całkowitym czasie trwania mgły [11] waha się od 14% w lipcu do 91% w czerwcu (tab. 1).

W poszczególnych latach 1966-1975 czas występowania mgły silnie zwilżającej wahał się od 42,3 godzin w 1968 r. do 104,0 godzin w 1975 r. W

okresach, gdy każda lub prawie każda mgła silnie zwilżała (np. w 1974 r.), zdarzało się, że czas jej utrzymywania się przekraczał czas całkowitego zwilżania, ponieważ dochodził jeszcze okres wysychania włókien konopnych zwilżeniografu. Interesujące jest, że silne zwilżanie dawały prawie wyłącznie mgły określane wizualnie



Rys. 2. Charakterystyczny zapis zwilżania 14 V 1966 r. przez mgłę w warunkach nie sprzyjających szybkiemu wysychaniu

T a b e l a 1

Średni czas trwania mgły

Trwanie mgły	Miesiące							
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV-X
Całkowity czas trwania mgły [h]	6,4	5,8	5,6	0,7	7,1	17,4	43,9	86,8
Czas mgły silnie zwilżającej [h]	3,3	5,0	5,1	0,1	5,8	13,9	31,9	64,8
Mgła silnie zwilżająca w całym czasie trwania mgły [%]	50	86	91	14	82	80	73	74,8

przez obserwatorów jako silne i umiarkowane. Mgły określane jako słabe dały silne zwilżanie tylko w 8% i to w przypadku ich występowania po deszczu [10].

UDZIAŁ OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH

Istotny wkład w silne zwilżanie wnoszą opady atmosferyczne. Nie wszystkie z nich powodują jednak silne zwilżanie, uwidaczniające się na paskach zwilżeniogramów, zatem, według wszelkiego prawdopodobieństwa, nie zasilają one w wodę ani liści roślin, ani nie docierają do gleby.

Czas trwania opadów naszkicujemy na podstawie danych dla Krakowa [8]. Opady jednostajne z przerwami mniejszymi niż 2 godziny przyjęto za opady bez przerwy. Natomiast przy opadach przelotnych z chmur typu kłębiastego liczono każdy opad jako oddzielny przypadek bez względu na długość przerwy między jednym a drugim opadem [8]. Zwraca uwagę w Krakowie - i nie tylko w Krakowie - zdecydowanie krótszy czas trwania opadów w ciepłej porze roku (lata 1952-1961) niż w porze chłodnej [7], tabela 2.

Udział opadów atmosferycznych w silnym zwilżaniu określono na podstawie czasu ich trwania na Stacji Warszawa-Okęcie od kwietnia do października 1970 r. Największy wkład w silne zwilżanie wnoszą ciągłe opady jednostajne z chmur typu warstwowego As, Ns i Sc [5], gdyż stanowią one 85,6% ogółu trwania opadów atmosferycznych. Czas

T a b e l a 2

Udział opadów przelotnych w ogólnym czasie trwania opadów
(średnie z lat 1952-1961)

Wyszczególnienie	Miesiące												Ogółem w roku
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Liczba godzin	183	152	156	130	103	123	123	90	85	89	168	189	1590
Opady przelotne w całkowitym czasie trwania opadów [%]	25	23	21	18	14	17	17	12	12	12	23	23	18

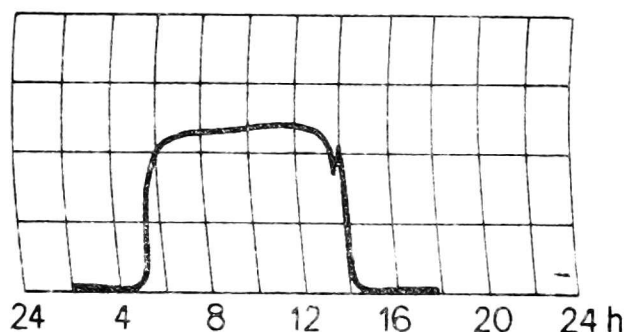
T a b e l a 3

Rodzaj opadów i ich udział w czasie trwania opadu całkowitego i silnego zwilżania

