

INTERCEPCJA I JEJ WPŁYW NA WYSOKOŚĆ OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH  
DOCIERAJĄCYCH DO POWIERZCHNI GRUNTU W LESIE

Jerzy L. Olszewski

Zespół Bioklimatologii Zakładu Badania Ssaków PAN  
w Białowieży

WSTĘP

Przy omawianiu problematyki wpływu lasów na opady atmosferyczne nie można pominąć takich fundamentalnych opracowań, jak wszechstronnie ujmujące tematykę dzieło Kittredge'a [11], opracowanie Gumińskiego [9], ważną publikację Czarnowskiego [1]. Z tej ostatniej zacytuję - niemal jako motto - opinię autora, że ".... w granicach terytoriów wielkości zlewni rzek Polski nie można spodziewać się uzyskania ani zwiększenia ilości opadów, ani odpływu przez zwiększenie lesistości kraju".

W związku z tym, a także mając na uwadze hodowlę i uprawę lasu, należy bliżej i lepiej poznać mechanizmy decydujące o gospodarce wodnej zbiorowisk leśnych, aby ocenić przychód wody z opadów atmosferycznych dochodzących do powierzchni gruntu. Jeżeli chcemy zrobić to poprawnie i dokładnie, należy określić m. in. wartość intercepcji opadu w drzewostanie<sup>1</sup>.

INTERCEPCJA W BILANSIE WODNYM DRZEWOSTANU

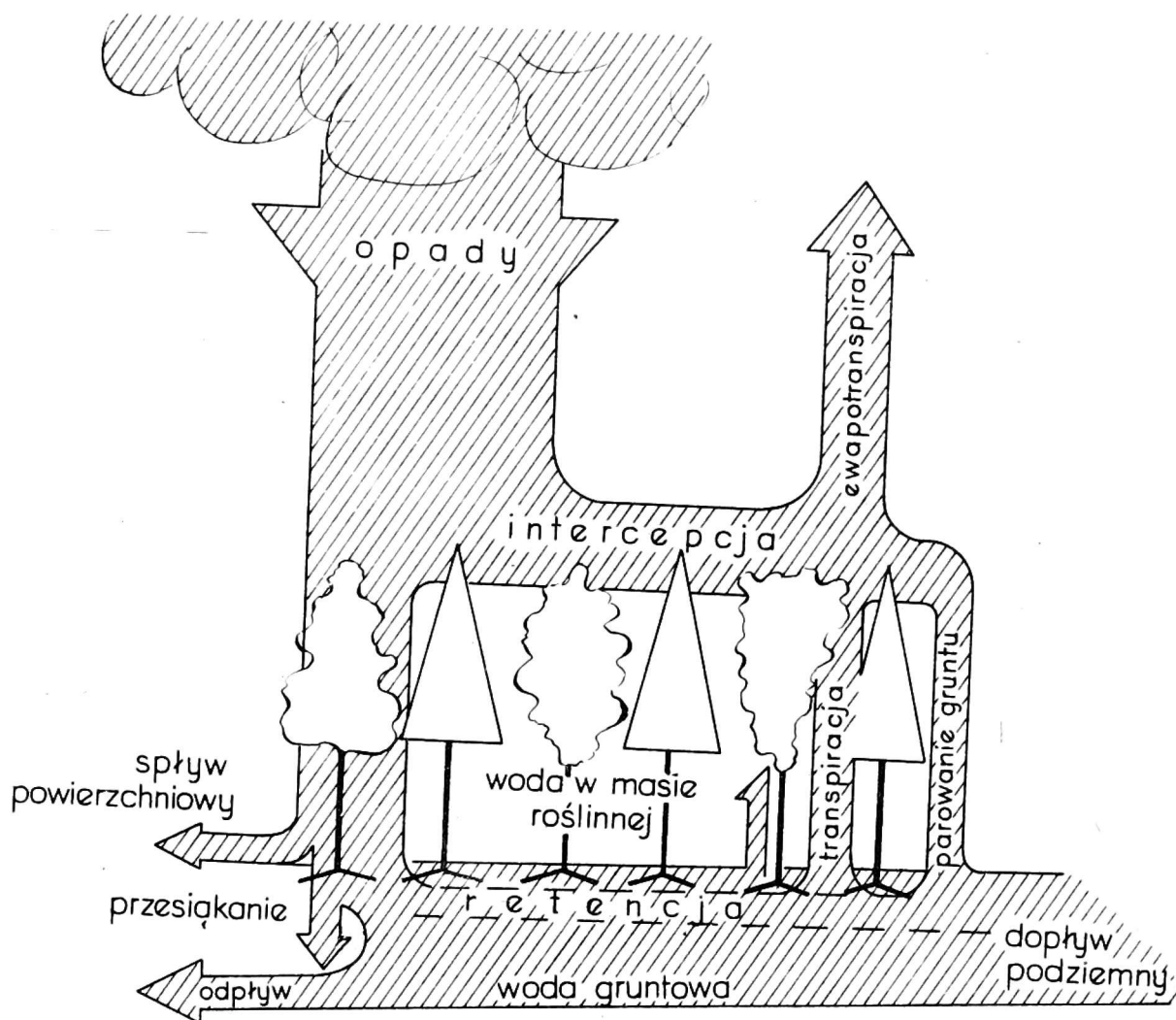
Zbiorowisko leśne - jak każde zbiorowisko roślinne - wykazuje zdolność intercepcyjną, tzn. zdolność zatrzymywania części opadów atmosferycznych przechodzących znad lasu do dna lasu. Opad zatrzymuje się na liściach, gałęziach i na powierzchni pni i o tę ilość

---

<sup>1</sup>Intercepcji opadów atmosferycznych w roślinności uprawnej poświęcone jest wyczerpujące opracowanie wykonane w Zakładzie Agrometeorologii Akademii Rolniczej w Lublinie [20].

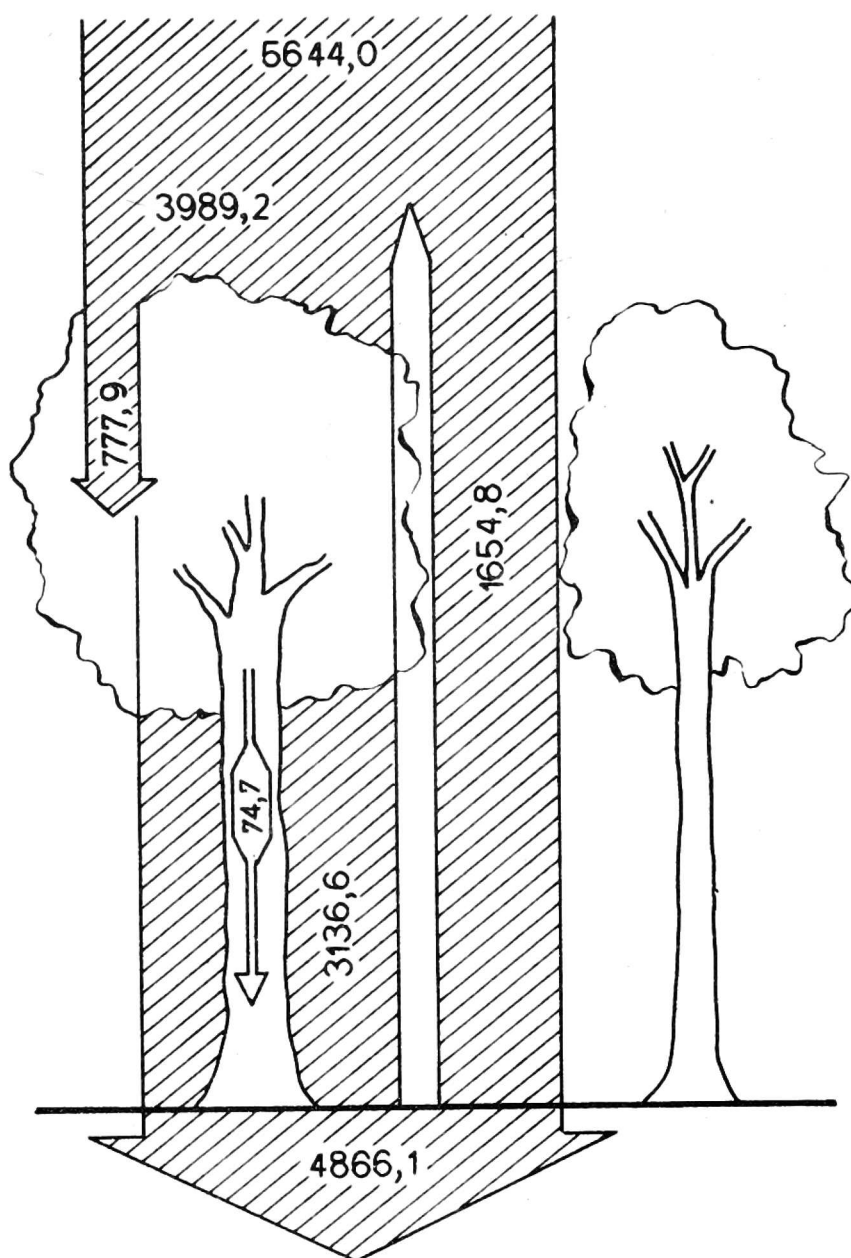
zmniejsza się suma opadu ocierającego do dna lasu. Opad zatrzymany w pułapie drzewostanu w większości wyparowuje i tylko w małym stopniu jest wchłaniany przez powierzchnie, które zwilżył.

Intercepcja jest częścią składową procesu obiegu wody w środowisku leśnym, który to obieg w lesie kształtuje się odmiennie niż w zlewni nie zalesionej. W zbiorowisku leśnym panuje najczęściej gospodarka wodna typu terestryczno-ombrofilnego, a więc zasoby wody gruntowej zasilane są i przez wody podziemne, i przez opady atmosferyczne (rys. 1).



Rys. 1. Schemat terestryczno-ombrofilnej gospodarki wodnej zbiorowiska leśnego. Według Obmińskiego [15], nieco zmieniony

Udział intercepcji w rozkładzie opadu atmosferycznego jest istotny szczególnie wówczas, gdy wartość opadu nad lasem i wartość intercepcji są podobne. W naszej strefie geograficzno-klimatycznej mamy do czynienia najczęściej z opadami dochodzącymi do dna lasu, lecz udział intercepcji sięga nawet kilkudziesięciu procent sumy sezonowej lub rocznej opadu nad lasem. Przykład 14-proc. udziału intercepcji w części przychodu bilansu wodnego lasu grądowego obrazuje rysunek 2.



Rys. 2. Opad deszczu w grądzie Tilio-Carpinetum w Puszczy Niepołomickiej w sezonie wegetacyjnym. Wartości w t/ha. Według Kleina [12], nieco zmieniony

#### REPREZENTATYWNOŚĆ POMIARÓW OPADU NA DNIE LASU

Ponieważ drzewostan ma mniej lub bardziej nieregularną strukturę, ważną sprawą jest przeprowadzanie pomiarów opadu na dnie lasu tak, aby wynik był reprezentatywny. Chodzi tu o reprezentatywną liczbę punktów pomiarowych i liczbę deszczomierzy ustawianych na dnie lasu na określonej wysokości nad powierzchnią gruntu. Najczęściej są stosowane standardowe deszczomierze Hellmanna lub podobne naczynia o okrągłej powierzchni chwytnej, rzadziej - rynny o długości do kilkunastu metrów, całkujące opad z takiegoż odcinka i z określonej powierzchni recepcyjnej.

