

M. CZARNOWSKI

Uniwersytet Jagielloński, Kraków

Zastosowanie pasów przeciurwiatrznych w Polsce

Zarówno historia, jak i obserwacje współczesne pozwalają nam stwierdzić, że wiele obszarów dawniej bardzo żyznych i gęsto zaludnionych przeda się w nieużytki i w rezultacie staje się jałowym stepem — wreszcie pustynią.

Stepowienie i z reguły następujące po nim pustynnienie wielu rozległych krain ma swoje źródło głównie w zlikwidowaniu lasów, których istnienie było wynikiem wielowiekowej ewolucji szaty roślinnej w związku ze zmianami klimatycznymi, jakim podlegała poszczególne kraina. Z tego powodu w chwili obecnej w tych krainach jest rzeczą niemożliwą s a m o c z y n n a restytucja lasów, gdyż wymagałaby ona ponownego przejścia obszarów, dzisiaj często już zupełnie pozbawionych gleby, przez te wszystkie ogniwa ewolucji, jakie przeszła kraina w poprzednich epokach.

Jesteśmy dzisiaj świadkami obniżenia się granicy lasów w górach Europy. Jest rzeczą wątpliwą, czy świadczy to o oziębianiu się klimatu, bo z drugiej strony notuje się ostatnio wyraźne cofanie się lodowców. Raczej jedno i drugie zjawisko, to rezultat destrukcyjnej działalności ludzkiej.

Nim Grecja zabłysła swoją świetną kulturą, wiatr zasypał już ruiny miast Hetytów. Dzisiejsza pustynia Gobi była niegdyś ulubionym terenem łowieckim Dzyngis-Chana. Wodociągi Cezarei w czasach Cesarstwa Rzymskiego dostarczały miastu dziennie 8 000 m³ wody, o czym świadczą dzisiaj wyschnięte akwedukty. Księżycowy krajobraz Karstu, to skutki całkowitego wyeksploatowania lasu przez kupiecką Republikę Wenecką.

Dzisiejsze pustynne obszary, ciągnące się od Mauretanii poprzez Atlas, Kartaginę, Palestynę do Kapadocji i dalej, niegdyś (za czasów Cesarstwa Rzymskiego) gęsto zaludnione, uległy zniszczeniu na skutek nieumiejętnej gospodarki człowieka.

Obnażenie skał Tyrolu za Napoleona i „puszczenie z wiatrem“ już za naszego życia 144 000 000 ha urodzajnej ziemi w USA oraz uruchomienie tamże dalszych 400 000 000 ha niegdyś pysznej ziemi (18), to znowu skutki destrukcyjnej, bezmyślnej gospodarki kapitalistycznej.

Podana przez Kasatkina (19) zależność rzuca dużo światła na to zjawisko. Według Kasatkina szata roślinna, utrzymywana w stanie jej właściwego nawilgotnienia gleby, stwarza sprzyjające warunki dla wywołania opadów. W takim układzie stosunków jeden deszcz wywołuje następny. Zależność ta ma zastosowanie i w takiej sytuacji, gdy dokona-

liśmy zmian w szacie roślinnej bez znajomości zasad fizjotaktyki: przesuszona powierzchnia sztucznego stepu, jakim jest każda plantacja agromiczna, pociąga za sobą dodatkową suszę. Nieprzerwana redukcja lasu do zera obejmująca coraz to większe obszary i brak troski o odpowiedni obieg wody w atmosferze, przy nieznanym zasad agrotechniki i bilansu energetycznego naszej skorupy ziemskiej — oto w wielkiej mierze powód pustynnienia ogromnych połaci naszego globu.

Nic więc dziwnego, że wyraźne zmienianie się charakteru Wielkopolski w kierunku stepowienia (na przykład ukazanie się charakterystycznego ptaka stepowego — dropia) kazało prof. A. Wodziczce (23) uderzyć w dzwon na trwogę: Wielkopolska stepowieje!

