

BILANS WODNY TORFOWISK MELIOROWANYCH NA PRZYKŁADZIE TORFOWISKA „MODZELÓWKA“

WASSERBILANZ MELIORIERTER TORFBÖDEN
AM BEISPIEL DES MODZELÓWKA-MOORES

ВОДНЫЙ БАЛАНС МЕЛИОРИРОВАННЫХ ТОРФЯНИКОВ
НА ПРИМЕРЕ ТОРФЯНИКА МОДЗЕЛЮВКА

KAZIMIERZ DĘBSKI

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

1. WSTĘP

Torfowisko leży w terenie płaskim, po prawej stronie rzeki Biebrzy w widłach rzecznych Biebrzy i jej dopływu Ełku (rys. 1).

Przez torfowisko to, będące niegdyś nieprzebytym bagnem, przekopany został kanał łączący rzekę Ełk z Biebrzą w miejscu położonym znacznie poniżej pierwotnego ujścia.

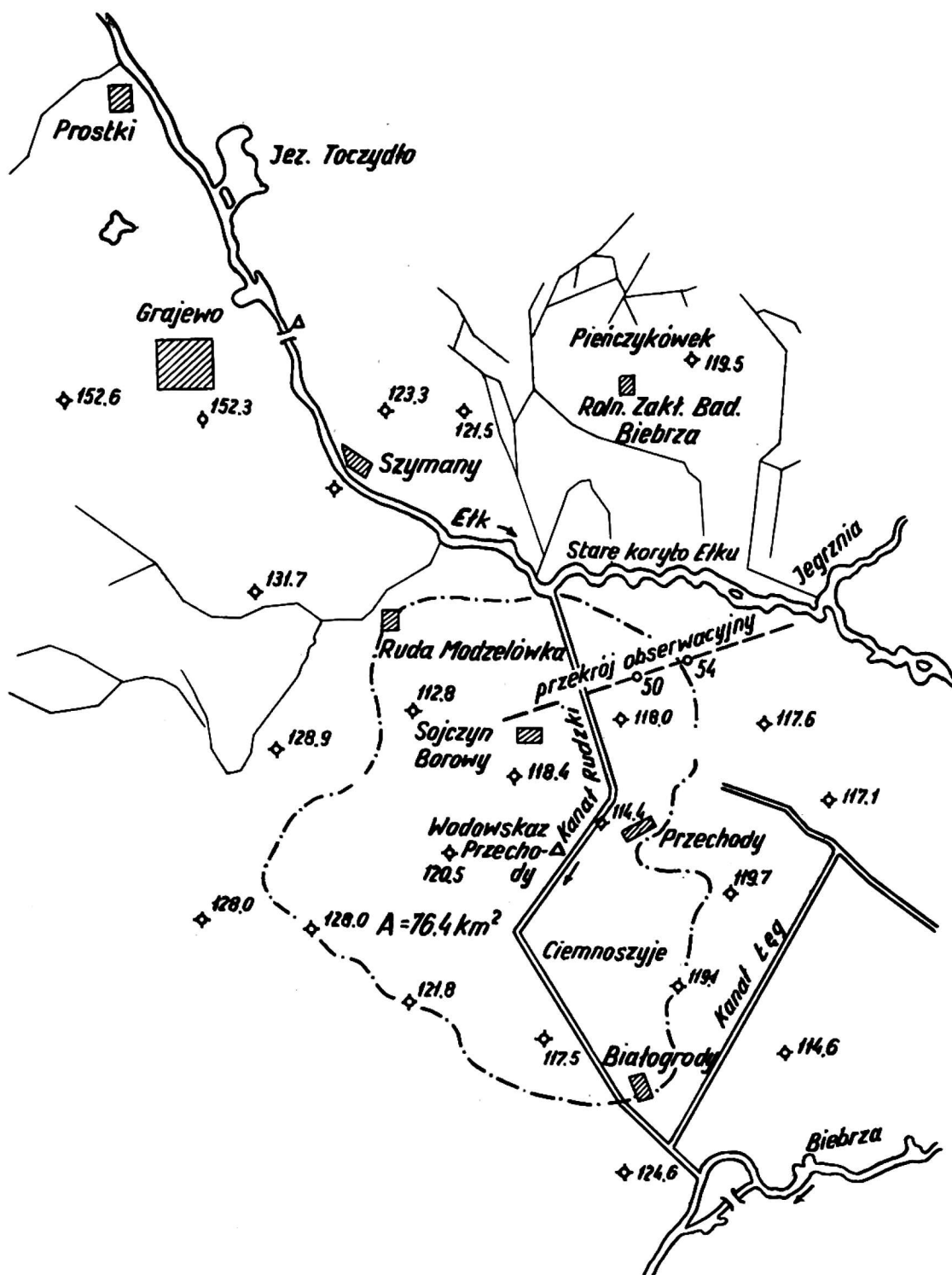
Kanał ten, którego początek leżał koło wsi Ruda, nazwano Kanalem Rudzkim.

W związku z tym, że bieg Ełku został na nowej trasie bardzo skrócony, między początkowym i końcowym punktem Kanału Rudzkiego wytworzyła się znaczna różnica wysokości.