W drzewostanie intercepcja zachodzi we wszystkich jego warstwach, a więc umieszczenie powierzchni chwytnych deszczomierzy na określonej wysokości nad powierzchnią gleby daje wyniki tylko do tej wysokości, tym samym wartość intercepcji jest właściwa tylko dla określonych warstw drzewostanu. Decydujące znaczenie ma jednak warstwa koron i ustawianie deszczomierzy wprost na gruncie lub na wysokości 1 m jest praktycznie wystarczające.

Obliczono [4], że liczba 25-30 deszczomierzy ustawionych w ten sposób na dnie grądu Tilio-Carpinetum (Traczyk 1962) daje wynik pomiaru o dokładności 5%. Nie jest on przy tym zależny od więzby ustawienia tych deszczomierzy, powinny one jednak stać przypadkowo.

Zdaniem Tomanka [21], wystarcza 20 deszczomierzy - przy pomiarach w borze świeżym Peucedano-Pinetum Mat. 1962 - by dokładność pomiaru wynosiła 6%. Volokitina [22] pobiła rekord ustawiając na dnie tajgi do 220 deszczomierzy jednocześnie! Stwierdziła więc łatwo, że przy opadzie nad lasem do 1 mm trzeba na dnie sosnowej tajgi ustawić co najmniej 30 deszczomierzy, a przy opadzie powyżej 10 mm deszczomierzy trzeba tylko 5-8, aby dokładność pomiaru wynosiła około 5%. Autorka nie precyzuje jednak ich więzby ustawienia.

Reprezentatywna dla danego zbiorowiska leśnego liczba deszczomierzy może być łatwo obliczona statystycznie z przeprowadzonych pomiarów.

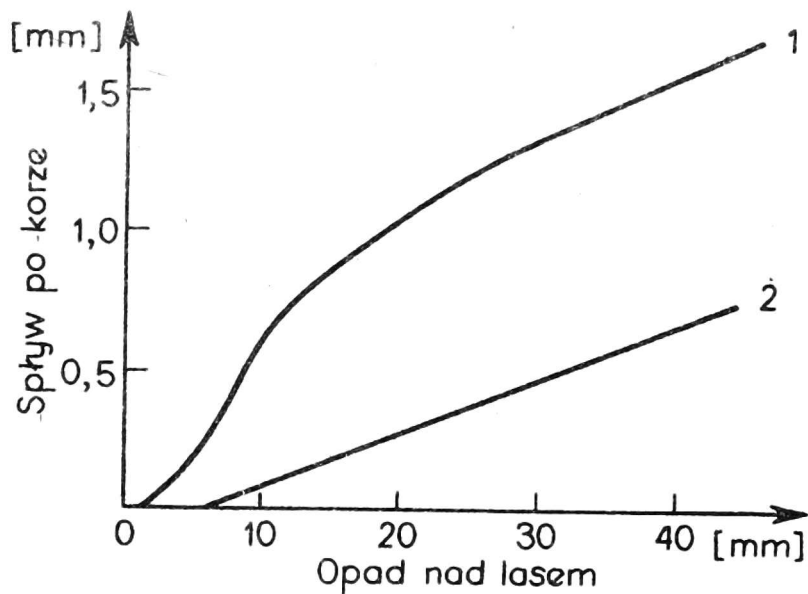
#### SPŁYW OPADÓW PO KORZE DRZEW

Mała część wody opadowej spływa po korze drzew. Jej względna ilość zależy od budowy korony drzewa, od tego, czy gałęzie są opuszczone lub też odchylone ku górze, nadając przez to koronie kształt lejka. Z tego powodu sosny - w przeciwieństwie do świerków - wykazują duży procentowo spływ wody po powierzchni pnia. Zależnie od gatunku drzewa, ilość tę określa się najczęściej jako mniejszą od 2%. Bardzo rzadko spotyka się wartości powyżej 10% [6, 10-13]. Przy braku pomiaru wielkości spływu opadu po korze należy więc liczyć się z zawyżeniem o tę wartość zmierzonej intercepcji.

Spływ po powierzchni kory (rys. 3) zaczyna się wtedy, gdy jest ona dostatecznie zmoczona; zjawisko to występuje po osiągnięciu wartości opadu nad lasem wynoszącej 1,5-2,0 mm w przypadku drzew



o gładkiej korze. Dla dębów, o stosunkowo nierównej korze, konieczna jest ilość opadu wyższa niż 4,0 mm [10].



Rys. 3. Spływ wody opadowej po korze drzew w zależności od wielkości opadu atmosferycznego nad lasem w sezonie wegetacyjnym: 1 - grab, 2 - dąb. Według Intribusa [10], uproszczony

#### INTERCEPCJA RZECZYWISTA I MAKSYMALNA

Intercepcję rzeczywistą można wyrazić równaniem [3]:

$$i = i_m (1 - e^{-\alpha P})$$

gdzie:  $i$  - wartość intercepcji przy wartości  $P$  opadu nad lasem,

$i_m$  - intercepcja maksymalna możliwa, gdy  $P \rightarrow \infty$ , zależna od struktury zbiorowiska,

$e$  - podstawa logarytmów naturalnych,

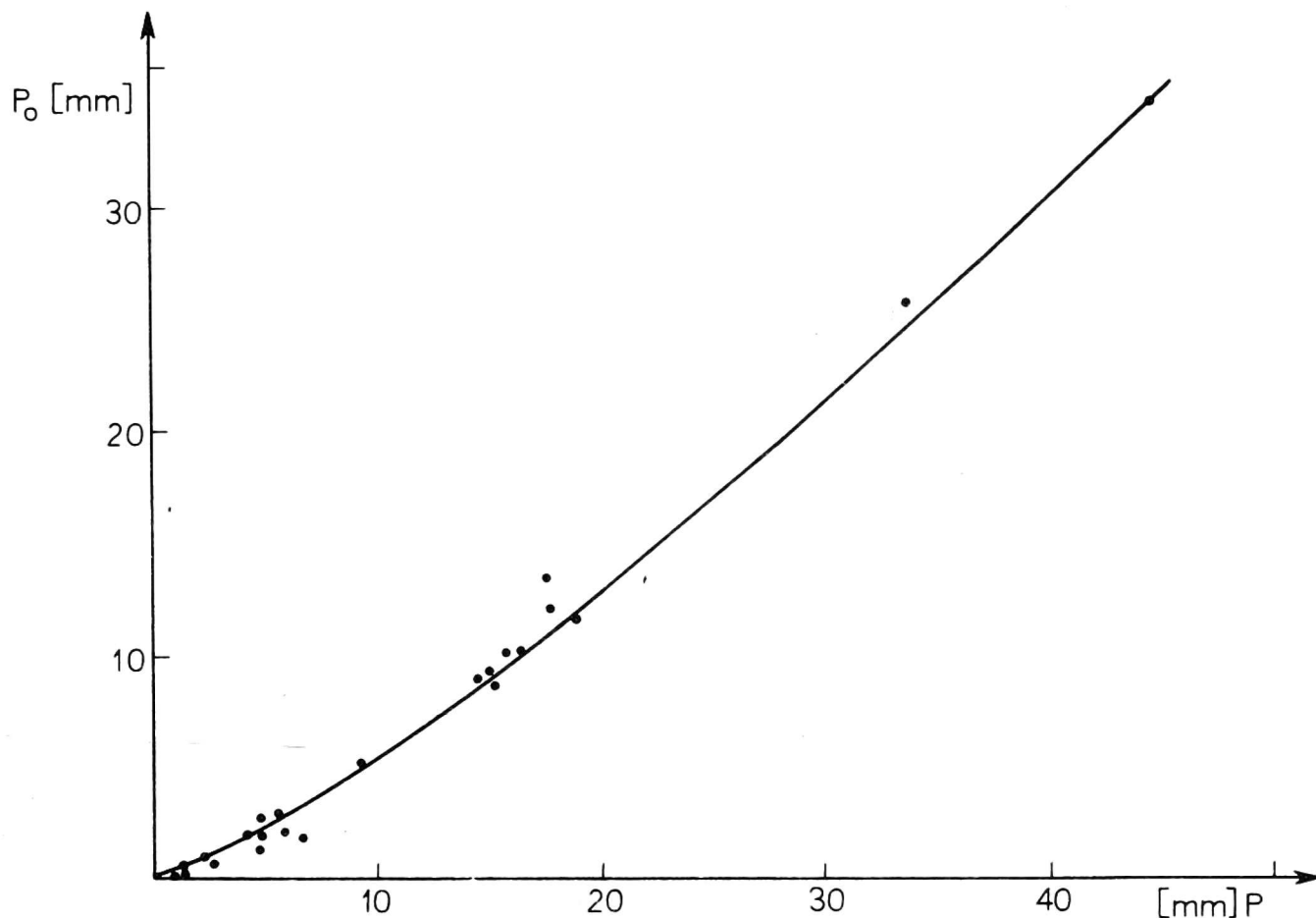
$\alpha$  - współczynnik stały dla drzewostanu (gatunków),

$P$  - opad nad lasem (lub w pobliżu, na otwartej przestrzeni).

Tak więc ilość opadu  $P_0$  dochodząca do dna lasu wynosi:

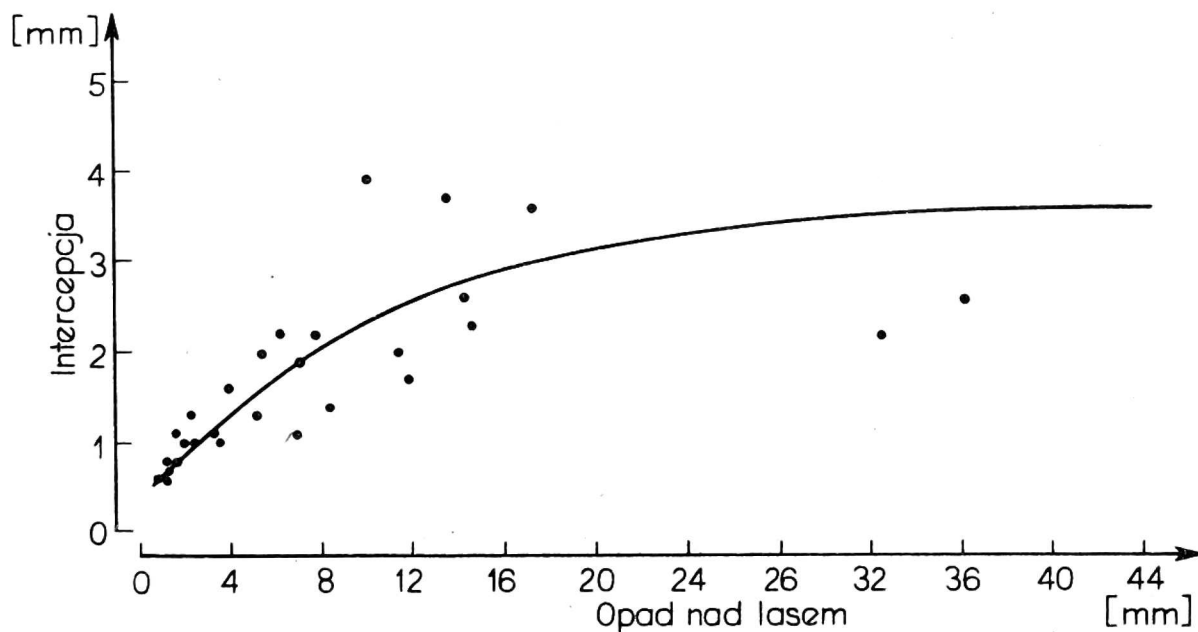
$$P_0 = P - i_m (1 - e^{-\alpha P})$$

Występuje ścisła zależność między ilością opadu deszczu na dnie lasu a ilością tego opadu nad lasem (rys. 4). Wartość intercepcji można przedstawić w milimetrach opadu zatrzymanego w pułapie drzewostanu i jest ona wyraźnie związana z wartością opadu nad lasem (rys. 5).