Zachęcające rezultaty odstepiającego działania pasów przeciwwietrznych w Związku Radzieckim, wyrażające się już dzisiaj uzyskanym przeciętnym podniesieniem plonów o 35%, jak również oparte na mocnych teoretycznych podstawach przewidywanie trwałej zmiany makroklimatu południowej połaci europejskiej części ZSRR, każą rozpatrzyć zagadnienie stosowalności tej metody w Polsce.

Najsilniejsze działanie na roślinność, zarówno pierwotną, jak i uprawną, wywierają te czynniki, które decydują o gospodarce wodnej.

Dla scharakteryzowania stosunków wilgotnościowych pewnej miejscowości używa się stosunku wielkości opadu atmosferycznego w określonym okresie (R), do zdolności ewaporacyjnej powietrza w tymże okresie (I względnie E). Wiemy, że zdolność ewaporacyjna powietrza jest funkcją temperatury, więc niektórzy autorzy stosują różne formy wzorów o takiej oto najogólniejszej budowie:

$$K = \frac{f(R)}{f(t)} \quad (1)$$

gdzie:

R = opad atmosferyczny w mm,

t = temperatura powietrza w stopniach Celsjusza.

Istnieje olbrzymia ilość propozycji wzorów na wskaźnik wilgotnościowy. Rozpatrzmy tutaj zaledwie kilka w celu wykazania, że są to mniej lub więcej udane warianty jednego pomysłu.

Lang wprost określa:

$$K = \frac{R \text{ (roczne)}}{t \text{ (średnia roczna)}} \quad (2)$$

nazywając tę wielkość „czynnikiem deszczowym“ („Regenfaktor“).

Lang znajduje związek między tym wskaźnikiem a stopniem zbielicowania gleby. Według niego:

- 1) gleby słone tworzą się przy czynniku deszczowym < 40 ;
- 2) gleby żółte, czerwone i lateryty, tworzą się przy czynniku deszczowym $40 \div 60$;
- 3) gleby brunatne tworzą się przy czynniku deszczowym $60 \div 100$;
- 4) czarnoziemy tworzą się przy czynniku deszczowym $100 \div 160$;
- 5) gleby bielcowe „ „ „ „ „ „ < 160 .

Przypadek tutaj zrzędził, że temperatura w skali Celsjusza w przedziale od $+ 5^{\circ}\text{C}$ do $+ 30^{\circ}\text{C}$ jest co do wielkości prawie równa prężności nasyconej pary wodnej w tejże temperaturze, mierzonej w mm słupa Hg. A funkcją tej prężności jest zdolność ewaporacyjna powietrza, lecz nie jest to zależność tak prosta, toteż wzór ten nie zyskał sobie uznania.

Oelkers modyfikuje ten wzór nieznacznie, a mianowicie:

$$K = \frac{R \text{ (okresu wegetacyjnego)}}{t \text{ (średnia okresu wegetacyjnego)}} \quad (3)$$

Nieracjonalność takiego ujęcia wynika z tego, że roślina korzysta z opadu nagromadzonego w zimie, a ilość opadów zimowych nie jest dla roślin obojętna, szczególnie w klimacie kontynentalnym.

Wzór Langa daje wyniki niepomiernie duże w niskich temperaturach.

De Martonne starając się zapewne naprawić tę usterkę stosuje wybieg następujący:

$$K = \frac{R \text{ (roczne)}}{t \text{ (średnia okresu wegetacyjnego)} + 10} \quad (4)$$

i nazywa owo K „wskaźnikiem suszy“ („indice d' aridité“).

Rzeczą godną uwagi jest fakt, iż w Szwecji znaleziono dostatecznie ścisłą zgodność tego wskaźnika z rozsiedleniem wielu roślin i że znaleziono ścisły związek tego wskaźnika dla okresów miesięcznych z czasem trwania opadów, wyrażonym w minutach na miesiąc.

Wzór Reichel'a (9) nie jest niczym innym jak przeróbką poprzedniego wzoru, a mianowicie:

$$K = \frac{R \cdot n}{(t + 10) 180} \quad (5)$$

gdzie:

n = liczba dni z opadem ≥ 1 mm,

(liczba 180 jest średnią liczbą dni z opadem ≥ 1 mm dla Niemiec).