W czasie niwelacji przeprowadzonej w październiku 1958 r. rzędna zwierciadła wody w rzece Ełk na początku Kanału wynosiła 111,35 m, zaś w pobliżu rzeki Biebrzy w punkcie końcowym Kanału 106,67 m. Zaniwelowany spad kanału na tej trasie wyniósł 4,68 m, co przy długości trasy 17,1 km stanowi 0,274 m spadku na 1 km biegu kanału.

Dzięki dużemu spadkowi kanału dawny Ełk opuścił całkowicie swoje naturalne koryto i popłynął kanałem, którego kształt przystosował się z czasem do reżymu hydrologicznego Ełku. W związku z tym wykształciły się w trasie kanału krzywizny i przejścia nurtowe, a pierwotny trapezowy przekrój koryta kanału zmienił się na paraboliczny na przejściach i podobny do trójkątnego na krzywiznach trasy.

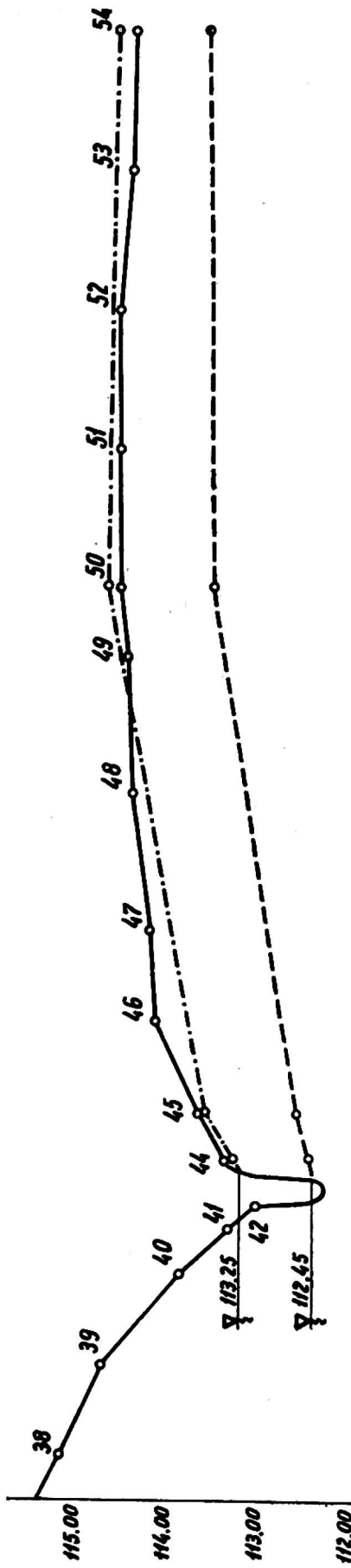
Z tej samej przyczyny w Kanale Rudzkim wytworzyły się prędkości



Rys. 1. Szkic sytuacyjny badania hydrologicznego torfowiska w rejonie Modzelówka Rolniczego Zakładu Badawczego „Biebrza”

Рис. 1. Наглядная карта гидрологического исследования торфяника в районе Модзелювка, проведенного опытной станцией «Бибжа»

Abb. 1. Situationsplan der hydrologischen Untersuchung der Moortorffläche Modzelówka in der landwirtschaftlichen Forschungsanstalt „Biebrza”



a	Rzędna terenu	115.90	115.21	114.76	113.92	113.36	113.09	112.29	112.50	112.35	113.40	112.62	112.63	113.70	114.19	114.23	114.44	114.50	114.59	114.81	114.47	113.68	114.64	114.47	
b	Najwyższa rz. zw. wody																								
c	Najniższa rz. zw. wody																								
d	Odległość (m)	100	200	200	100	50	50	100	200	200	300	150	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	

- - - - - najniższy poziom wody gruntowej.
 - - - - - najniższy poziom wody gruntowej.
 — o — oznaczenie studzienek obserwacyjnych dla których obliczono lokalny bilans

- - - - - самый высокий уровень грунтовой воды
 - - - - - самый низкий уровень грунтовой воды
 — o — обозначение наблюдательных колодезь для которых был исчислен местный баланс

- - - - - Höchster Grundwasserstand
 - - - - - Niedrigster Grundwasserstand
 — o — Bezeichnung der Beobachtungspegel, für die lokale Bilanz errechnet wurde