Rys. 4. Związek między ilością opadu na dnie lasu  $P_0$  a ilością opadu nad lasem  $P$  w grądzie w Białowieżskim Parku Narodowym w okresie 14 VI - 25 X 1963 r. Według Czarnowskiego i Olszewskiego [3]

Mając procentową wartość intercepcji, dysponuje się tym samym procentową wartością przepuszczalności opadowej drzewostanu (rys.



Rys. 5. Intercepcja opadu atmosferycznego w grądzie *Tilio-Carpinetum* w sezonie wegetacyjnym 1960 r. w Białowieżskim Parku Narodowym,  $n = 29$ ,  $r = 0,73$  ( $P < 0,001$ )

6). W wielu opracowaniach omawia się nie intercepcję, ale przepuszczalność opadową drzewostanu, wyrażaną w milimetrach. W odróżnieniu od intercepcji, ograniczonej jej wartością maksymalną, przy wartości opadu nad lasem zdążającej do nieskończoności przepuszczalność opadowa zbliża się do 100% wartości opadu nad lasem.

Opad deszczu może zwilżyć liście, gałęzie i pnie drzew tylko do określonej granicy i wtedy mamy do czynienia z intercepcją maksymalną. Dla grądu w Białowieskim Parku Narodowym intercepcja maksymalna wynosi ok. 10,2 mm [3].

Intercepcja maksymalna ( $i_m$ ) jest ważnym elementem charakterystyki hydrologiczno-ekologicznej. Czarnowski [2] podaje zależność:

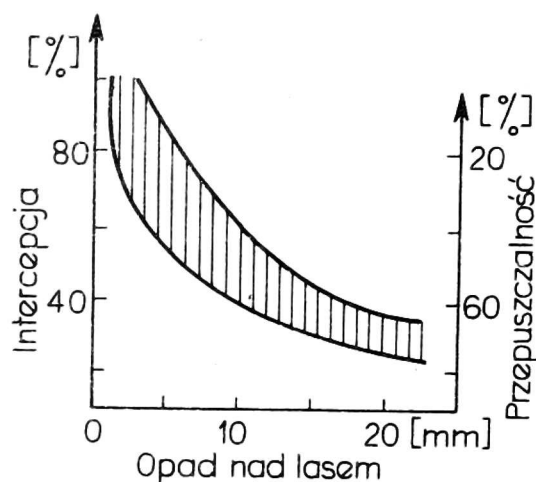
$$i_m = \lambda H \sqrt{GN}$$

gdzie:  $H$  - średnia wysokość drzew,

$G$  - suma powierzchni przekrojów drzew na umownej wysokości od powierzchni gruntu,

$N$  - liczebność drzew na określonej powierzchni terenu,

$\lambda$  - współczynnik przylepności deszczowej, zależny od gatunku drzewa.



Rys. 6. Intercepcja i przepuszczalność opadu wyrażone w procentach opadu nad lasem w borach świerkowych o dużym zwarcie. Dane różnych autorów zestawione przez Volokitinę [22], zmienione

#### WARTOŚĆ INTERCEPCJI RÓŻNYCH DRZEW I DRZEWOSTANÓW

Dotychczas opublikowano dość dużo danych na temat wartości intercepcji poszczególnych gatunków drzew, mniej natomiast informacji dotyczy określonych drzewostanów. Intercepcję opadową gatunku lub drzewostanu podaje się przy tym najczęściej w procentach opadu nad lasem. Jest to jednak wartość zawsze uśredniona (rys. 6). Przy opadzie mniejszym intercepcja jest procentowo wyższa i odwrotnie, przy małej liczbie opadów może nie występować ta uśredniona wartość intercepcji. Bardziej wskazane - i przemawiające do

wyobraźni - jest używanie wartości intercepcji wyrażanej w milimetrach. Może to być ta ilość wody, która pozostaje średnio przy wielu opadach. Jest to praktycznie o wiele mniejsza wartość niż wartość intercepcji maksymalnej, która występuje rzadko lub nigdy.

Na podstawie pomiarów w sezonie wegetacyjnym w latach 1959-1962 stwierdzono [19], że świerk odznacza się średnią intercepcją rzeczywistą wynoszącą 7,9 mm, a lipa, dąb i grab wykazują od 1 do 3 mm intercepcji. Całe zbiorowisko grądu zatrzymuje podczas opadów średnio 1,1 mm. Jest to oczywiście mniej niż wynosi intercepcja wspomnianych pojedynczych drzew, gdyż decyduje struktura przestrzenna pułapu całego drzewostanu mająca przecież luki. Jest to wartość mniejsza także od możliwej maksymalnej intercepcji. Wspomniana intercepcja 1,1 mm może stanowić tak 99%, jak i 1%, zależnie od wielkości opadu nad lasem i nie zawsze musi odpowiadać wartości średniej intercepcji procentowej grądu, wynoszącej w tym okresie 17,6%.

Dla tego samego grądu określano intercepcję w wysokości od 37 do 42%, zależnie od metodyki badawczej, a przede wszystkim od sezonów, różniących się frekwencją klas wielkości opadu nad lasem [7, 16]. Klein [12] otrzymał w grądzie wartość średnią intercepcji równą 22%, ale w poszczególnych miesiącach wahała się ona od 14,3% przy miesięcznej sumie opadu nad lasem równej 118 mm do 25,9% przy opadzie 37,9 mm. Z każdego opadu nad lasem większego od 1 mm pozostawało w pułapie grądu 1,7 mm.

Tomanek [21] w borze świeżym w Białowieskim Parku Narodowym uzyskał w latach 1951-1953 intercepcję 40%. Gdy wziąć pod uwagę wszystkie opady nad lasem w tych latach, wtedy na podstawie danych tego autora można obliczyć, że w pułapie boru świeżego pozostawało średnio ponad 2 mm opadu.

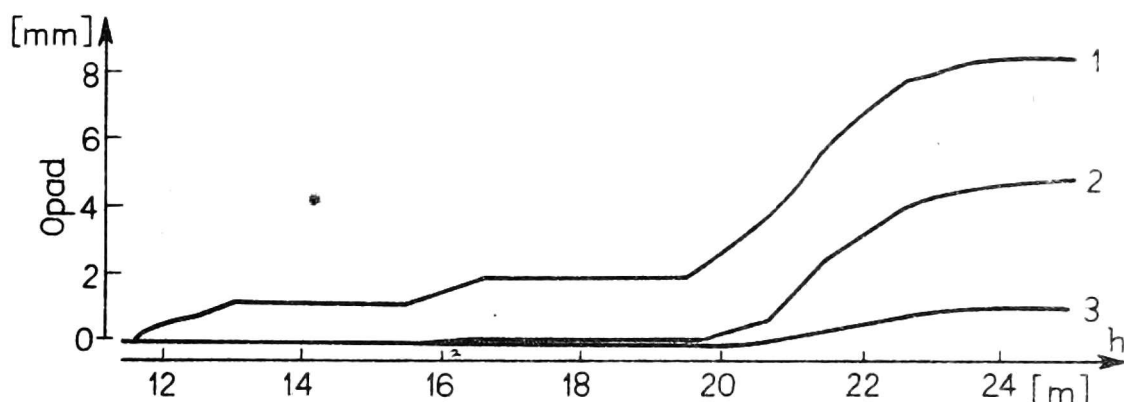
Tajga sosnowa wykazuje pełne nasycenie pułapu drzewostanu (podszyt i podrost zostały usunięte) równe 3 mm już przy opadzie wynoszącym 12 mm. Tajga świerkowa zatrzymuje przy pełnym nasyceniu 5 mm opadu przy wartości opadu nad lasem wynoszącej ponad 15 mm [22]. Wydaje się jednak, że są to wartości niższe od intercepcji maksymalnej, gdyż obliczono je na podstawie tylko 33 opadów, w większości poniżej 12-15 mm.

Dokładne dane na temat intercepcji w buczynie w sezonie wegetacyjnym otrzymano na Słowacji [10]. Wartości średnie z okresu 1971-1974 wyniosły: intercepcja koron - około 32,8%, intercepcja podrostu i podszytu - około 12,3%, intercepcja warstwy humusowej

- 15,5%, co razem daje 60,6%. W poszczególnych latach rozrzut tych wartości był jednak znaczny, gdyż opad nad lasem wahał się w sezonie wegetacyjnym od 240 do 453 mm. Opad dochodzący do dna lasu dostarczał 50-60% wody pobieranej przez roślinność leśną. Wpływ opadów na wilgotność gleby leśnej dotyczył wierzchnich warstw gruntu, przede wszystkim warstwy humusowej, w skrajnym przypadku dochodził do 50 cm głębokości. W glebach uprawnych nawilgacający wpływ opadów czasem sięgał głębiej [10].

W tych samych eksperymentach poszczególne graby wykazały w sezonie wegetacyjnym intercepcję około 49%, graby łącznie z jaworami - 52%, dęby i jesiony - około 51%. Do dna buczyny docierały opady wynoszące co najmniej 1 mm.

Stwierdzono, że przebieg opadu w czasie nad lasem i pod poszczególnymi drzewami jest zróżnicowany. Według pluwiogramów z grądu w Białowieskim Parku Narodowym [19], opad występujący nad lasem w ilości 1,1 mm w godzinach 11.30-13.00 nie przeniknął przez koronę grabu i świerka. Następny opad w godzinach 15.30-16.35 doszedł już do powierzchni gleby pod grabem, natomiast nie przeszedł jeszcze przez koronę świerka. Kolejny opad, który rozpoczął się o godzinie 19.25 był już wystarczający, aby nasycić koronę świerka i przedostać się przez nią do dna lasu (rys. 7).