W propozycji tej jest zawarta duża doza słuszności, mianowicie popraw-

ka $\frac{n}{180}$ powinna mieć istotne znaczenie, gdyż w ten sposób wzór charak-

teryzuje klimat nie tylko pod względem sumarycznej ilości opadu, ale i pod względem rzesistości opadów, co dla roślinności nie jest bez znaczenia. Opady słabe wyparowują zanim rośliny zdążą z nich skorzystać.

Na przykład dostrzeżono, że granicę rozsiedlenia jodły wyznacza gęstość opadu w sezonie wegetacyjnym równa 5 mm. (Gęstością opadu nazywam tu stosunek ilości opadu do ilości dni z opadem).

Meyer zaproponował wzór, podający w mianowniku niedosyt wilgotności:

$$K = \frac{R}{(p' - p) \text{ mm słupa rtęci}} \quad (6)$$

Wzór ten znajduje duże zastosowanie w Stanach Zjednoczonych i Australii.

Wszystkie te wzory są mniej lub więcej udalymi, świadomymi, czy też nieświadomymi, przeróbkami wzoru podanego w roku 1905 przez G. N. Wysockiego, względnie szczególnymi przypadkami najogólniejszego wzoru, podanego przez tegoż autora. Wzór Wysockiego ma formułę następującą:

$$K = \frac{R \text{ [mm]}}{E \text{ [mm]}} \quad (7)$$

gdzie:

- K — wskaźnik wilgotnościowy,
- R — opad w mm,
- E — zdolność ewaporacyjna powietrza w mm (wody).

Wskaźnik wilgotnościowy, przy zastosowaniu sposobu obliczania E podanego przez Iwanowa, należy obliczać poszczególnymi miesiącami, a dla całego roku jest charakterystyczna średnia z poszczególnych miesięcy, a więc

$$K = \frac{1}{12} \sum_{x=1}^{x=XII} \left(\frac{r_x}{0,18 (t_x + 25)^2 \left(1 - \frac{w_x}{100}\right)} \right) \quad (8)$$

gdzie:

- r_x — opad miesiąca x ,
- t_x — średnia temperatura powietrza w miesiącu x ;
- w_x — średnia względna wilgotność powietrza w % w miesiącu x .

Wzór Wysockiego jest bardzo logiczny i praktyczny. Logika jego wynika z tego, iż zarówno licznik, jak i mianownik, mają ten sam wymiar, więc wskaźnik staje się liczbą niemianowaną, jak być powinno, gdyż jest to liczba wskazująca stosunek ilości wilgoci dostarczonej przez opad do potencjalnej zdolności pochłonięcia tej wody przez atmosferę.

Wskaźnik ten przyjmuje wielkości

- w strefie lasów $K \geq 1,3$
- w środkowej partii stepów $K = 0,67$
- na granicy stepu i półpustyni $K = 0,3$

Szymkiewicz (21) opracował niezmiernie pomysłowy sposób określania wielkości K , którą nazwał „ilorazem wilgotnościowym“:

$$K = \frac{R}{I} \quad (9)$$

gdzie:

- R — roczna suma opadów w mm,
- I — suma średnich miesięcznych maksimumów wskaźnika parowania, wskaźnik parowania = i

$$i = (p' - p) \frac{273 + t}{273} \cdot \frac{760}{B - p'}$$

- B — ciśnienie barometryczne.

Sposób ten jest więc podobny do sposobu Meyera z tym, że Szymkiewicz używa maksimum wskaźnika parowania, podczas gdy Meyer — średnich niedosytów wilgotności.

Sposób Szymkiewicza nie daje tak przemawiających do wyobraźni rezultatów, jak sposób Wysockiego, a ponadto nie można go użyć, gdy rozporządzamy wielkościami średnimi, dobowymi lub miesięcznymi, a z takim materiałem mamy często do czynienia. W Polsce iloraz Szymkiewicza przedstawia wartość liczbową ca 6 razy większą niż wskaźnik Wysockiego.