a
 b
 c
 d

a
 b
 c
 d

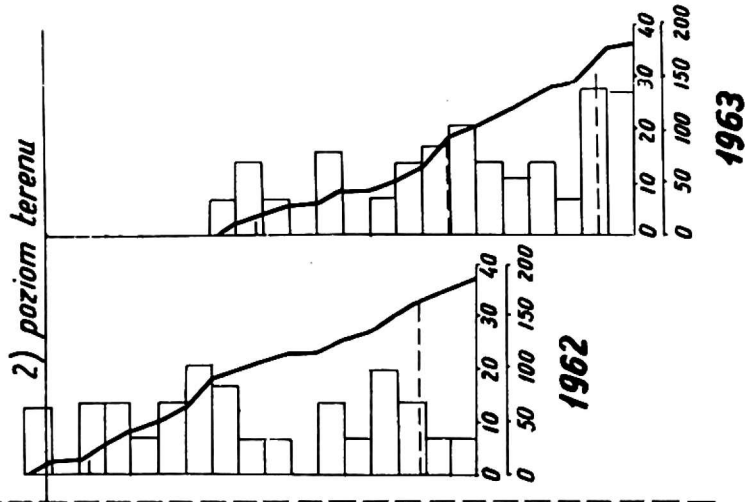
a
 b
 c
 d

Rys. 2. Przekrój obserwacyjny przez torfowisko

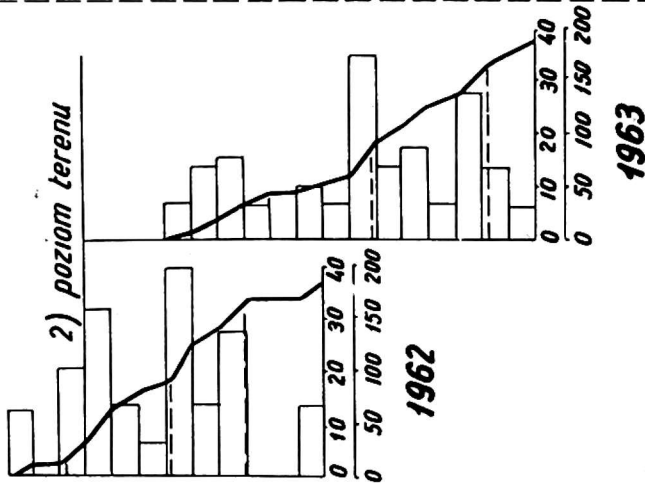
Рис. 2. Продольный разрез торфяника

Abb. 2. Beobachtungsquerschnitt durch die Moortorffläche

1) Studzienka 50

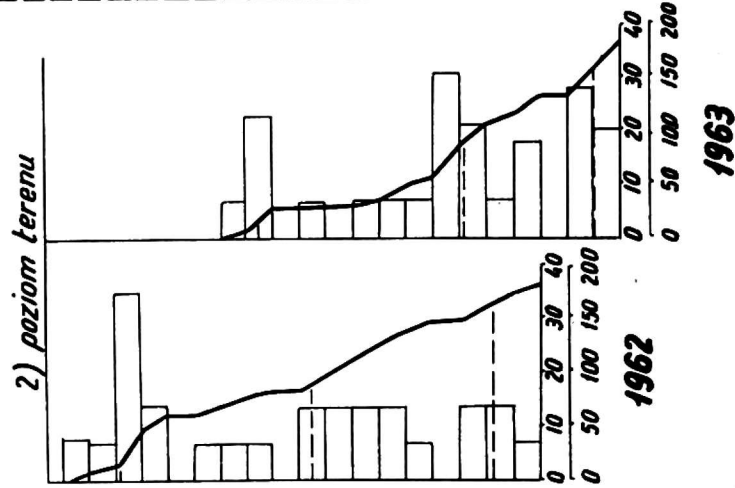


1) Studzienka 54

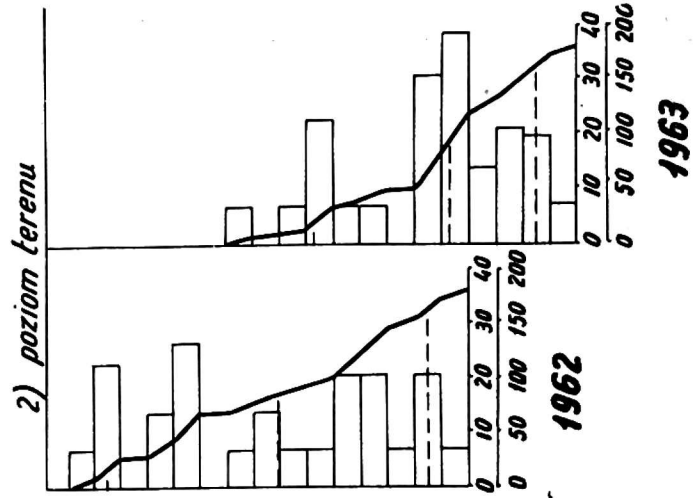


1 koloдец 54. 50. 45. 44
2 отметка уровня площади

1) Studzienka 45



1) Studzienka 44



4.80 4.84
4.75 4.79
4.70 4.74
4.65 4.69
4.60 4.64
4.55 4.59
4.50 4.54
4.45 4.49
4.40 4.44
4.35 4.39
4.30 4.34
4.25 4.29
4.20 4.24
4.15 4.19
4.10 4.14
4.05 4.09
4.00 4.04
3.95 3.99
3.90 3.94
3.85 3.89
3.80 3.84
3.75 3.79
3.70 3.74
3.65 3.69
3.60 3.64
3.55 3.59
3.50 3.54
3.45 3.49
3.40 3.44
3.35 3.39
3.30 3.34
3.25 3.29
3.20 3.24
3.15 3.19
3.10 3.14
3.05 3.09
3.00 3.04
2.95 2.99
2.90 2.94
2.85 2.89
2.80 2.84
2.75 2.79
2.70 2.74
2.65 2.69
2.60 2.64
2.55 2.59
2.50 2.54
2.45 2.49

Rys. 3. Wykresy częstotliwości stanów wody gruntowej

Рис. 3. Диаграммы частоты уровней грунтовой воды

Abb. 3. Frequenzdiagramme der Grundwasserstände

rozmywające i rozpoczął się proces erozji wgłębnej i wstecznej. Dno kanału w stosunku do przyległego terenu obniżyło się, a zwierciadło wody opadło znacznie poniżej powierzchni terenu.