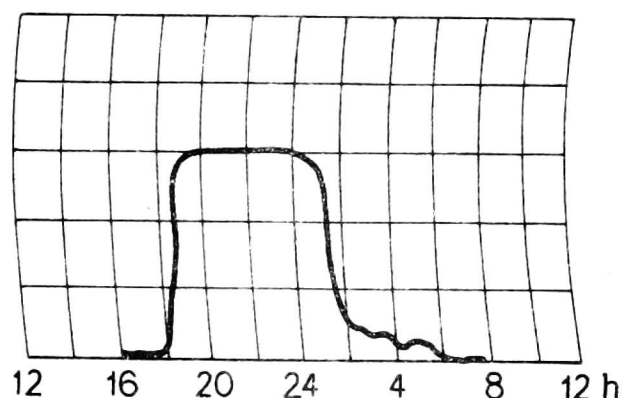
Wyszczególnienie	Rodzaj opadów				
	jednostajne	jednostajne z przerwami	przelotne	mżawka	łącznie
Czas całkowitego opadu [h]	261,4	134,8	96,6	37,3	530,1
Czas silnego zwilżania [h]	223,8	55,6	43,6	20,9	343,9
Opad silnie zwilżający do czasu opadu całkowitego [%]	85,6	41,2	45,1	56,0	64,9

całkowity opadów i opadów silnie zwilżających (w godzinach) od kwietnia do października ilustrują dane zestawione w tabeli 3.

Opady jednostajne i jednostajne z przerwami stanowią 77% trwania ogółu opadów atmosferycznych silnie zwilżających, 19% silnego zwilżania jest powodowane przez opady przelotne z chmur typu kłębiastego Cu i Cb [5], a 4% przez mżawki pochodzące z chmur Stratus [5]. Jednak ten ostatni rodzaj opadów rzadko występuje w ciepłej porze roku. Dodajmy, że czas trwania ciągłych opadów jednostajnych silnie zwilżających jest odwróceniem czasu trwania opadów przelotnych. Na przykład w 1970 r. opady przelotne osiągnęły maksimum w lipcu, a minimum w październiku, natomiast opady jednostajne - minimum w sierpniu, a maksimum w październiku [4].

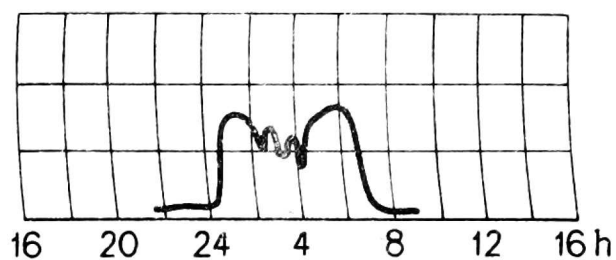


Rys. 3. Charakterystyczny zapis zwilżania 16 IV 1969 r. przez jednostajny deszcz o dostatecznie silnym natężeniu w warunkach sprzyjających szybkiemu wysychaniu



Rys. 4. Charakterystyczny zapis zwilżania 11-12 V 1973 r. przez deszcz jednostajny o dostatecznie silnym natężeniu w warunkach nie sprzyjających szybkiemu wysychaniu

Początek silnego zwilżania przez deszcz zaznacza się w zasadzie prawie prostopadłym wznoszeniem się krzywej zwilżania. Po zakończeniu deszczu, przy stosunkowo szybkim wysychaniu włókien konopnych, następuje na ogół równie szybkie, prawie prostopadłe, opadanie krzywej zwilżania (rys. 3). Po jednostajnym deszczu, przy bardzo dużej wilgotności względnej powietrza i słabym wietrze, krzywa na zwilżeniogramie obniżała się powoli (rys. 4). W razie jednostajnego opadu z przerwami nie następowało na ogół całkowite wysychanie włókien konopnych w czasie tych stosunkowo krótkotrwałych przerw i w powietrzu o dużej wilgotności względnej. Miało wtedy miejsce jedynie osłabianie zwilżania wskutek częściowego wyparowania kropeł oraz ich opadania (rys. 5). Krótkotrwałe opady przelotne, jeżeli nie były zbyt nikłe, dawały charakterystyczne wykresy na zwilżeniogramach (rys. 6). Przy napływie wiosną powie-