Wskaźnik wilgotnościowy odgrywa bardzo poważną rolę w studiach ekologicznych, ponieważ charakteryzuje klimat określonego obszaru pod względem stosunków wilgotnościowych.

Wskaźnik wilgotnościowy w Polsce obliczony sposobem Wysockiego waha się od 2,78 (Zakopane) do 1,01 (Legnica).

Klimat miejscowości o wskaźniku wilgotnościowym wyższym od 1,3 uważa się w Związku Radzieckim za klimat o bardzo korzystnych warunkach dla egzystencji lasów, a więc klimat dostatecznie wilgotny. Przewiduje się, że po zrealizowaniu Stalinowskiego Planu Przeobrażenia Przyrody iloraz ten, wynoszący w północnych partiach stepu 1,00, mocno się podniesie i osiągnie wartość 1,35.

Na podstawie danych obliczyłem wskaźnik wilgotnościowy wg Wysockiego dla 34 stacji meteorologicznych w okresie od r. 1919 do 1937 (8). Zdolność ewaporacyjną powietrza dla poszczególnych miesięcy obliczyłem wzorem N. N. Iwanowa:

$$E = 0,18 (25 + t)^2 \cdot \left(1 - \frac{w}{100}\right) \quad (10)$$

gdzie:

t — średnia miesięczna temperatura powietrza,

w — „ „ „ wilgotność względna powietrza.

Przegląd obliczonych wartości po naniesieniu na mapę wskazuje, że na obszarze Polski dają się wyróżnić dwa rejony o niskiej wartości wskaźnika wilgotnościowego: pierwszy — legnicko-wrocławsko-rawicki i drugi — poznańsko-ciechociński.

Dla Ciechocinka wskaźnik ten wynosi:

$$K = 1,11$$

Dla sporządzenia orientacyjnego bilansu wodnego okolic Ciechocinka wykonuję następujące obliczenia:

P a r o w a n i e obliczam wzorem Fischera (11)

$$P = (6 - g) \frac{R}{100} + (405 - 9g) = 434 \text{ mm} \quad (11)$$

gdzie:

g — zero (dla warunków średnich),

R — ilość opadów w ciągu roku = 477 mm (dla Ciechocinka),

S p ł y w obliczam wzorem Pencka (6):

$$A = 0,73 (R - 420 \text{ mm}) = 42 \text{ mm} \quad (12)$$

Sprawdzenie:

$$A + P = R$$

$$434 + 42 = 476$$

a powinno być 477.

$$K = \frac{477}{434} = 1,1$$

więc uzyskujemy zgodność zupełną z poprzednio uzyskaną wartością.

W świetle powyższych liczb (danych) wyniki uzyskane wzorami Fischera i Pencka należy uważać za poprawne dla rejonu Ciechocinka. Dane pomiarowe najbliższego rejonu — Noteć górna (16) — wykazują bardzo podobne rezultaty, mianowicie:

$$R = 480 \text{ mm}$$

$$A = 60 \text{ mm}$$

$$P = 420 \text{ mm}$$

Do obliczenia wskaźnika wilgotnościowego tego upośledzonego pod względem wilgotnościowym obszaru użyłem wzoru Wysockiego, który to wzór zdał egzamin w warunkach stepu czarnomorskiego. Szczególnie moment stopnia kontynentalizmu różni rejon Ciechocinka od rejonu np. Połtawy. Jeśli zważymy, że mniejszy stopień kontynentalizmu pociąga za sobą mniejsze wykorzystanie przez roślinność opadów zimowych oraz zwiększenie ruchliwości powietrza (średnie szybkości wiatrów zmniejszają się w głębi kontynentów wskutek tarcia) (23), to musimy dojść do wniosku, że posługując się wzorem Wysockiego uzyskujemy raczej wielkości zbyt wielkie, tzn. nawet za słabo wyrażające stopień upośledzenia wilgotnościowego rejonów o klimacie zbliżonym do morskiego.