W konsekwencji torfowisko przylegające do Kanału Rudzkiego zostało odwodnione. Stopień odwodnienia różnych części torfowiska okazał się różny, w zależności od odległości od Kanału Rudzkiego. Widać to na załączonym rysunku przekroju poprzecznego (rys. 2) i na wykresach częstotliwości stanów wody gruntowej w przekroju przez torfowisko (rys. 3).

W przekroju pokazanym na rys. 1 i 2 założony został ciąg studzienek obserwacyjnych. W studzienkach tych prowadzono obserwacje stanów wody gruntowej od roku 1958 do 1963. Na stanowiskach studzienek 54, 50, 45 i 44 prowadzone były nadto oznaczenia fizyko-chemiczne torfu oraz oznaczenia wilgotności i odciekalności torfu, a w latach 1962 i 1963 także badania wysokości plonów siana.

Tymczasowe wyniki tych badań przedstawiono w obecnym referacie. Opisano tu sposób kształtowania się bilansu wodnego w torfowisku na tle bilansu wodnego recypienta oraz przedstawiono próbę poszukiwania związku między plonowaniem łąk a stopniem i sposobem odwodnienia.

Sprawozdanie ma charakter tymczasowy, albowiem nie udało się w nim wyjaśnić niektórych istotnych zagadnień bilansu wodnego torfowisk, których istnienie w toku kameralnego opracowania wyników badań polowych zostało ujawnione, a przez dalsze obserwacje powinno być potwierdzone.

2. BILANS WODNY TORFOWISKA

2.1. Podstawy obliczenia

W bilansie wodnym torfowiska tak jak w każdym innym bilansie, nie tylko wodnym, rozróżniamy okres bilansowania oraz podmiot i przedmiot bilansowania.

W naszych rozważaniach za okres bilansowania przyjęto pięcioletni okres czasu, który upłynął między 1 listopada 1958, a 31 października 1963 r. Podmiotem bilansowania jest obszar torfowiska Modzelówka a przedmiotem zaś woda, która w okresie bilansowym przez czas mniej lub więcej długi na torfowisku przebywała.

Bilans wodny przedstawiamy za pomocą równania Pencka-Oppokowa w postaci:

$$Z + P = H + S + R$$

albo

$$P = H + S + \Delta R$$

gdzie

- Z — pozostałość wody na danym obszarze z poprzedniego okresu (retencja początkowa),
- R — pozostałość wody na okres następny (retencja końcowa).
- H — odpływ kontrolowany z danego obszaru w okresie bilansowania,
- S — bilansowe straty wody na danym obszarze z okresu bilansowania,
- ΔR — przyrost retencji w rozpatrywanym obszarze w ciągu okresu bilansowania, równy różnicy stanu końcowego i początkowego retencji (R—Z).

Pod pojęciem bilansowych strat wody rozumiemy przede wszystkim parowanie terenowe (E), ale przy tym także różnice wynikające z niekontrolowanego zasilania terenu przez wody obcego pochodzenia i niekontrolowanego odwodnienia terenu do obcych zlewni, przeważnie w niewidocznej strefie podziemnej.

Niekiedy zdarzyć się może, że obszar torfowiska, łącznie z terenem otaczającym torfowisko, odwadniany jest przez niewielki ciek wodny, którego działy wodne dają się dokładnie wyznaczyć. W takich warunkach odpływ wody z danego obszaru może być obserwowany i dokładnie określony w odpowiednio wybranym przekroju cieku wodnego, zamykającym zlewnię cieku. Jeżeli ten warunek zostaje spełniony, bilans wodny torfowiska może być zbadany i przedstawiony za pomocą równania bilansowego tak, jak bilans wodny każdego obszaru o określonej zlewni.

W przypadku torfowiska Modzelówka zwykły sposób bilansowania nie może być zastosowany albowiem główny ciek wodny przepływający obecnie przez to torfowisko, którym jest Kanał Rudzki, posiada własną stosunkowo dużą zlewnię (1441 km² w Przechodach) o charakterystyce fizjograficznej bardzo różniącej się od charakterystyki torfowiska.

Z tej przyczyny bilans wodny Kanału Rudzkiego nie może być taki sam jak bilans wodny torfowiska położonego nad kanałem. Brak na torfowisku jakiegokolwiek innego, poza Kanałem Rudzkim, koryta odpływowego o określonej zlewni, jest przyczyną trudności określenia rzeczywistej ilości wody, odpływającej z torfowiska, tym bardziej, że odpływ ten odbywa się przeważnie pod powierzchnią torfowiska przez przesączenie podziemne, a wyjątkowo tylko przez ściekanie wody po powierzchni torfowiska.

Ponieważ bezpośrednie pomiary odpływu wody nie są możliwe, wielkość odpływu określona być może jedynie przez rozwiązanie równania bilansu wodnego według tej niewiadomej, pod warunkiem, że wszystkie inne składniki równania będą w nim znane.

Warunek ten spełniony mógł być tylko częściowo:

1. Pomiarów opadów atmosferycznych nie mogły być prowadzone na samym torfowisku ale prowadzone były na stacji klimatologicznej w Pieńczykówku, odległej o kilka kilometrów od torfowiska.

2. Pomiarów strat bilansowych ani na torfowisku ani w Pieńczykówku nie mogły być prowadzone, prowadzono natomiast obserwacje psychrometryczne na stacji w Pieńczykówku i na tej dopiero podstawie, stosując empiryczną metodę Konstantinowa, obliczono wielkość parowania terenowego w miesięcznych przedziałach czasu.