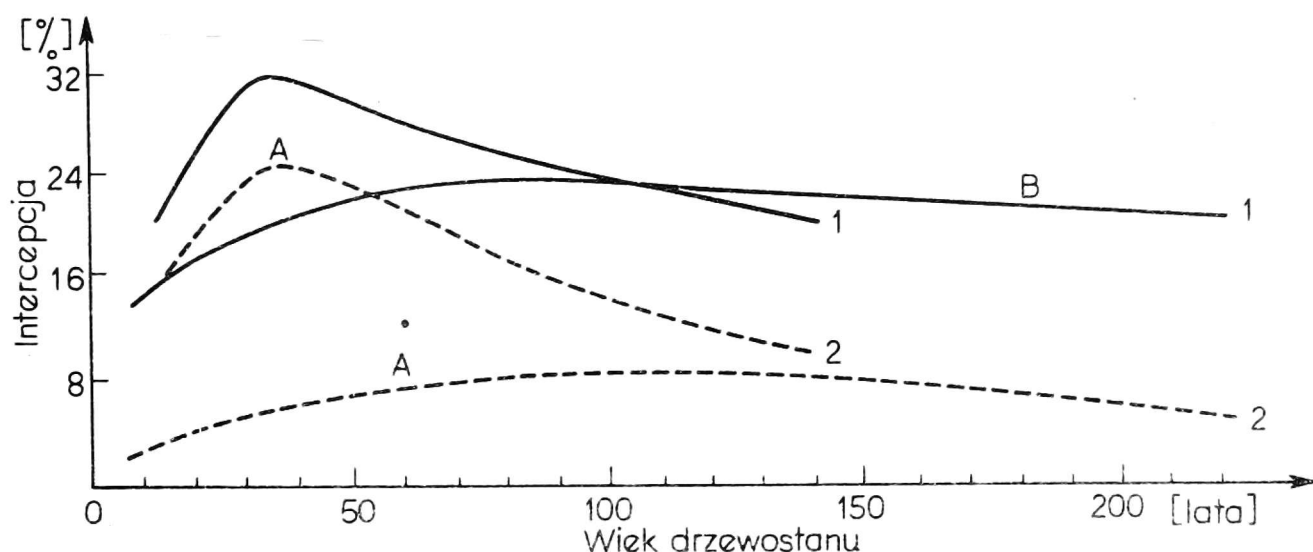


Rys. 7. Przebieg opadu deszczu w dniu 23 V 1960 r.: 1 - nad lasem, 2 - pod grabem, 3 - pod świerkiem. Według Olszewskiego [19]

Początek opadu deszczu pod świerkiem w porównaniu z początkiem opadu nad lasem jest opóźniony średnio o 1,4 godziny, pod grabem, lipą i dębem opóźnienie wynosi 0,3-0,7 godziny. Pod świerkiem opad kończy się o 0,4 godziny później niż nad lasem, a pod grabem, lipą i dębem opóźnienie wynosiło 0,7-1,0 godziny. W wyniku tego czas trwania opadu pod świerkiem jest krótszy niż czas trwania opadu nad lasem, natomiast pod drzewami liściastymi czas trwania opadu jest dłuższy.



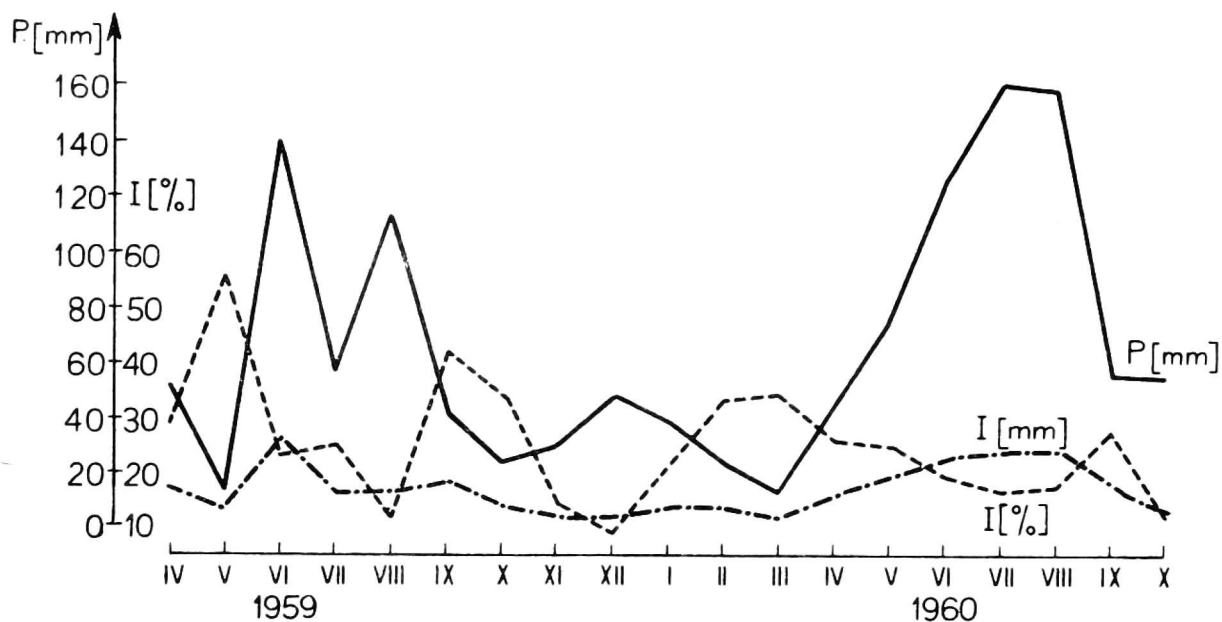
Wszystkie powyższe dane przytoczono przykładowo, a zostały one otrzymane w różnych doświadczeniach terenowych, prowadzonych odmienną metodyką, w różnych sezonach i latach. Na podstawie wielu takich eksperymentów można stwierdzić pewne zależności natury ogólnej. I tak intercepcja zależy od wieku drzewostanu, szczególnie jednogatunkowego (rys. 8). Decydującym czynnikiem są tu gatunki drzew w określonym wieku, tworzące w największym stopniu pułap drzewostanu. Liczby charakteryzujące konkretny drzewostan pod względem struktury wieku, zadrzewienia, zwarcia itd. są praktycznie łatwe do uzyskania i na ich podstawie można próbować określać wartość - co najmniej względną - intercepcji opadu [2].



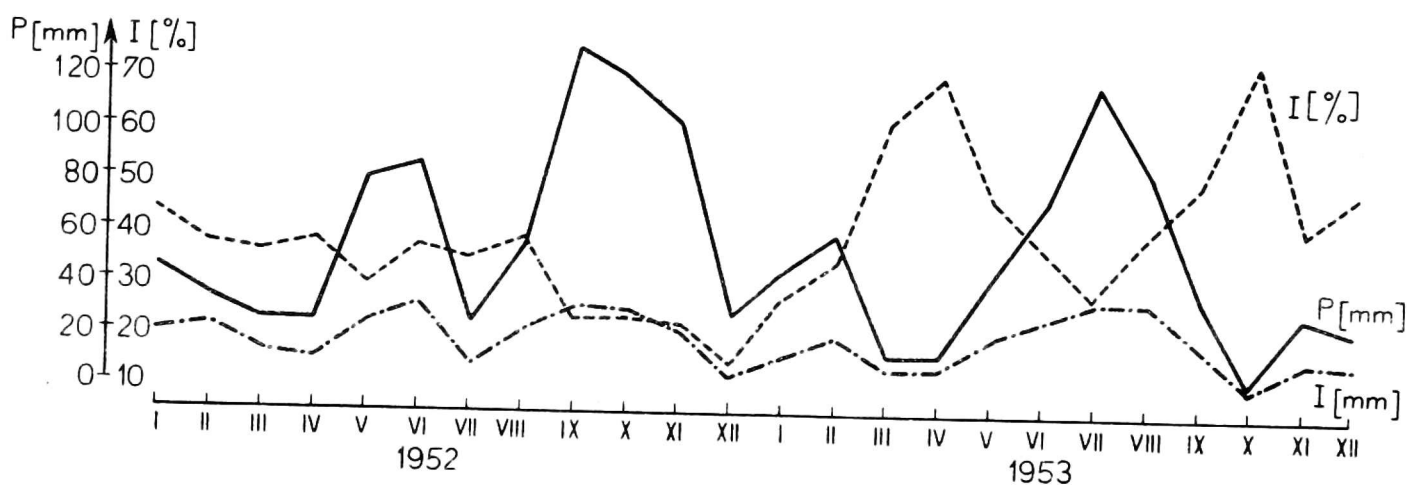
Rys. 8. Zależność intercepcji opadu od wieku drzewostanu: 1 - deszcz, 2 - śnieg, A - pułap boru, B - pułap dąbrowy. Według Intribusa [10], zmieniony

#### ROCZNY PRZEBIEG INTERCEPCJI

Znajomość rocznego przebiegu intercepcji opadu jest niekiedy istotna, szczególnie w przypadku drzewostanu liściastego. Można ją prześledzić na podstawie wartości miesięcznych na przykładzie białowieskiego grądu (rys. 9). Opad nad lasem wykazał typowe dla wschodniej Polski maksimum w miesiącach letnich. Intercepcja, wyrażona w milimetrach opadu, wahała się od 4,2 do 31,9 mm, a jej przebieg był bardziej wyrównany niż opad nad lasem, co jest oczywiście spowodowane graniczną wartością intercepcji maksymalnej. Intercepcja wyrażona w procentach opadu nad lasem ma przebieg zmienny, gdyż przede wszystkim zależy od wielkości opadu nad lasem i z tego powodu stanowi gorszy miernik.



Rys. 9. Roczny przebieg opadu atmosferycznego nad lasem  $P$  i jego intercepcja  $I$  (wyrażona w milimetrach i procentach) w grądzie w Białowieżskim Parku Narodowym



Rys. 10. Roczny przebieg opadu atmosferycznego nad lasem  $P$  i jego intercepcja  $I$  (wyrażona w milimetrach i procentach) w borze świeżym w Białowieżskim Parku Narodowym. Według Tomanka [21]

Opad na dnie lasu jest mniej zróżnicowany z miesiąca na miesiąc niż opad nad lasem, a najmniejsze wartości odchylenia standardowego ma intercepcja wyrażona w mm (tab. 1). Intercepcja w miesiącach zimowych jest mniejsza zarówno w wartościach bezwzględnych, jak i względnych.

Na podstawie materiałów zawartych w pracy Tomanka [21] można było wykonać podobne zestawienie rocznego przebiegu intercepcji w borze świeżym w Białowieżskim Parku Narodowym (rys. 10). Proporcje wykreślonych charakterystyk w borze świeżym są podobne jak w grądzie, intercepcja jest większa, a zmienność jej odchylenia stan-

T a b e l a 1

Wartość średnia  $\bar{x}$ , odchylenie standardowe SD i współczynnik zmienności CV dla opadu nad lasem i na dnie lasu oraz intercepcji od IV 1959 do X 1960 r. w grądzie w Białowieskim Parku Narodowym ( $n = 19$ )

Charakterystyki statystyczne	Opad nad lasem [mm]	Opad na dnie lasu [mm]	Intercepcja	
			[mm]	[%]
$\bar{x}$	66,5	52,4	14,1	25,1
SD	48,5	40,9	8,8	11,5
CV	73,0	78,0	62,0	46,0

T a b e l a 2

Wartość średnia  $\bar{x}$ , odchylenie standardowe SD i współczynniki zmienności CV dla opadu nad lasem i na dnie lasu oraz intercepcji według wartości miesięcznych z okresu I 1952 - XII 1953 r. w borze świeżym w Białowieskim Parku Narodowym ( $n = 24$ )

Charakterystyki statystyczne	Opad nad lasem [mm]	Opad na dnie lasu [mm]	Intercepcja	
			[mm]	[%]
$\bar{x}$	53,5	35,2	18,2	39,5
SD	37,1	29,1	9,5	14,5
CV	69,0	82,0	52,0	37,0