Z kolei staram się przewidzieć, jaką wartość przybierze K po dokonaniu pasów przeciwwietrznych. Opierając się na doświadczeniach przeprowadzonych w Związku Radzieckim w warunkach podobnych pod względem wartości wskaźnika K , zakładam co następuje:

a) że po wykonaniu pasów nie nastąpi wzmożenie wewnętrznego obiegu wody, tzn. że pasy te nie zmienią przeciętnej rocznej wartości opadów w tymże rejonie;

b) że spływ ogólny na skutek działania pasów zmniejszy się o 30% względem spływu dotychczasowego, tak jak to stwierdzono na Ukrainie. (2);

c) że spływ podziemny obecnie wynoszący 25% spływu ogólnego (1,6), po dokonaniu pasów wzrośnie do 70% ogólnego spływu, jak to stwierdzono na Ukrainie (Bodrow);

d) że wilgotność przyziemnej warstwy przestrzeni między pasami po ich wykonaniu wzrośnie o 15%, jak to stwierdzono na Ukrainie.

Zestawiając liczby otrzymamy taki oto obraz:

Zestawienie elementów do obliczenia wskaźnika wilgotnościowego

	R opad	P parowanie sumaryczne pól i zadrzewień	A spływ		
			powierz- chniowy	podziem- ny	suma- ryczny
Stan obecny	477	434	321	10	42
Po wykonaniu pasów	477	448	7	22	29

A więc po wykonaniu pasów wskaźnik wilgotnościowy Wysockiego przybierze wartość

$$K = \frac{477}{448 (1 - 0,15)} = \frac{477}{381} = 1,25$$

Ta próba bilansu wodnego wskazuje wyraźnie na możliwość bardzo poważnego podniesienia wilgotności gleby i uwilgotnienia klimatu rejonów stepowiejących. Z bilansu tego wynika, co następuje: pasy roślinności drzewiastej podniosą wilgotność gleby, jak również podniosą wilgotność powietrza kosztem poważnego zmniejszenia spływu powierzchniowego.

Głównym czynnikiem meteorologicznym, który zmieniają pasy, co w rezultacie podnosi w rejonach niekorzystnie uwilgotnionych plony rolnicze — jest wiatr. Wszystkie inne czynniki mikroklimatu przestrzeni agromicznych w zasadzie są funkcjami wiatru. Ponadto pasy, z powodu właściwego im zdrenowania korzeniami gleby oraz utworzenia swoją ściółką specjalnie wodochłonnej struktury gleby, stanowią poważną zaporę przeciw spływowi powierzchniowemu.

Według Dietowieckiego wielkość osłonięcia przed wiatrem przestrzeni przez pas wyraża się wzorem:

$$l_{odw} = 3,61 \cdot H^{1,25} \cdot m \left(\frac{V}{V_0 - V} \right) \quad (13)$$

$$l_{naw} = 0,25 \cdot H^{1,25} \cdot m \left(\frac{V}{V_0 - V} \right) \quad (14)$$

gdzie:

l — szerokość osłoniętej strefy z odwietrznej lub nawietrznej strony, zależnie od znacznika, w metrach,

H — wysokość pasa w metrach,

m — wskaźnik gęstości pasa,

v — maksymalna dopuszczalna szybkość wiatru w m/sek., lub szybkość wiatru w odległości l od brzegu pasa,

V_0 — szybkość wiatru na otwartej przestrzeni w m/sek.

Przez gęstość pasa należy rozumieć zdolność do hamowania przepływu strug powietrza, wiatru. Jeśli stosunek szybkości wiatru na odwietrznej

stronie pasa do szybkości wiatru na nawietrznej stronie pasa nazwiemy σ wówczas

$$m = 1 - \sigma \quad (15)$$

tj. jeśli na przykład szybkość wiatru po przejściu przez pas spada do $1/3$ pierwotnej szybkości, to wówczas $m = 2/3$.

Ze wzoru tego widać, że l_{odw} jest wprost proporcjonalne do m .

Jeśli wielkość osłoniętej przestrzeni określać nie według dopuszczalnej szybkości wiatru, ale według względnej, tj. przyjmując

$$v = k \cdot v_0 \quad (16)$$

tak, jak się to powszechnie praktykuje, to otrzymujemy wzór:

$$l_{odw} = 3,61 \cdot H^{1,25} \cdot m \left(\frac{K}{1-K} \right) \quad (17)$$

Z powyższego wynika, że wielkość osłoniętej przestrzeni określana według stosunku szybkości, jest wielkością stałą, niezależną od szybkości wiatru.