3. Stany retencyjne torfowiska nie mogły być określone w sposób bezpośredni za pomocą systematycznie wykonywanych pomiarów wilgotności gruntu. Określono je stosując metodę wskaźnikową, przyjmując poziom wody gruntowej w studzienkach obserwacyjnych, za wskaźnik stanów retencji.

Stosując w tych warunkach równanie bilansowe w postaci:

$$H = P - E - \Delta R$$

Liczyć się trzeba z tym, że obliczone wartości odpływu mniej lub więcej różnić się będą od wielkości rzeczywistej, którą rozumieć należy jako różnicę między rzeczywistą ilością wody odpływającej z torfowiska i wody do niego dopływającej.

Biorąc to pod uwagę i fakt, że wszystkie wielkości bilansowe przedstawia się w zestawieniach bilansowych w postaci wskaźników określających wysokość warstwy wody w milimetrach a nie objętość w m³, opracowano bilanse wodne dla niektórych stanowisk na torfowisku.

Stanowiska wybrane zostały w miejscu studzienek obserwacji stanów wody gruntowej w przekroju Sojczyn—Dębiec wskazanym na rysunkach (rys. 1 i 2).

Studzienki oznaczone numerami 32—42 obserwowane były po prawej stronie Kanału Rudzkiego i oznaczone numerami 43—54 po lewej stronie kanału. Bilanse wodne opracowane dla stanowisk obserwacyjnych na studzienkach 54, 52, 50, 45, 44 w odległości odpowiednio 2500, 1900, 1300, 150 i 50 m od Kanału.

2.2. Opisane stanowisk obserwacyjnych

Charakterystyka torfowiska Modzelówka z dokładnym opisaniem złoża torfowego, a w szczególności z opisaniem fizycznych i chemicznych własności torfów oraz z opisem roślinności na torfowisku zawarta jest w pracy Maksimowa, Okruszki i Liwskiego*. W referacie obecnym

* Maksimow A., Okruszko H., Liwski S. — Torfowiska Biebrzańskie Kuwasy, Modzelówka i Jegrznia. Roczniki Nauk Rolniczych tom 71, seria A, zesz. 3. Warszawa, 1955, PWRiL.

ograniczono się do opisu położenia studzienek obserwacyjnych z uwagi na ich stosunki wodne, które na każdej z nich kształtować się mogą inaczej.

Najwyżej spośród wymienionych studzienek położona jest ta, którą oznaczono numerem 52. Znajduje się ona na rzędnej 114,61 m na dziale wodnym Kanału Rudzkiego i rzeki Jegrzni. Teren w tym miejscu przy wysokich stanach retencyjnych zostaje zatopiony na wysokość około 7 cm, a woda powierzchniowa odpływa stąd w stronę Jegrzni. Studzienki 50, 45 i 44 leżą na skłonie południowym, a teren nachylony jest tu w stronę Kanału Rudzkiego.

Poniżej podane są następujące szczegółowe określenia lokalizacyjne studzienek:

- 1) rzędne wysokościowe i odległości stanowisk od Kanału Rudzkiego (tabela 1),
- 2) spadki zwierciadła wody (tabela 2),
- 3) głębokość zwierciadła wody gruntowej pod powierzchnią terenu (tabela 3).

Tabela 1

Rzędne wysokościowe i odległości stanowisk od Kanału *

a) Nr studzienki	b) Odległość od kanału m	c) Zaniwelowane w różnym czasie rzędne terenu	d) Rzędne zwierciadła wody gruntowej w okresie 1958—1963			e) Amplituda stanów wody gruntowej m
			d ₁) najwyższe	d ₂) przy zwyczajnym stanie półrocza letniego	d ₃) najniższe	
54	2500	114,47—114,55	114,64	114,37	113,68	0,96
52	1900	114,61	114,68	114,33	113,62	1,06
50	1300	114,59—114,67	114,69	114,22	113,56	1,13
45	150	113,69—113,70	113,63	113,08	112,62	1,01
44	50	113,40—113,44	113,35	112,80	112,39	0,96
1) Przy kanale	0	—	113,05	—	112,29	0,76

** w okresie 1958—1963

Erläuterungen zur Tabelle 1

* Höhenkoten und Entfernungen vom Kanal

a) Beobachtungsbrunnen Nr

b) Entfernung vom Kanal, m

c) Geländekoten nivelliert in verschiedener Zeit

d) Grundwasserspiegel-Koten in der Zeit von 1958—1963

d₁) höchste

- d₂) bei normalen Grundwasserständen im Sommerhalbjahr
 d₃) niedrigste
 e) Amplitude der Grundwasserstände
 1) Beim Kanal

Пояснения к таблице 1

- * Отметки высоты наблюдательных пунктов и их расстояние от канала
 а) № колодца
 б) Расстояние от канала, м
 в) Занивелированные в разное время отметки площади
 д) Отметки зеркала грунтовой воды в период 1958—1963 гг.
 д₁) самые высокие
 д₂) при уровнях обыкновенных для летнего полугодия
 д₃) самые низкие
 е) Амплитуда колебаний уровня грунтовой воды
 1) У канала