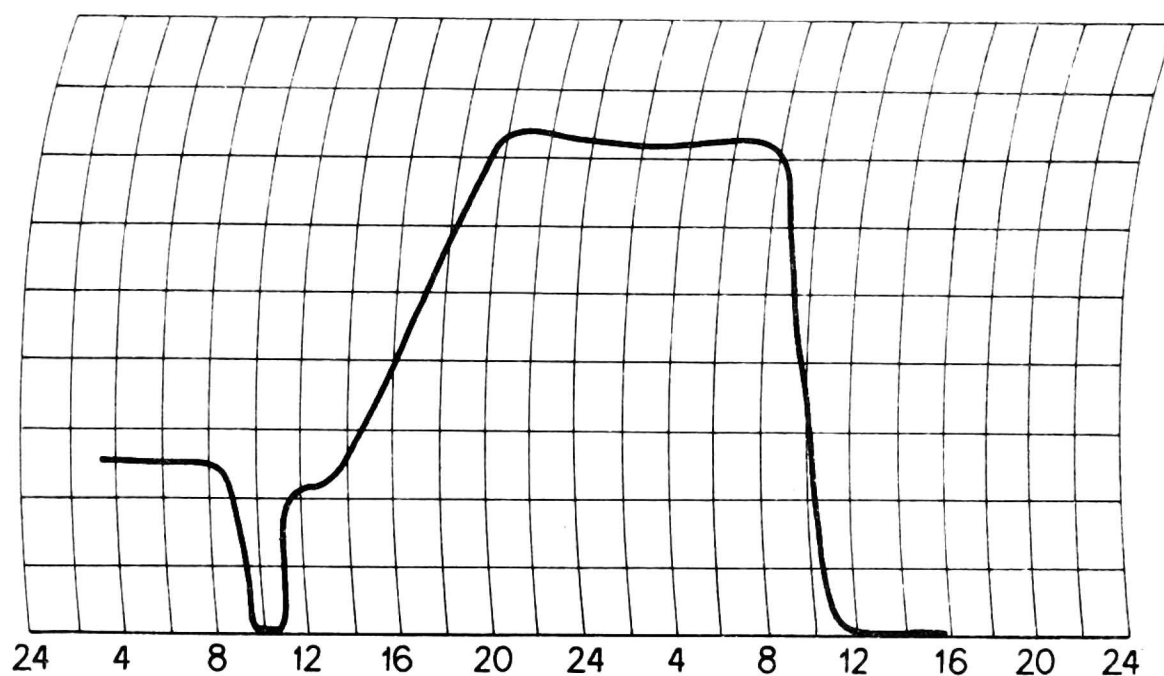


Rys. 5. Charakterystyczny zapis zwilżania 24 V 1968 r. przez jednostajny deszcz z przerwami, w czasie których nie nastąpiło całkowite wysychanie włókien konopnych



Rys. 6. Charakterystyczny zapis zwilżania 26 VII 1968 r. przez deszcze jednostajne i przelotne

trza arktycznego zdarzało się, że w kwietniu wystąpił opad śnieżny. Nadmierne obciążenie włókien konopnych przejawiało się wówczas skokowym, anormalnie dużym wzrostem krzywej na zwilżeniogramie i raptownym jej opadaniem po strąceniu śniegu, zatem eliminowanie takich przypadków nie sprawiało trudności (rys. 7).



Rys. 7. Charakterystyczny zapis intensywnego obciążenia włókien konopnych przez opad śniegu 19 i 20 IV 1969 r. (raptowne opadanie krzywej nastąpiło wskutek strącenia śniegu)

Mżawka - opad o najsłabszym natężeniu, przy tym nietypowy dla cieplej pory roku - zwilżała silnie ponad w połowie (56%) nielicznych zresztą przypadków swego występowania. Zwilżanie to zachodzi-

ło nie tyle ze względu na obfitość opadu, lecz w wyniku pogody towarzyszącej (mglisto, mgła, wilgotność względna około 100%).