Te same studia wykazały, że na wielkość l_{odw} nie ma wpływu szerokość pasa, lecz tylko gęstość m .

Z tego powodu pasy przeciwwietrzne mogą być stosunkowo wąskie ca 12 m szerokości. Jeśli siatka pasów wynosi na przykład $500 \text{ m} \times 1000 \text{ m}$, to pasy zajmują równo 4% powierzchni.

Pas wysokości 15 m o gęstości $2/3$ obniża szybkość wiatru o 15% w odległości

$$l_{odw} = 3,61 \cdot 15^{1,25} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{0,85}{0,15} = 405 \text{ m}$$

Więc można szacować, że odstęp pasów wynoszący 500 m obniży szybkość wiatru przeciętnie w przestrzeni międzypasowej nie mniej niż o 20%.¹

Transpiracji roślin można przypisać następujący wzór (20):

$$P = \gamma \left(\frac{t+273}{273} \right)^2 (p' - p) \quad (18)$$

gdzie:

P — ilość pary wodnej wytranspirowanej z jednostki powierzchni w jednostce czasu,

γ — liczba stała charakteryzująca płat roślinności,

t — temperatura liści (identyfikowana nie zawsze słusznie z temperaturą powietrza),

p' — prężność nasyconej pary wodnej w temperaturze t

p — rzeczywista prężność pary wodnej w temperaturze t .

¹ Wzór Dietowieckiego wyraża dobrze zależność dopiero w odległości $l > 4H$, tzn. od ca 50 m od granicy pasa. Wśród drzew pasa może zdarzyć się, że $v > v_0$

Tuż za pasem $\frac{v}{v_0} = 0$ i stopniowo v spada aż do odległości $l \approx 4H$. Dla dalszych odległości ma zastosowanie wzór Dietowieckiego.

Ponieważ w praktyce najczęściej posługujemy się nie niedosytem wilgotności, lecz wilgotnością względną wyrażaną w procentach, zważmy, że

$$p' - p = p' \left(1 - \frac{w}{100}\right) \quad (19)$$

a zatem

$$P = \gamma \cdot p' \left(1 - \frac{w}{100}\right) \cdot \left(\frac{t+273}{273}\right)^2 \quad (20)$$

Najpraktyczniej w pracach techniczno-melioracyjnych p' odczytywać z tablic. Ponieważ, jak wiadomo, w zakresie obchodzących nas temperatur między $+5^\circ\text{C}$ a $+30^\circ\text{C}$ wartość p' wyrażona w mm słupa rtęci niewiele się różni od wartości liczbowej temperatury wyrażonej w stopniach Celsjusza, dla wstępnych rozważań jest dopuszczalne przybliżenie:

$$p' - p = t \left(1 - \frac{w}{100}\right) \quad (21)$$

przy czym popełniamy błąd przez nadmiar.

Wartość wyrażenia $\left(\frac{t+273}{273}\right)^2$ w tym interwale niewiele znów odbiega od jedności, więc upraszczając równanie (18) otrzymujemy w przybliżeniu

$$P \approx \gamma \cdot t \left(1 - \frac{w}{100}\right) \quad (22)$$

Wzór ten pracuje bezbłędnie tylko w najbliższej okolicy temperatury $+20^\circ\text{C}$, toteż może być stosowany tylko we wstępnych opracowaniach.