Tabela 2

Spadki poziomu wody gruntowej*

a) Studzienka (stanowisko)	b) Wzniesienie zwierciadła wody gruntowej nad poziomem wody w kanale		c) Spadki zwierciadła wody gruntowej w stronę kanału w ‰	
	b ₁) przy maksymalnym stanie wody gruntowej	b ₂) przy minimalnym stanie wody gruntowej	c ₁) przy stanie maksymalnym	c ₂) przy stanie minimalnym
54	1,59	1,39	-0,04**	0,56**
52	1,63	1,33	-0,02**	0,70
50	1,64	1,27	1,26	0,98
45	0,58	0,33	3,87	2,27
44	0,30	0,10	6,00	2,00
1) Przy brzegu kanału	0,0	0,0	—	—

** na stanowiskach 24 i 25, przy wysokich stanach wody gruntowej kształtuje się spadek w stronę koryta Ełku o wielkości około 0,04‰.

Пояснения к Таблице 2

- * Уклон уровня грунтовой воды
 а) № колодца
 б) повышение зеркала грунтовой воды над уровнем воды в канале
 б₁) при максимальных уровнях грунтовой воды
 б₂) при минимальных уровнях грунтовой воды
 в) Снижение зеркала грунтовой воды в сторону канала
 с₁) при максимальных уровнях
 с₂) при минимальных уровнях
 1) У канала

** На наблюдательных пунктах №№ 54 и 52 при высоких уровнях грунтовой воды образуется уклон около 0,04‰ в сторону русла р. Элка

Erläuterungen zur Tabelle 2

* Senkungen des Grundwasserspiegels

a) Beobachtungsbrunnen — Nr

b) Erhöhung des Grundwasserspiegels über dem Wasserniveau im Kanal

b₁) bei maximalen Grundwasserständen

b₂) bei minimalen Grundwasserständen

c) Absinken des Grundwasserspiegels in der Kanalrichtung, in ‰

c₁) bei maximalen Grundwasserständen

c₂) bei minimalen Grundwasserständen

1) Am Kanal

** Auf den Beobachtungsbrunnen Nr. Nr. 54 und 52 bildet sich bei hohen Grundwasserständen ein ca 0,04‰ grosses Gefälle in der Richtung des Elk-Bettes.

Tabela 3

Stan wody gruntowej *

a)	b) Odległość zwierciadła wody gruntowej od powierzchni terenu w cm		
	b ₁) przy stanie wody najwyższym	b ₂) przy zwyczajnym stanie wody w półroczu letnim	b ₃) przy stanie wody najniższym
54	— 15**	10	79
52	— 07**	28	99
50	— 10**	37	103
45	7	62	108
44	5	60	101

** woda na powierzchni

Пояснения к Таблице 3

* Уровни грунтовой воды

a) ‰ колодца

b) Расстояние зеркала грунтовой воды от поверхности почвы, см

b₁) при самых высоких уровнях грунтовой воды

b₂) при уровнях обыкновенных для летнего полугодия

b₃) при самых низких уровнях грунтовой воды

** Вода на поверхности

Erläuterungen zur Tabelle 3

* Grundwasserstände

a) Beobachtungsbrunnen — Nr.

b) Entfernung des Grundwasserspiegels von der Geländeoberfläche, cm

b₁) bei maximalen Grundwasserständen

b₂) bei normalen Grundwasserständen im Sommerhalbjahr

b₃) bei minimalen Grundwasserständen

** Wasser auf der Oberfläche

Tabela 4

Opady atmosferyczne w Pieńczykówwku, w mm *

a) Rok	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	a) Rok
1958/59	27,4	25,0	32,6	5,1	18,7	37,0	25,2	46,8	231,5	80,9	31,6	17,5	579,3
1959/60	16,2	52,9	32,1	34,3	38,3	42,5	62,6	92,6	126,2	108,2	26,8	80,7	712,0
1960/61	44,2	44,7	37,3	24,4	25,0	34,4	63,3	110,9	125,1	46,8	27,5	4,5	588,1
1961/62	43,9	19,9	10,5	15,8	24,6	33,5	89,0	30,5	37,1	120,6	58,1	10,0	493,5
1962/63	40,4	12,5	6,7	13,2	5,9	28,1	24,9	78,7	30,1	127,1	39,9	34,7	442,2
1) Sumy	172,1	155,0	119,1	92,8	112,5	175,5	263,6	359,5	550,0	483,6	183,9	147,4	2815,1
2) Średnie	34,4	31,0	23,8	18,6	22,5	35,1	52,7	71,9	110,0	96,7	36,8	29,5	563,0

Пояснения к Таблице 4

* Атмосферные осадки в Пенчыкувке, мм

a) Год

1) Суммы

2) Средние величины

Erläuterungen zur Tabelle 4

* Niederschläge in Pieńczykówwku, mm

a) Jahr

1) Summen

2) Mittelwerte

Tabela 5

Parowanie w Pieńcykówku (według Konstantinowa w mm *)

a) Rok	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	a) Rok
1958/59	6,0	7,7	9,3	8,4	27,9	48,0	57,2	87,0	111,6	77,5	18,0	13,9	472,5
1959/60	6,0	4,6	6,2	5,6	17,0	21,0	75,0	96,0	80,7	55,8	15,0	10,8	393,7
1960/61	6,0	9,3	6,5	10,5	32,0	49,0	71,6	101,1	81,2	54,9	21,6	21,4	465,1
1961/62	5,2	4,4	9,0	7,7	12,4	57,9	64,0	76,5	55,8	56,2	21,6	13,0	383,7
1962/63	9,3	4,0	1,9	4,5	12,4	45,0	89,9	82,2	86,8	90,5	44,4	16,7	487,6
1) Sumy	32,5	30,0	32,9	36,7	101,7	220,9	357,7	442,8	416,1	334,9	120,6	75,8	2202,6
2) Srednie	6,5	6,0	6,6	7,3	20,3	44,2	71,5	88,6	83,2	67,0	24,1	15,2	440,5