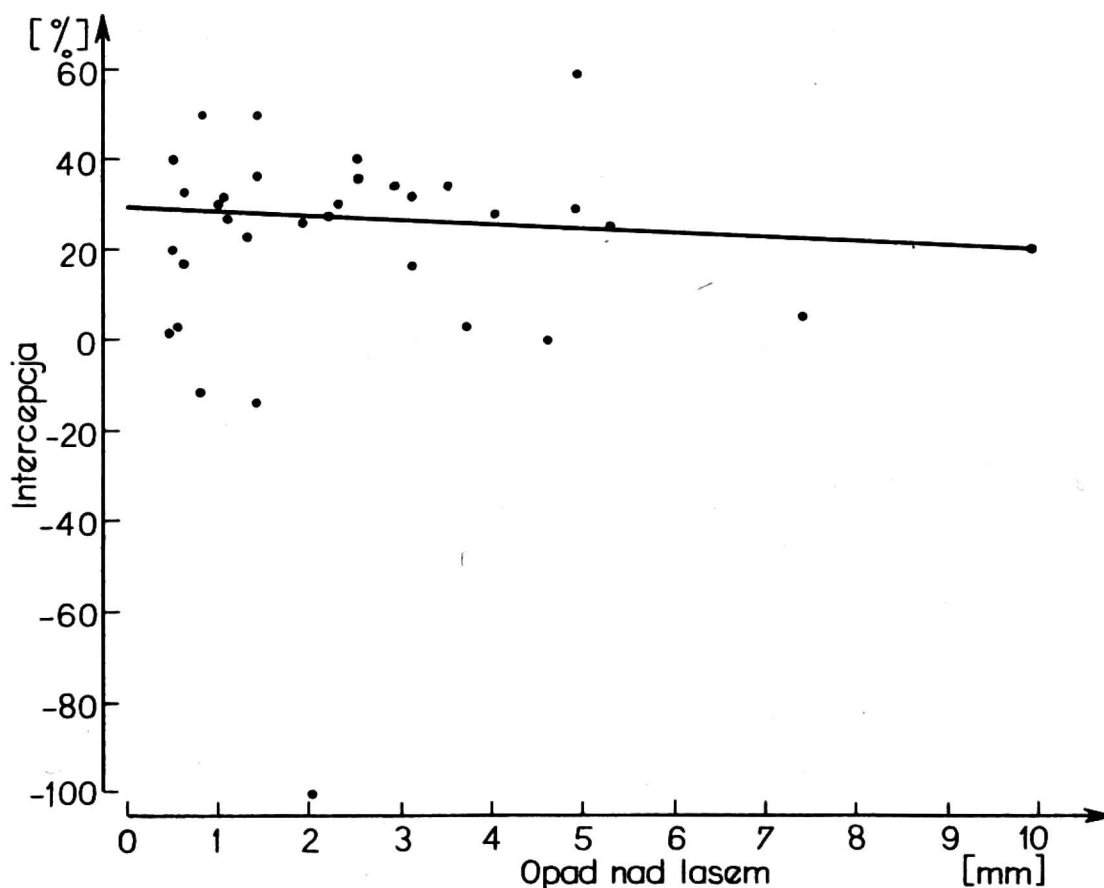
dardowego w przebiegu rocznym jest nieznacznie większa niż w grądzie (tab. 2).

Miesiące wykazujące maksimum opadu nad lasem charakteryzują się też nieco większymi wartościami intercepcji (w mm). Przebieg intercepcji wyrażonej w procentach jest odwrotny niż opadu nad lasem. Tak więc przy porównaniu opadu nad lasem, opadu na dnie lasu i intercepcji, wyrażonej w mm, okazuje się, że przebieg intercepcji z miesiąca na miesiąc cechuje się najmniejszą zmiennością.

## INTERCEPCJA OPADU ŚNIEGU

Pomiar intercepcji opadu śniegu nastręcza ogromne trudności. Śnieg w deszczomierzach musi być topiony, najczęściej w warunkach terenowych w pośpiechu, co wiąże się z dużymi stratami na parowanie i powoduje, że ilość opadu w deszczomierzach ustawianych na dnie lasu jest zaniżona. Z tego względu wartość intercepcji podawaną dla opadu śniegu zawsze należy traktować jako zawyżoną z powodu metodyki pomiaru; w wyniku tego zaniża się ilość opadu dochodząca do dna lasu. Do określenia intercepcji opadu śniegu lepsze są sumaryczne dane uzyskiwane z pomiaru ekwiwalentu wodnego pokrywy śnieżnej w środowisku leśnym.

Jednak warto się orientować w mechanizmach przechodzenia opadu śniegu przez drzewostan do powierzchni gruntu. Tomanek [21] stwierdził, że w przebiegu rocznym, ustalonym według wartości miesięcznych, intercepcja w borze świeżym jest zbliżona we wszystkich miesiącach i nie można wykazać, aby opad śniegu wywierał wymierny na nią wpływ (rys. 10). W przybliżeniu to samo można powiedzieć i o drzewostanie grądu (rys. 9), tym bardziej, że zimą w okresach miesięcznych opady deszczu i śniegu występują często razem. Opady sta-



Rys. 11. Intercepcja opadu śniegu wyrażona w procentach opadu nad grądem w Białowieskim Parku Narodowym podczas zimy 1959/1960,  $n = 33$ ,  $r = -0,10$

łe w Puszczy Białowieskiej stanowią średnio tylko 15% rocznej sumy opadu.

Gdy weźmie się pod uwagę poszczególne opady śniegu nad lasem i na dnie grądu (zima 1959/1960,  $n = 33$ ), stwierdza się m. in. wysoki współczynnik korelacji:  $r = 0,92$  ( $P < 0,001$ ), a więc zjawisko ma podobny charakter jak przy opadzie deszczu (rys. 4). Jednak opad śniegu na dnie lasu nie zawsze jest niższy niż opad nad lasem. Wtedy występuje ujemna wartość intercepcji, lecz jest to pozorne, gdyż do deszczomierzy wpada okiść gromadząca się na gałęziach. Przypadki takie są jednak tak liczne, że w pewnym stopniu zniekształcają obraz zjawiska (rys. 11).

Podczas omawianej zimy 1959/1960 intercepcja bezlistnego grądu wyniosła 28%, a z każdego opadu śniegu pozostało w pułapie drzewostanu 0,68 mm ekwiwalentu wodnego śniegu. Należy do tych liczb podchodzić jednak z rezerwą, o czym już wspomniano.

#### INTERCEPCJA A OPADY POZIOME

W warunkach Polski niżowej z opadów poziomych najczęściej występuje rosa, tworząca się w okresie wegetacyjnym na górnej powierzchni koron drzew. Górna powierzchnia zwartych drzewostanów, przede wszystkim liściastych, pełni funkcję zasadniczej powierzchni czynnej, analogicznie do powierzchni terenu otwartego. Ilość skondensowanej pary wodnej na powierzchni koron drzew jest też podobna do ilości tworzącej się na łące i wynosi w naszych warunkach zaledwie około 6,5 mm za cały sezon wegetacyjny. Rosa taka może dać opad pojedynczych kropli, szczególnie jesienią, praktycznie nieuchwytny przez deszczomierze [17]. Udział rosy w bilansie hydrologicznym lasu jest więc bez znaczenia.

Podczas mgieł skraje lasu i warstwa koron wychwytyują kropelki wody, po pewnym czasie dochodzące nawet do dna lasu, co stanowi czasem istotny udział w bilansie [5].

Zjawisko wychwytywania wody z chmur jest częste i intensywne w górach, gdy warstwa chmur - będąca dla obserwatora mgłą - przez dłuższy czas obejmuje swą miąższością drzewostany [8]. Przychód wody tą drogą może przewyższyć ilość opadu otrzymywanego przez pomiar deszczomierzem w warunkach standardowych [23]. W takiej sytuacji intercepcja opadu w drzewostanie dotyczy i zwykłego opadu deszczu, i wody z osadów poziomych (mgły). Te ostatnie szczegól-



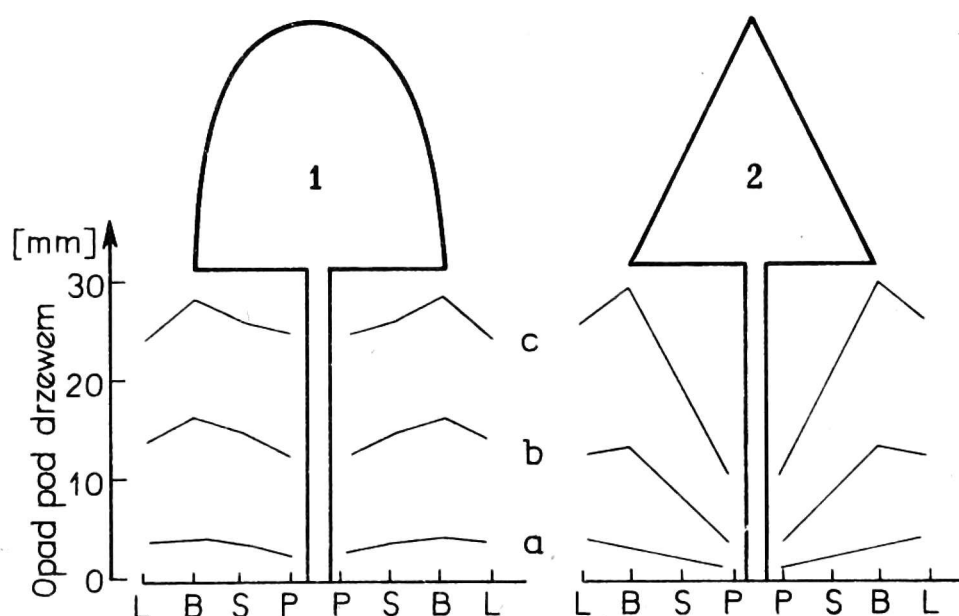
nie intensywnie wypełniają pojemność intercepcyjną lasu. Ponieważ opad poziomy jest praktycznie niezwykle trudny do zmierzenia, opieranie się na sumie opadu na otwartej przestrzeni i wyciąganie średniego wskaźnika intercepcji liczonego na ich podstawie może prowadzić do błędów w określaniu bilansu wodnego zbiorowisk leśnych [24].

Tworząca się w podobnej sytuacji, lecz w ujemnej temperaturze, sadź w postaci oblodzenia wszelkich przedmiotów, a więc i roślin, wchodzi do bilansu hydrologicznego lasu w podobny sposób, jak śnieg, jednak istotny jest fakt, że przez gromadzenie się jej masy na gałęziach powstają niekiedy ogromne straty w drzewostanach. Oblodzenie części nadziemnych jest formą intercepcji, gdyż ten opad poziomy, jakim jest sadź, pozostaje czasem nawet na długo w warstwie drzewostanu.

#### ZMIENNOŚĆ OPADU NA DNIE LASU

Jest rzeczą oczywistą, że zmienna ilość opadu na dnie lasu jest funkcją przede wszystkim struktury drzewostanu, zależy od stopnia zadrzewienia, zwarcia pułapu, a więc od obecności luk między koronami, od zagęszczenia liści i w pewnym stopniu od kształtu koron.