Szymkiewicz znalazł, że wpływ wiatru na parowanie z terenu pokrytego roślinnością wyraża się funkcją liniową:

$$k = a + bv \quad (23)$$

gdzie:

a — wielkość stała, niezależna od roślinności, określona przez Szymkiewicza na 34,6,

b — wielkość zależna od charakteru roślinności, (np. dla pola koni czyny 21,4),

v — szybkość wiatru w m/sek.¹

Reasumując:

$$P = \gamma \cdot t \cdot \left(1 - \frac{w}{100}\right) \cdot (a + bv) \frac{\text{g}}{\text{godz.m}^2} \quad (24)$$

¹ W starszej literaturze związek między parowaniem a szybkością wiatru podawano w formie: $P_1 = P \sqrt{v}$. Niewłaściwość takiego ujęcia ujawnia się przy $v=0$. Wybiegi w rodzaju: $P_1 = P \sqrt{0,3 + v}$ (Wagner) nie ratują sytuacji. Najnowsze badania potwierdziły słuszność formy Szymkiewicza. Bodrow na przykład na polach Ukrainy znalazł zależność:

$$P_1 = (p' - p) (35 + 13v)$$

Zorientujemy się, o ile zmniejszy się parowanie na przykład pola koni-czyny, gdy szybkość wiatru wynoszącą 2 m/sek. zmniejszymy o 20%.

$$\frac{P - P_1}{P} \cdot 100 = \frac{42,8 - 34,2}{34,6 + 42,8} \cdot 100 = 11,1\%$$

Faktycznie otrzymujemy jeszcze większą oszczędność, gdyż między pa-sami nie tylko zmaleje szybkość wiatru, ale wzrośnie wilgotność powie-trza, mianowicie, jak wykazują badania radzieckie, od 10% do 30%.

W wypadkach więc takich, gdzie praktyka rolnicza odczuwa braki wody, okresowe lub stałe, uzyskanie zwiększenia masy plonów przy zmniejszo-nym rozchodzie wody jest możliwe przez osłonięcie upraw systemem pa-sów przeciwwietrznych.

Wytlumaczenie samego mechanizmu związku między produkcją masy roślinnej a wilgotnością powietrza przekracza ramy niniejszego artykułu. W każdym razie jest pewne, że w określonych warunkach gleby i makro-klimatu, dobór pozostałych warunków znajdujących się w bezpośrednim zasięgu działalności gospodarczej człowieka prowadzący do obniżenia transpiracji roślin, wzmacnia produkcję rolną. Świadczą o tym doświadcze-nia Wollnego (15), Szaumiana (15), Ostromeckiego (16, 17), praktyka agronomiczna w Związku Radzieckim (19), badania wpływu zadrzewień ochronnych na plony agronomiczne (2).

Ponieważ celowe jest dążenie do zmniejszenia transpiracji roślin uprawnych w dzielnicach cierpiących na niedostatek wilgoci, pokrycie rejonu poznańsko-ciechocińskiego i rawickiego systemem pasów przeciw-wietrznych wydaje się niezbędne.

Jednym z zadań pasów przeciwwietrznych w Związku Radzieckim jest wprowadzenie w atmosferę do obiegu wewnętrznego wody, co pociągnie za sobą poważne zmiany makroklimatyczne. Takie zmiany są tam możliwe dzięki obszarowi i skali, na jaką zakrojono przedsięwzięcie.

U nas sprawa wzmocnienia wewnętrznego obiegu wody nie ma takich sze-rokich perspektyw, tym niemniej z naszkicowanego tu bilansu wodnego rejonu Ciechocinka wynika, że system pasów wpłynie korzystnie w tej dzielnicy na poprawę stosunków wilgotnościowych, wpłynie korzystnie na makroklimat rejonu.

Zmniejszenie transpiracji przez zwiększenie wilgotności powietrza ułatwia przenikanie CO₂ do organizmu roślinnego, co odbywa się przy udziale mechanizmu szparkowego organów asymilacyjnych. Otóż jest rzeczą pe-wną, że zmniejszenie szybkości wiatru w przyziemnej warstwie atmosfery powoduje zwiększenie koncentracji CO₂ w tejże warstwie. Jednym z naj-ważniejszych źródeł dwutlenku węgla jest oddychanie drobnoustrojów glebowych. Wydziela on się stale z gleby w ilości około 0,4 g/m² godz., co jest wielkością bardzo poważną, jeśli się zważy, że w 1 m³ powietrza znaj-duje się zaledwie 0,5 g. Więc i ta okoliczność nie powinna być lekcewa-żona w rozstrzyganiu kwestii wprowadzenia pasów polochronnych.