Пояснения к таблице 5

Erläuterungen zur Tabelle 5

*) Испарение в Пенчикувке (по методу Константинова)
мм

*) Verdunstung in Pieńcykówek (nach Konstantinow-
Methode), mm

a) Год

a) Jahr

1) Суммы

1) Summen

2) Средние величины

2) Mittelwerte

Amplitudy wahań zwierciadła wody gruntowej na torfowisku dochodzą do 1,13 m na dziale wodnym Kanału Rudzkiego i rzeki Jerzgni, a najmniejsze są przy Kanale, gdzie zmniejszają się do 76 cm. Najlepiej odwodnione jest stanowisko 45, najgorzej stanowisko 54.

2. 3. Zestawienia bilansowe coroczne

Przystępując do badania bilansu wodnego sporządzono następujące zestawienia bilansowe:

1) zestawienie miesięcznych sum opadów atmosferycznych w Pieńczykówku (Tab. 4).

2) Zestawienie miesięcznych ilości wody wyparowanej (Tab. 5).

3) Zestawienie różnic opadów i ilości wody wyparowanej ($P-E$).

4) Zestawienie przyrostów retencji (ΔR) i stanów retencji (R) obliczonych metodą wskaźnikową na zasadzie obserwacji stanów wody gruntowej i ilości wody znajdującej się na powierzchni torfowiska.

Na zasadzie tych zestawień obliczono miesięczną wysokość warstwy wody odpływającej z torfowiska, z równania $H = P - E - \Delta R$ oraz sporządzono odpowiednie zestawienia bilansowe.

Wyniki obliczeń szczegółowych zawarte są w załączonym zestawieniu bilansowym sum rocznych (Tab. 6).

Tabela 6

Zestawienia bilansowe coroczne *

a) Wskaźniki bilansowe w mm	b) Lata hydrologiczne					c) Sumy	d) Średnie okresowe z pięciu lat
	1958/59	1959/60	1960/61	1961/62	1962/63		
1) Opady atmosferyczne P	579,3	712,0	588,1	493,5	442,2	2815,1	56350
2) Parowanie terenowe E	472,5	393,7	465,1	383,7	487,6	2202,6	440,5
3) Zasilanie efektywne $P-E$	106,8	318,3	123,0	109,8	-45,4	612,5	122,0
4) Stanowisko 54							
H	248,8	270,3	180,0	64,8	-1,4	762,5	152,
ΔR	-142,0	48,0	-57,0	45,0	-44,0	-150,0	-30,5
Stanowisko 52							
H	222,8	206,3	215,0	43,2	40,6	727,9	145,6
ΔR	-116,0	112,0	-92,0	66,6	-86,0	-115,4	-23,1
Stanowisko 50							
H	208,8	225,2	208,1	67,8	0,6	710,5	142,1
ΔR	-102,0	93,1	-85,1	42,0	-46,0	-98,0	-19,6
Stanowisko 45							
H	197,8	225,3	210,0	53,8	-2,4	684,5	136,0
ΔR	-91,0	+93,0	-87,0	+56,0	-43,0	-72,0	-14,4
Stanowisko 44							
H	182,8	231,3	210,0	44,5	12,6	688,1	136,2
ΔR	-76,0	87,0	-87,0	65,3	-58,0	-68,7	-13,7

Пояснения к таблице 6

- * Годовые балансные сводки
 а) Балансные показатели, мм
 б) Гидрологические годы
 в) Суммы
 д) Периодические средние для 5-летия
 1) Осадки P
 2) Эвапотранспирация E
 3) Эффективное питание $P-E$
 4) Наблюдательный пункт №
 Сток мм H
 Прирост запаса влаги ΔR

Erläuterungen zur Tabelle 6

- * Jährliche Bilanzzusammenstellungen
 а) Bilanzindexe, mm
 б) Hydrologische Jahre
 в) Summen
 д) Periode Mittelwerte von 5 Jahren
 1) Niederschläge P
 2) Landverdunstung E
 3) Effective Speisung $P-E$
 4) Beobachtungsstand Nr
 Abfluss, mm H
 Wasservorratzzunahme ΔR

2. 4. Bilans wodny pięciolecia

Bilans wodny okresu pięcioletniego daje miarę dokładności przeprowadzonych obliczeń. Bilans tego okresu zamykał się deficytem, którego wielkość oceniona została na zasadzie obserwacji stanów wody gruntowej na poszczególnych stanowiskach. Obniżenie stanów wody gruntowej w okresie 31.X. 1958—31.X. 1963 wynosiło w zależności od stanowiska od 49 do 74 cm, a odpowiednie ubytki stanów retencyjnych oceniono w granicach

od $\Delta R = -68,7$ mm w studziencie 44

do $\Delta R = -150,0$ mm w studziencie 54.