Najwięcej opadu deszczu dochodzi do powierzchni gruntu pod skrajem koron drzew (efekt parasola), potem w lukach między koro-

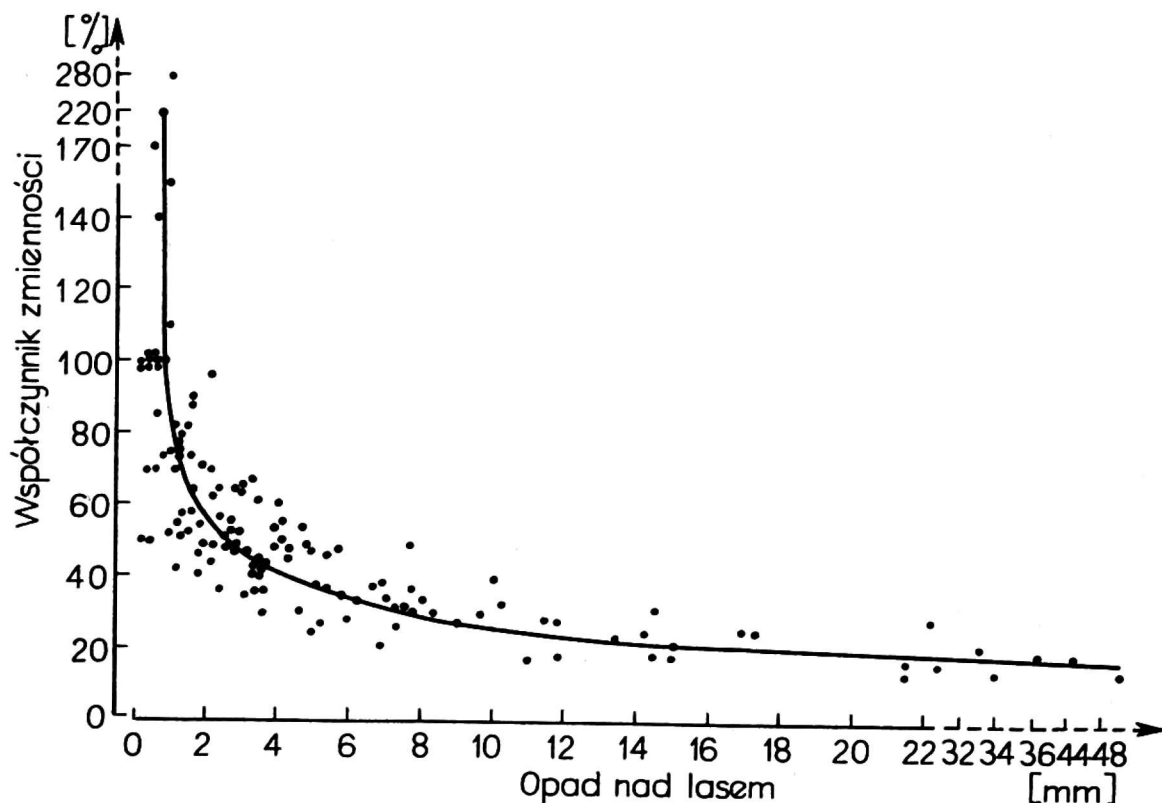


Rys. 12. Przenikanie deszczu przez koronę drzew przy opadzie nad lasem wynoszącym: a - 5 mm, b - 15 mm, c - 25 mm, 1 - korona sosny, 2 - korona świerku, L - luka między koronami, B - skraj korony, S - środek korony, P - przy pniu. Według Volokitiny [22], zmieniony

nami, następnie w środku odległości między pniem a skrajem korony, w końcu zaś przy pniu drzewa. Zróznicowanie tych miejsc pod względem ilości opadu wzrasta w miarę zwiększania się sum opadu nad drzewami, a największe jest przy stożkowym kształcie gęstych koron drzew (rys. 12).

Rozkład opadu na dnie lasu, a więc zmienność, którą można nazwać terenową lub środowiskową, poznaje się przez ustawienie określonej liczby deszczomierzy. Deszczomierze te ustawia się albo w wybranych miejscach, np. przy pniach, pod krawędziami koron drzew, w lukach, albo też wzdłuż linii prostych w regularnych odstępach. Zagęszczenie deszczomierzy powinno być dostosowane do stopnia interesującego nas zróznicowania przestrzennego opadu, przy czym im gęściej stoją one, tym oczywiście dokładniej można scharakteryzować rozkład opadu.

Od końca zeszłego stulecia umieszczano na dnie zbiorowisk leśnych deszczomierze ustawiane w formie krzyża równoramiennego, utworzonego przez przecinające się pod kątem prostym linie, każda złożona z 10-15 deszczomierzy, stojących w odstępnie 5 m. Ramiona krzyża wyznaczały strony świata N-S i W-E [14]. Metoda ta przyjęła się w Polsce i była stosowana początkowo przez Instytut Badawczy Leśnictwa.

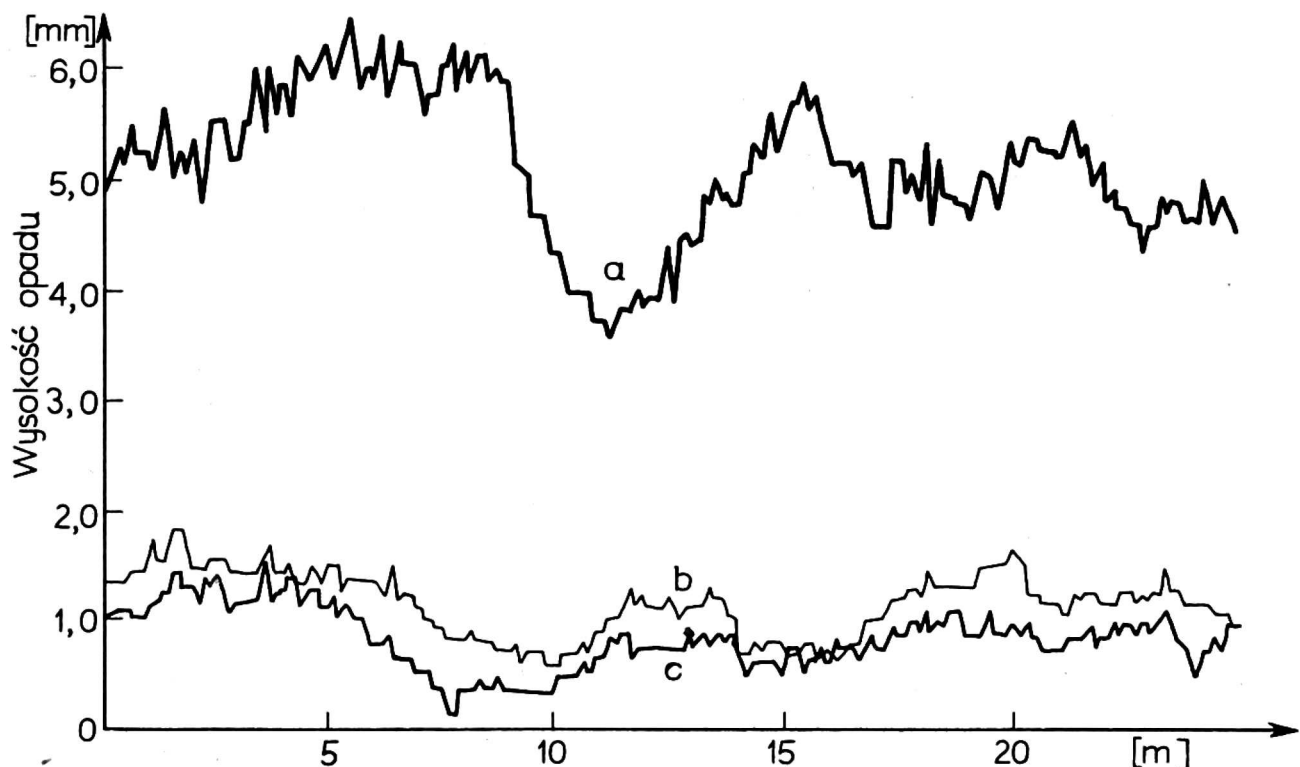


Rys. 13. Zależność współczynnika zmienności opadu atmosferycznego w zbiorze 30 deszczomierzy na dnie grądu od wielkości opadu nad lasem. Według Olszewskiego [19]

Między innymi w grądzie w Białowieskim Parku Narodowym ustawiono w ten sposób 30 deszczomierzy w sezonie od końca kwietnia do początku listopada w latach 1959-1962. Dla każdego opadu deszczu obliczono współczynnik zmienności w zbiorze 30 deszczomierzy i powiązano z ilością opadu nad lasem (rys. 13).

Im większy opad nad lasem - a więc i średnio na dzień lasu - tym jego wartości w deszczomierzach są względnie mniej zróżnicowane, co wyraża się spadkiem wartości CV.

Podobny charakter ma także istotna statystycznie zależność tego zróżnicowania od czasu trwania opadu nad lasem ( $r = -0,374$ ), co jest zrozumiałe, gdyż między czasem trwania opadu a jego sumą jest ścisła zależność. Natomiast natężenie opadu (w mm/h) nad lasem nie wywiera zasadniczo wpływu na zróżnicowanie opadu na dzień lasu, gdyż współczynnik korelacji  $r = -0,169$  okazał się nieistotny przy  $P < 0,05$ , istotny zaś przy  $P < 0,1$ .



Rys. 14. Zmienność opadu deszczu na dzień tajgi sosnowej: a - opad nad lasem wynosił 7,3 mm (31 VIII 1973 r.), b - opad nad lasem wynosił 1,9 mm (6 IX 1973 r.), c - opad nad lasem wynosił 1,5 mm (3 IX 1973 r.). Według Volokitiny [22], uproszczony

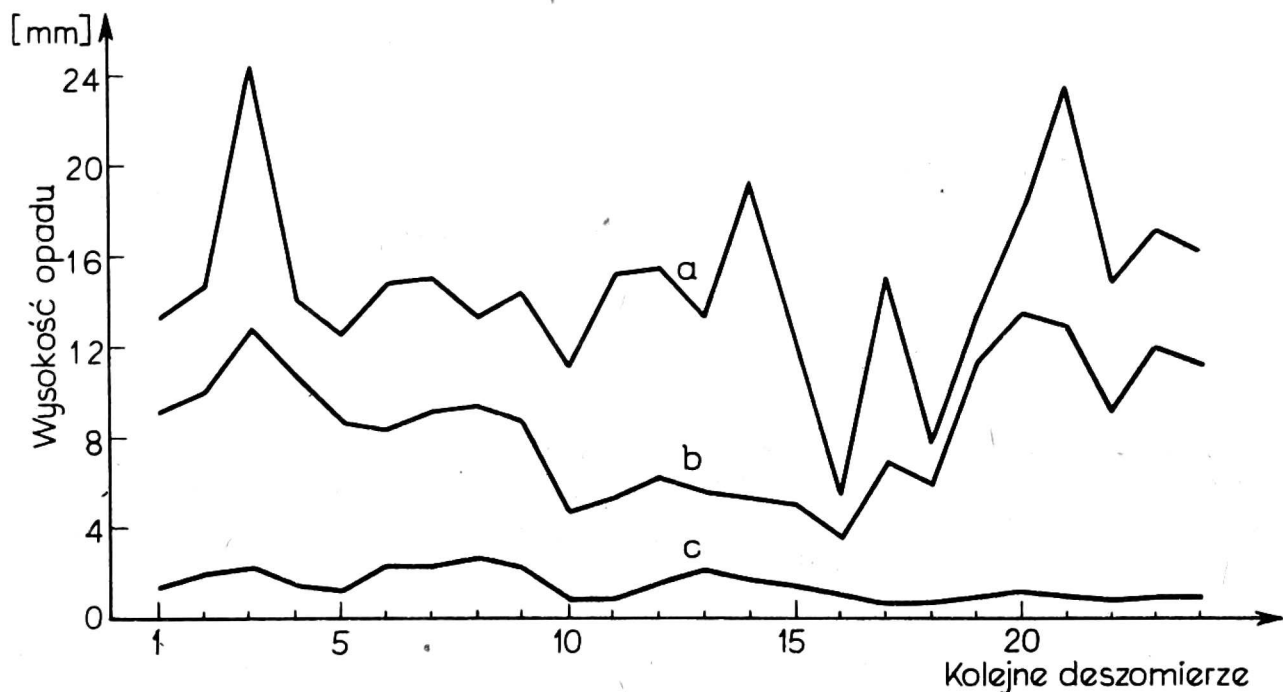
Omawiana mozaikowość rozkładu opadu na dzień lasu i jej względny spadek przy wzroście sumy opadu występuje jako reguła. W borach sosnowych tajgi dla opadów wynoszących nad lasem 1 - 2 mm charakterystyczny był współczynnik zmienności 20-30%, dla opadów 5-7 mm CV wynosiło 12-20%, a dla opadów większych od 15 mm już 10%

[22]. Deszczomierze w trakcie pomiarów stały wzdłuż linii prostych tak, że na 1 m bieżący przypadało aż 8 deszczomierzy (rys. 14).