W każdym razie kwestia pasów ochronnych jest i u nas aktualnym za-gadnieniem naukowym i praktycznym. Rozwiązanie więc poszczególnych problemów, takich na przykład jak stosunek spływu powierzchniowego do podziemnego i zmiana tego stosunku, jak i w ogóle wielkości suma-

rycznego spływu jako funkcji pasów w stosunkach glebowych, topograficznych naszego niżu w przebiegu rocznym — jak parowanie różnych upraw agronomicznych jako funkcji szybkości wiatru, gleby oraz szereg innych kwestii, łączących się z kwestią pasów — wydaje się potrzebą chwili. Istniejące zaś u nas od dawna zadrzewienia ochronne, które zostały założone tu i ówdzie, co prawda nie z punktu widzenia bilansu wodnego, lecz jednak z myślą o podniesieniu plonów rolniczych (np. w Czerniejewie w Wielkopolsce) powinny być wykorzystane jako gotowy obiekt zasługujący na zbadanie naukowe.

L I T E R A T U R A

1. Błyskowski A. — Przepływ powierzchniowy jako funkcja intensywności opadów. „Gospodarka Wodna“ nr 6/1951.
2. Bodrow W. A. — Lesnaja melioracija — Moskwa 1940 i 1951 r.
3. Budyko M. I. — O klimaticzeskich faktorach stoka. „Problemy Fiziczeskoj Geografii“. Moskwa Nr XVI/1951.
4. Czarnowski M. — O pewnym nowym wzorze na prężność nasyconej pary wodnej. „Przegląd Meteorologiczny i Hydrologiczny“ 1951/2.
5. Czarnowski M. — Po co tworzy się zadrzewienia ochronne w Związku Radzieckim. „Problemy“ (listopad 1951).
6. Dubach A. D. — Hidrotiechniczeskije melioracii lesnych ziemiel. Moskwa 1949.
7. Dietowieckij B. W. — Wlijanije lesnych połos na skorost vetra. „Meteorologija i Hidrologija“. 1939.
8. Ermich K. — Wskaźniki klimatyczne dla gospodarstwa leśnego w Polsce. Warszawa 1951.
9. Gumiński R. — Meteorologia dla rolników. Warszawa 1951.
10. Kalesnik S. W. — Osnovy obszczego zjemledielija. Moskwa 1947.
11. Kirwald E. Grundzüge der Forstlichen Wasserhaushaltstechnik. Neudamm 1944.
12. Kostiakow A. N. — Osnovy melioracii. Moskwa 1951.
13. Luczszewa A. A. — Prakticzeskaja hidrologija. Leningrad 1950.
14. Oelkers J. — Waldbau. Hannover 1930/37.
15. Ostromecki J. — O zastosowaniu map potrzeb wodnych do projektowania nawodnień podsiąkowych. „Gospodarka Wodna“ Nr 4/1952.
16. Ostromecki J. — Potrzeby wodne roślin a kształtowanie bilansu wodnego zlewni. „Postępy Wiedzy Rolniczej“ Nr 4/1952.
17. Ostromecki J. — Potrzeby wodne i parowanie łąk na madach głębokich. „Gospodarka Wodna“ Nr 4/5 1951.
18. Schauberger W. — Sein oder Nichtsein unserer Landeskultur — Die Gegenwartsfrage des Abendlandes. „Allgemeine Forstzeitung“, März 1952.
19. Szarow I. A. — Podstawy metodyczne bilansu wodno-termicznego. „Gospodarka Wodna“ Nr 8/1952.
20. Szymkiewicz D. — O niektórych zagadnieniach ekologii roślin. „Kosmos“ 1920.
21. Szymkiewicz D. — Ekologia roślin. Lwów 1932.
22. Tverskij P. N. i inni — Kurs metieorologii (Fizika atmosfieri). Leningrad 1951.
23. Wodziczko A. i inni — Stepowienie Wielkopolski. Poznań 1947.
24. Lang R. — Forstliche Standortslehre. Berlin 1926.