Okazało się, że zwilżeniograf zlokalizowany na Stacji Warszawa-Bielany był zdecydowanie bardziej czuły na opady niż pluwiograf również umieszczony na tej Stacji. Na zwilżeniogramach uwidoczniło się średnio w ciepłej porze roku 65% całości opadów, gdy pluwiograf w tym samym miejscu i czasie sygnalizował tylko 45% opadów. W poszczególnych miesiącach zwilżeniograf wykazywał od 55 do 80% całości opadów atmosferycznych. Zwracało przy tym uwagę, że nawet stosunkowo słabe i krótkotrwałe opady nocą powodowały częściej silne zwilżanie niż takie same opady w ciągu dnia, co można tłumaczyć bardziej niekorzystnymi warunkami wyparowywania kropeł w nocy niż dniem.

PODSUMOWANIE

Przyjęcie założenia, że silne zwilżanie występuje tylko wtedy, gdy zaznacza się ono na zwilżeniogramie [10] pozwoliło ustalić - wydaje się z dostateczną dokładnością - procent hydrometeorów zasilających bilans wodny gleby.

Na podstawie pomiarów z lat 1966-1975, prowadzonych zwilżeniografem Fuessa, umieszczonym na wysokości 2 m nad poziomem gleby, i pluwiografem, zlokalizowanymi na Stacji Warszawa-Bielany, oraz na podstawie szczegółowych całodobowych obserwacji rosy, mgieł i opadów atmosferycznych na Stacji Warszawa-Okęcie, a także dzięki kompleksowej analizie wyciągnięto wnioski odnoszące się do ciepłej pory roku [7] i silnego zwilżania zaznaczającego się na paskach zwilżeniografu. Są to wnioski następujące:

1. Całkowity czas trwania rosy silnie zwilżającej wahał się od 0 godzin w 1971 r. do 153 godzin w 1975 r., zatem nawet w optymalnych warunkach nie przekraczał 14% ogólnego czasu występowania rosy i przeciętnie wynosił 46 godzin. Średnio najmniej rosy występowało w kwietniu, najwięcej zaś we wrześniu i październiku, przy tym ogólnie w 43% miesięcy nie występowało silne zwilżanie rosą.

2. Silne zwilżanie powodowały tylko mgły określane wizualnie jako silne lub umiarkowane, przy czym liczba godzin z mgłą silnie zwilżającą wahała się od 0 - z wyjątkiem października - do równo-rzędowego maksimum w październiku 1970 i 1975 r. wynoszącego 59 godzin.

3. Mgła w ciepłej porze roku daje silne zwilżanie w 75% ogółu godzin z mgłą.

4. W typowym 1970 r. całkowity czas trwania opadów atmosferycznych w ciepłej porze roku wynosił 530 godzin, wahając się od 37 godzin w czerwcu do 128 godzin w październiku.

5. W ciepłej porze roku silnie i słabo zwilżające opady jednostajne trwały średnio 261 godzin, jednostajne z przerwami - 135 godzin, przelotne - 97 godzin, a mżawka - 37 godzin.

6. Czas trwania silnego zwilżania przez opady atmosferyczne w 1970 r. wynosił 344 godziny, w tym przez opady jednostajne - 224 godziny (86% ogółu czasu trwania tych opadów), jednostajne z przerwami - 56 godzin (41%), opady przelotne - 44 godziny (45%); czas zwilżania przez mżawkę, charakterystyczną dla tej pory roku, wynosił 21 godzin (56%).

Należy podkreślić, że pluwiograf zlokalizowany na Stacji Warszawa-Bielany wykazał tylko 46%, a zwilżeniograf 65% całości opadów atmosferycznych, zatem ten ostatni okazał się o około 50% czulszy od pluwiografu.

Na zakończenie miło mi podziękować kierownictwu Zakładu Agrometeorologii IMGW za udostępnienie danych pomiarowych, dr Tadeuszowi Obrębskiemu za cenne uwagi o funkcjonowaniu zwilżeniografu i Marii Wardak, starszemu technikowi meteorologowi Zakładu Meteorologii PW, za wnikliwe opracowanie nietypowych danych.