Opad deszczu w grądzie w Białowieskim Parku Narodowym przy podobnych wartościach opadu znad lasu, jak w doświadczeniach w tajdze, wykazał wyższe wartości współczynnika zmienności (rys. 13) przy odstępach między deszczomierzami 5 m. Zdecydowała tu jednak bardziej urozmaicona struktura starego grądu.

W innym doświadczeniu, przeprowadzonym w tym samym grądzie w Białowieskim Parku Narodowym, deszczomierze były ustawione w odstępach 1 m (rys. 15) i opad na dnie lasu wykazał współczynnik zmienności zbliżony do otrzymanego poprzednio. Potwierdza to też wnioski o braku wpływu odstępów między deszczomierzami na wynik pomiaru przy odpowiednio licznych ich zbiorze [4].

Poszczególne opady tworzą wzdłuż linii ustawienia deszczomierzy krzywą, zachowującą zbliżony charakter przy różnych opadach. W przypadku tajgi fale o długości około 3 m odpowiadają odległościom między sosnami [22]. W przypadku zbiorowiska grądowego deszczomierze stojące w odstępach 1 m wykazują bardzo nieregularne fale (rys. 15), co jest wynikiem takiego zróżnicowania struktury pułapu drzewostanu. Nie można stwierdzić na podstawie tego rodzaju opracowania, jaka jest wielkość koron drzew, gdyż korony wielowarstwowego grądu zachodzą na siebie, zbiorowisko jest przy tym



Rys. 15. Rozkład opadu na dnie grądu w Białowieskim Parku Narodowym: a - opad 17 VIII 1963 r.,  $\bar{x} = 14,8$ ,  $SD = 3,9$ ,  $CV = 26,5$ ; b - opad 16 VII 1963 r.:  $\bar{x} = 8,5$ ,  $SD = 2,8$ ,  $CV = 33,0$ ; c - opad 28 VII 1963 r.,  $\bar{x} = 1,4$ ,  $SD = 0,6$ ,  $CV = 42,8$ . Istotny statystycznie współczynnik korelacji  $r = 0,64$  ( $P < 0,001$ ) jest tylko między a i b

wielogatunkowe i różnowiekowe [7]. Tak więc dane dla grądu wykazują większą zmienność opadu na dnie lasu z powodu struktury drzewostanu, a nie z powodu różnicy w metodyce.

Między rozkładami poszczególnych opadów, występujących w różnym czasie, jest większe lub mniejsze podobieństwo (rys. 14 i 15). Im mniejsze opady nad lasem - a więc i na dnie lasu - tym mniejsze jest statystyczne podobieństwo ich rozkładu, gdyż niewielka różnica w ilościach wody w deszczomierzach stanowi dużą procentową różnicę przy małym opadzie. Małe opady deszczu są też najczęściej krótkotrwałe, co sprzyja powstawaniu przypadkowego zróżnicowania warunków środowiskowych w tym niedługim okresie trwania deszczu. Podmuchy wiatru, odchylenia gałęzi lub koron i spowodowana tym zmiana drogi kropli może stworzyć wtedy między deszczomierzami różnice małe pod względem ilości wody (w mm), lecz znaczne względne.

Opad stosunkowo duży, powyżej 5-10 mm, występuje podczas dłuższego okresu. Jego rozkład na dnie lasu - profil utworzony przez ilość wody w deszczomierzach - nie jest przypadkowy, gdyż zależy przede wszystkim od struktury drzewostanu. Struktura ta może ulegać małym zmianom podczas padania deszczu tylko pod wpływem wiatru, a pulsacje prędkości i kierunku wiatru w ciągu dłuższego okresu nabierają już charakteru przypadkowego. Nie stoi to w sprzeczności z faktem różnicowania się opadu na dnie lasu pod wpływem wiatru, gdyż w tych rozważaniach chodzi o opady trwające w stałych warunkach zewnętrznych.

Fakt wzrostu podobieństwa (wyrażanego współczynnikiem korelacji) między rozkładami opadu na dnie lasu przy wzroście sumy opadu wiąże się z jednoczesnym wzrostem odchylenia standardowego w zbiorze deszczomierzy mierzących ten opad (rys. 15). W miarę powiększania się sumy opadu wzrastające bezwzględne różnice między deszczomierzami oddają w rzeczywistości wpływ struktury drzewostanu na rozkład opadu na dnie lasu. Przy tym - jak wiadomo - spada wartość współczynnika zmienności, a więc maleje zróżnicowanie względne ilości opadu na dnie lasu (rys. 13).

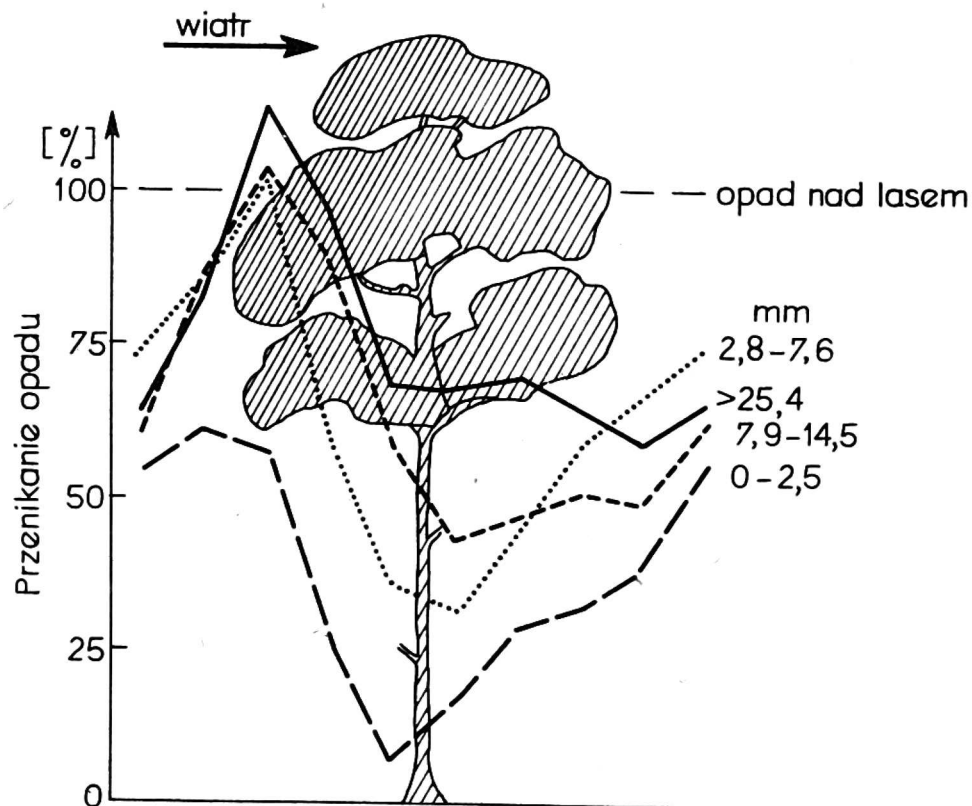
#### WPŁYW WIATRU NA ROZKŁAD OPADU NA DNIE LASU

Z czynników zewnętrznych pewien modyfikujący wpływ na rozkład opadu na dnie zbiorowiska leśnego może mieć prędkość i kierunek



wiatru. Prędkość wiatru w lesie jest zawsze mniejsza niż poza lasem i w wielowarstwowych wielogatunkowych zbiorowiskach może ulec zmniejszeniu nawet kilkunastokrotnie [18]. Szczególnie penetrowane przez wiatr są partie lasu o małym zadrzewieniu i niewielkim zwarciu, gdy warstwa koron znajduje się wysoko nad gruntem. Dotyczy to np. niektórych drzewostanów sosnowych, a także drzewostanów liściastych w okresie zimy.

Podczas ciszy najwięcej opadu dochodzi do powierzchni gruntu pod krawędzią korony drzewa, co można tłumaczyć tzw. efektem parasola. Stały kierunek wiatru podczas opadu powoduje, że najwięcej opadu deszczu występuje pod krawędzią korony na stronie dowie-trznej (rys. 16). Ta część korony pełni rolę tarczy wyłapującej krople wody mające wyraźną poziomą składową swego ruchu.



Rys. 16. Przenikanie opadu deszczu przez koronę sosny kanaryjskiej (*Pinus canariensis*) przy wpływie wiatru. Według Kittredge'a (1941) za Mitscherlichem [13]

W drzewostanie poszczególne drzewa mogą zachowywać się podobnie, jeśli zwarcie jest odpowiednio niskie, kształt koron drzew sprzyja wyłapywaniu kropeł i daje „efekt parasola”, kierunek wiatru jest stały, a prędkość wystarczająco duża. Rozkład opadu na dnie lasu jest wtedy inny niż podczas ciszy i może być zupełnie odmienny, jeżeli kierunek wiatru zmieni się na przeciwny [22].

Gdy korony drzew są symetryczne, o kształcie stożkowym oraz występuje wysoki stopień zadrzewienia i zwarcia, wtedy wiatr nie wpły-

wa istotnie na zmiany rozkładu opadu na powierzchni gruntu. Im wyższy stopień zadrzewienia, im większe zwarcie pułapu, tym opad jest rozłożony równomierniej [22]. Jest to po prostu wyrównywanie się rozkładu opadu na dnie lasu przy wyrównywaniu się i ujednocnianiu struktury drzewostanu i wypełnianiu pułapu.

#### UWAGI KOŃCOWE

Wielkość intercepcji opadu zmienia się zależnie od wielkości opadu nad lasem. Ważnym momentem granicznym jest nasycenie pułapu drzewostanu opadem.

Znajomość intercepcji maksymalnej oraz średniej intercepcji rzeczywistej drzewostanu informuje o ilości opadu mogącego dojść do powierzchni gruntu w zbiorowisku leśnym, gdy znane są wartości opadu znad (spoza) lasu. Przy dostatecznie dużych opadach wartość opadu na dnie lasu dąży do wartości opadu znad lasu.

Intercepcja drzewostanu jest stosunkowo łatwa do zmierzenia z punktu widzenia metodyki, a dokładne jej określenie wymaga praktycznie zebrania ponad 20 różnych przypadków opadu, a więc nie w każdym sezonie wegetacyjnym jest to możliwe.

Wartość opadu ściekającego po korze drzew jest znikoma i praktycznie może być nie uwzględniana.

Bardzo istotną rolę w terenach górskich odgrywają opady poziome, nasycające drzewostan wodą, co praktycznie jest trudne do zmierzenia. Utrudnia to określenie wartości intercepcji.

Gatunki iglaste zatrzymują zdecydowanie więcej opadu niż liściaste. Wprowadzenie drzewostanów mieszanych zamiast liściastych zwiększyłoby ilość opadu dochodzącą do dna lasu.

Bardzo dobrą charakterystyką siedliska jest roślinność potencjalna, która jest wyrazem dostosowania się m. in. i do panującego tam bilansu wodnego. Sadząc gatunki inne można świadomie lub nie wpłynąć na zmianę gospodarki wodnej, np. przez wprowadzenie świerków charakteryzujących się dużą intercepcją (pojemnością wodną). Jeśli można przez to ewentualnie polepszyć obieg wody w środowisku, to wiążą się z tym inne zjawiska, czasem negatywne, w produktywności siedliska. Zagadnienia te powinni starannie rozważyć specjaliści.

Jestem bardzo wdzięczny Panu Prof. M. S. Czarnowskiemu za przedyskutowanie zagadnień poruszanych w niniejszej pracy.

## LITERATURA

1. Czarnowski M. S.: Rzut oka na rolę lasu w gospodarce wodnej Polski. *Prz. geogr.*, 39, 1967; 519-535.
2. Czarnowski M. S.: *Zarys ekologii roślin lądowych*. PWN, Warszawa 1978.
3. Czarnowski M. S., Olszewski J. L.: Rainfall interception by a forest canopy. *Oikos* 19, 1968; 345-350.
4. Czarnowski M. S., Olszewski J. L.: Number and spacing of rainfall-gauges in a deciduous forest stand. *Oikos* 21, 1970: 48-51.
5. Ermich K.: Próba określenia udziału tzw. opadów poziomych w obiegu wody w przyrodzie. *Wiad. bot.*, 2, 1958: 219-236.
6. Geiger R.: *Das Klima der bodennahen Luftschicht*. Friedr. Vieweg u. Sohn. Braunschweig 1961.
7. Głogowska J., Olszewski J.: Opad deszczu w lesie liściastym. *Sylvan*, 111, 1967; 55-64.
8. Grunov J.: Die Niederschlagszurückhaltung in einem Fichtenbestand am Hohenpeissenberg und ihre messtechnische Erfassung. *Forstwiss. Centrbl.*, 84, 1965; 201-264.
9. Gumiński R.: Las jako czynnik makroklimatyczny. *Wiad. Służ. Hydrol. Meteor.*, 3, 1951; 114-147.
10. Intribus R.: Bilancia zrážok v lesnom bióme Carpineto-Quercetum. *Lesn. Stud.*, 28, 1977: 1-64.
11. Kittredge J.: *Forest influences the effects of woody vegetation on climate, water, and soil*. 1948. *Wyd. ros.* 1951: 1-456. Moskwa.
12. Klein J.: Przenikanie opadów atmosferycznych do dna lasu grądowego Tilio-Carpinetum w północnej części Puszczy Niepołomickiej. *Fragm. flor. geobot.* 25, 1979: 563-578.
13. Mitscherlich G.: *Wald, Wachstum und Umwelt*. 2. Band Waldklima und Wasserhaushalt. J. D. Sauerländer's Verlag. Frankfurt am Main 1971.
14. Molga M.: *Meteorologia rolnicza*. PWRiL, Warszawa 1958.
15. Obmiński Z.: *Ekologia lasu*. PWN, Warszawa 1978.
16. Olszewski J.: Pomiary opadu deszczu w grądzie (Quercus-Carpinetum medioeuropaeum Tüxen 1936) w Białowieskim Parku Narodowym. *Sylvan*, 109, 1965; 27-32.
17. Olszewski J. L.: Porównanie występowania rosy w lesie i na terenie otwartym. *Fol. forest. pol.* A 12, 1966: 249-260.
18. Olszewski J. L.: Wind velocity in a deciduous forest stand and in an unwooded area. *Ekol. pol.* 22, 1974; 223-235.
19. Olszewski J. L.: Relation between the amount of rainfall reaching the forest floor and the amount of rainfall over a mixed deciduous forest. *Phytocoenosis* 5, 1976, 127-156.
20. Orzeł W.: *Intercepcja opadów atmosferycznych w łąkach roślin uprawnych*. (Maszynopis) 1980.
21. Tomanek J.: Badania pluwiometryczne w borze iglastym Białowieskiego Parku Narodowego. *Rocz. Nauk leś.*, 21, 1958; 61-95.
22. Volokitina A. V.: Osobennosti raspredelenija doždevykh osadkov pod pologom lesa. *Lesovedeniye*, 2, 1979: 40-48.
23. Woźniak Z.: Próba określenia udziału wody z osadów w bilansie wodnym północnych stoków Karkonoszy. *Zesz. probl. Post. Nauk rol.*, 162, 1975: 311-327.
24. Woźniak Z.: Wstępne wyniki pomiarów intercepcji w sudeckich drzewostanach świerkowych. *Prz. geof.*, 22, 1977; 279-286.

Ежи Л. Ольшевски

ПЕРЕХВАТЫВАНИЕ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ И ЕГО ВЛИЯНИЕ  
НА ВЕЛИЧИНУ ЭТИХ ОСАДКОВ ДОСТИГАЮЩИХ ПОВЕРХНОСТИ  
ПОЧВЫ В ЛЕСУ

## Р е з ю м е

Для определения величины перехватывания необходимо провести репрезентативные измерения на дне леса и в таком случае количество 25–30 дождемеров установленных в регулярных промежутках на поверхности почвы практически достаточно. Сток воды вниз по коре деревьев (рис. 3) обычно не превышает 2% и поэтому его можно оставить вне учета.

Имеется тесная корреляция между количеством осадков на дне леса и количеством осадков над лесом (рис. 4). Величина перехватывания осадков выраженная в миллиметрах также коррелирует с суммой осадков над лесом (рис. 5). Перехватывание можно также выразить в процентах осадков над лесом (рис. 6). Величина действительного перехватывания является функцией величины максимального перехватывания, обусловленного структурой лесного сообщества, а также количества осадков над лесом и коэффициентов для данного вида древостоя. Максимальное перехватывание зависит от средней высоты деревьев, суммы площадей их поперечных разрезов и численности, а также от коэффициента прилегамости дождя для данного вида. Этой проблемой занимался Чарновски [2, 3].

Хвойные деревья характеризуются более интенсивным перехватыванием осадков, чем лиственные (рис. 7), а осадки под елью могут продолжаться более короткое время, чем над лесом, тогда как под лиственными деревьями они более долгие.

Перехватывание осадков зависит от возраста и видового состава древостоя (рис. 8). Годовой ход перехватывания осадков (рис. 9, 10) над лесом и на дне леса свидетельствует о том, что самые низкие величины стандартного отклонения (SD) и коэффициента изменчивости (CV) показывает перехватывание (таблицы 1 и 2).

Перехватывание снежных осадков (рис. 11) трудно измеримое, поскольку в данном случае получают завышенные величины. Встречаются также отрицательные величины в связи с падением в дождемеры снега накопленного на ветвях. Перехватывание снега имеет важное значение, поскольку оно касается осадков составляющих 15% годовой суммы всех атмосферных осадков.



Горизонтальные осадки насыщают древостой водой во время туманов, особенно на опушках леса и в горах. Они могут превышать годовую сумму дождевых и снежных осадков. Горизонтальные осадки практически очень трудно измеримые, а следовательно трудно измеримое и их перехватывание древостоями. Определение же перехватывания осадков на основании измерения дождя (или снега) над лесом и под пологом леса является неправильным.

Иней является одним из элементов гидрологического баланса, подобно как снег, однако его чрезмерное накапливание на ветвях, что является также видом перехватывания, приводит к значительным потерям в древостоях.

Разные количества осадков над лесом достигают поверхности почвы в разных местах. Это является функцией структуры древостоя, в том числе густоты древостоя, сомкнутости полога, густоты листьев, формы крон. Наибольшие количества осадков наблюдаются под краем крон (зонтичный эффект), часто превышающие количества в межкронных пространствах (рис. 12). Чем выше осадки над лесом, а следовательно и на дне леса, тем больше их абсолютная дифференциация (рост величины  $SD$ ) на дне леса, а меньше относительная дифференциация (снижение величины  $CV$  - рис. 15). Интенсивность осадков над лесом, выраженная в миллиметрах в час, практически не влияет на указанную дифференциацию.

Ветер влияет на распределение осадков по дну леса, поскольку в данном случае кроны подвергнутые действию ветра играют роль щита вылавливающего дождевые капли, движущиеся в четком горизонтальном направлении (рис. 16).

Количество воды достигающей дна леса можно повысить путем введения примеси лиственных видов деревьев (с меньшей способностью перехватывания) к хвойным древостоям. Однако в денном случае следует учитывать потенциальную растительность, которая в силу своего характера может сама приспособливаться к среде, в том числе и к ее водному балансу.



Jerzy L. Olszewski

INTERCEPTION AND ITS INFLUENCE ON THE AMOUNT OF  
ATMOSPHERIC PRECIPITATIONS REACHING THE GROUND SURFACE  
IN FORESTRY

S u m m a r y

Representative precipitation measurements on the forest floor are required for the interception capacity determination. The number of 25-30 raingauges established at regular intervals on the ground surface is practically sufficient for this purpose. The water flow down tree bark (Fig. 3) does not exceed usually 2% and therefore can be disregarded.

There is also a close relationship between the precipitation amount on the forest floor and the precipitation sum above forest (Fig. 4). The interception expressed in mm is also correlated with the precipitation sum above forest (Fig. 5). The interception can be expressed also in per cent precipitations above forest (Fig. 6). The value of real interception is also a function of the maximum interception depending on the stand structure as well as precipitations above forest for particular stand kinds. The maximum interception depends on the mean height of trees, the sum of their cross-section areas and their number as well as on the rain adhesiveness coefficient of the given tree species. This problem was dealt with by Czarnowski [2, 3].

The interception in coniferous trees is higher than that in deciduous ones (Fig. 7), whereas rainfall under spruce may last shorter time, being of longer duration under deciduous trees, than that above forest.

The interception depends on age and species composition of stand (Fig. 8). The annual course of interception (Figs. 9, 10) of precipitations above forest and those on the forest floor proves that the lowest values of standard deviation (SD) and of coefficient of variability (CV) are proved due to interception (Tables 1, 2).

The snowfall interception (Fig. 11) is difficult to measure, as its too high values are obtained then. Also negative values happen sometimes to occur due to falling of certain snow amounts from branches into raingauges. The snow interception is important as far as it concerns 15% of the total annual precipitation sum.

Horizontal precipitations saturate with water the stand during mist or fog, particularly at the forest fringes and in mountains. They may even exceed the annual rain- and snowfall sum. As they are particularly difficult to measure, their interception by the stand is difficult determinable as well. On the other hand, the interception determination basing on measurements of rain (or snow) above and under the forest canopy is incorrect.

Rime is an element of the hydrologic balance, similarly as snow, but its excessive accumulation on tree branches, what is a form of interception too, leads often to considerable damages in stands. Different precipitation amounts from above forest reach the ground surface at different places. It is the function of the stand structure, inclusively with the density of trees and canopy cover, of foliage and the shape of tree crowns. The highest precipitation amounts are to be found under the tree crown edges (the umbrella effect), often even higher than in gaps between crowns (Fig. 12). The greater precipitation above forest, and thus on the forest floor, the higher its absolute differentiation (increase of SD values) at the forest floor and the lower its relative differentiation (decrease of CV values - Fig. 15). The precipitation intensity above forest expressed in mm per hour, does not affect practically the above differentiation.

Wind affects the precipitation distribution over the forest floor, as in such case the tree crowns exposed to the wind action play the role of a shield catching rain droplets driven in a distinct horizontal direction (Fig. 16).

The water amount reaching the forest floor can be increased by admixture of deciduous tree species (of lower interception capacity) into coniferous stands. In that case, however, the potential vegetation, which can adapt itself by its very nature to the given site and thus to the water balance of the given landscape, should be taken into consideration.