LITERATURA

1. Bac S., Marcilonek S.: Przebieg procesów kondensacji pary wodnej w piaskach i żwirze. *Prz. Meteor. i Hydrol.*, 2, 1955.
2. Hutorowicz H.: Zjawisko rosy na tle procesów fizycznych przyziemnej warstwy atmosfery. *Pr. i Stud. Kom. Gosp. Wod. i Surow. PAN*, 9, 1968.
3. Jaworski J.: Rzeczywisty a wskaźnikowy opad atmosferyczny w zlewni górnej Wilgi. *Prz. geof.* 3-4, 1979.
4. Madany A.: Struktura opadów atmosferycznych. *Zesz. nauk. Akad. Rol. w Warszawie, Melior. rol.*, 12, 1973.
5. Międzynarodowy atlas chmur. Pod red. W. Parczewskiego. Państw. Inst. Hydrol. i Meteor., ser. A. Instrukcje i podręczniki, nr 42, Warszawa 1952.
6. Olszewski J.: Próby pomiaru rosy w gronzie w Białowieckim Parku Narodowym. *Sylwan*, 107, 1, 1963.
7. Parczewski W.: O podziale roku w Polsce na porę chłodną i ciepłą porę roku. *Prz. geof.*, 3, 1962.
8. Parczewski W.: Wpływ warunków meteorologicznych na rozpręszczenie się gazów w dolnej warstwie atmosfery. *Wiad. Służ. Hydrol. i Meteor.*, 59, 1964.
9. Parczewski W.: O strukturze rosy w strefie brzegowej Bałtyku. *Stud. i Mat. Oceanolog.*, 27, 1978.

10. Parczewski W.: Struktura zwilżania w Warszawie. Politechnika Warszawska 1978 (maszynopis).
11. Piwkowski H.: Rozkład mgieł w Polsce i ich długotrwałość. Prz. geof., 1, 1976.
12. Radomski C.: O opadach rosy i mgły na wzgórzu. Roczn. Nauk rol. 75-F-4, 1963.

Владыслав Парчевски

КОСВЕННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ГИДРОМЕТЕОРИТОВ ДОСТИГАЮЩИХ
ПОВЕРХНОСТИ ГРУНТА

Р е з ю м е

Наблюдения по увлажнению, проводимые в период 1966-1975 гг. в Варшаве-Белянах с помощью гумидиграфа Фюсса помещенного на уровне 2 м над грунтом, ограничивались таким сильным увлажнением, которое обозначалось на лентах прибора, что позволило установить следующее:

- сильно увлажняющая роса продолжалась от 0 до 153 часов в год, не превышая 14% ее общей продолжительности;

- туманы сильно увлажняли в среднем в 75% продолжительности туманов в теплом времени года;

- продолжительность сильного увлажнения атмосферными осадками в теплом сезоне типичного 1970 года составляла 344 часа, в том числе длительными равномерными осадками 224 часа (86% общей продолжительности этих осадков), равномерными осадками с перерывами - 56 часов (41%), временными осадками - 44 часа (45%) и моросью, нехарактерной для теплого времени года - 21 час (56%);

- следует подчеркнуть, что плевниограф локализованный в Варшаве-Белянах показал только 46%, а гумидиграф 65% общего количества атмосферных осадков достигающих по всей вероятности поверхности грунта; следовательно последний на 50% более чувствителен, чем плевниограф.

Władysław Parczewski

INDIRECT METHOD OF ESTIMATION OF HYDROMETEORITES
REACHING THE GROUND SURFACE

Observations on wetting, carried out in Warsaw-Bielany in the period 1966-1975 at use of the Fuess humidigraph, placed at the level of 2 m above ground, were confined to such strong wetting that it was marked on tapes of the appliance, what enabled to prove that:

- strongly wetting dew lasted from 0 to 153 hours a year, not exceeding 14% of its total duration;
- strongly wetting mists occurred, on the average, in 75% of the total duration of mists in the warm year season;
- strong wetting atmospheric precipitations in the warm season of the typical year 1970 lasted 344 hours, therein prolonged uniform precipitations 224 hours (86% the total occurrence time of these precipitations), uniform precipitations with interruptions - 56 hours (41%), casual precipitations - 44 hours (45%) and drizzles, non-characteristic for the warm year season, 21 hours (56%);
- it is to stress that the pluviograph established in Warsaw-Bielany showed only 46% and the humidigraph - 65% of the wholeness of atmospheric precipitations probably reaching the ground surface; thus the latter would be more sensitive by about 50% than the pluviograph.