Suma opadów atmosferycznych zanotowanych w tym okresie wyniosła 2815,1 mm, a wysokość warstwy wody wyparowanej 2202,6 mm, różnica $P - E = 612,5$ mm.

Bilans wodny pięciolecia ukształtował się na skrajnych stanowiskach następująco:

1) na stanowisku 54 (najdalej od Kanału Rudzkiego)

Zasilanie:		Ubytki:	
Opady	$P = 2815,1$ mm	Wyparowanie	2202,6 mm
z retencji	$\Delta R = 150,0$ mm	Odływ	762,5 mm
razem:	2965,1 mm	razem:	2965,1 mm

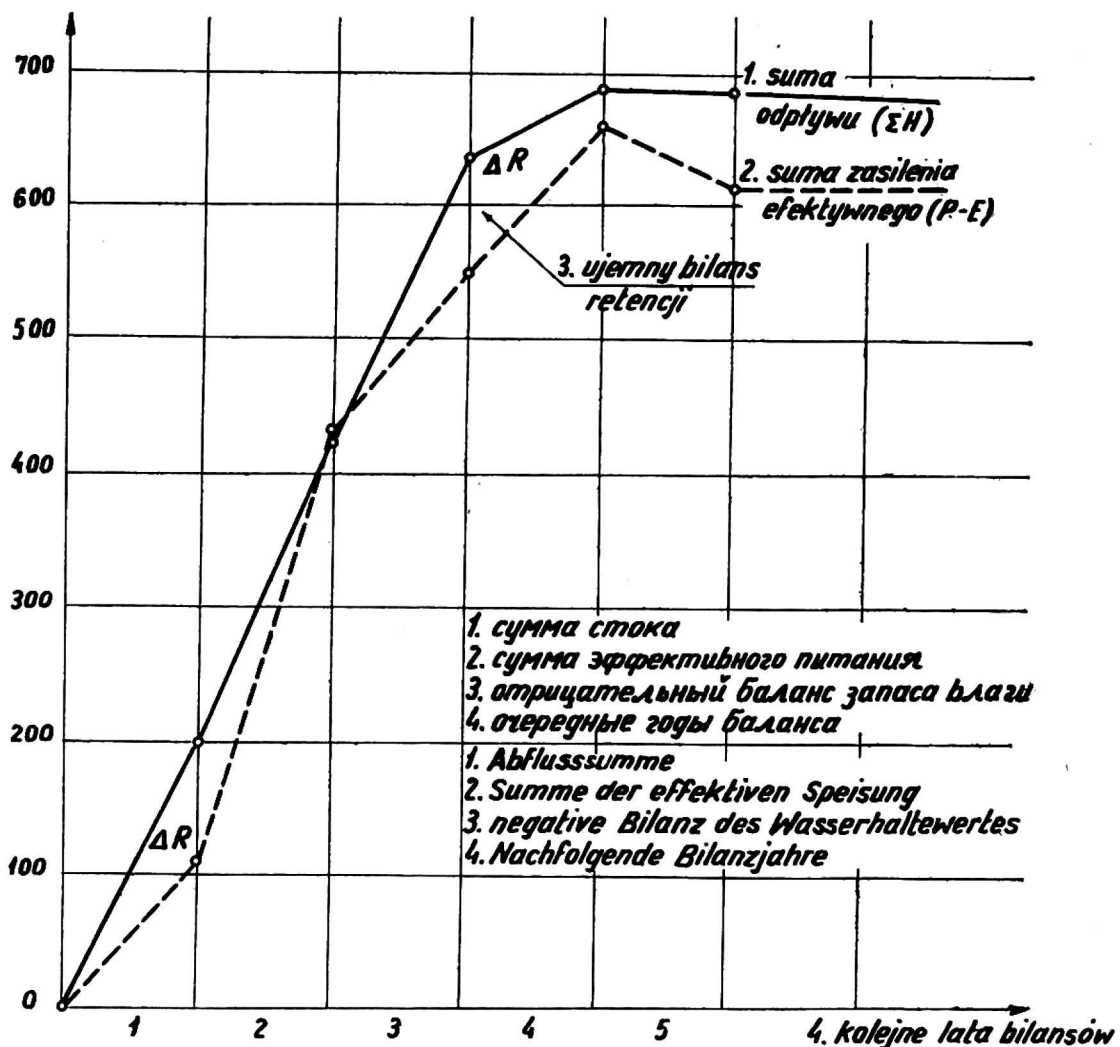
2) na stanowisku 44 (najbliżej Kanału Rudzkiego)

Opady	$P = 2815,1$ mm	Wyparowanie	2202,6 mm
z retencji	$\Delta R = 68,7$ mm	Odływ	681,2 mm
razem:	2883,8 mm	razem:	2883,8 mm

Bilans okresu pięcioletniego nie był zrównoważony. Odpływ okazał się wyższy od zasilania i z tej przyczyny zmniejszył się zasób retencji.

Przebieg retencji przedstawiono za pomocą krzywych sumowych odpływu $\left(\sum_1^5 H\right)$ i efektywnego zasilania $\sum_1^5 (P-E)$, na rysunku 4.

Różnice rzędnych pierwszej i drugiej krzywej przedstawiają końcowy rezultat działania retencji.



Rys. 4. Krzywe sumowe odpływu i zasilania

Рис. 4. Суммарные кривые стока и питания

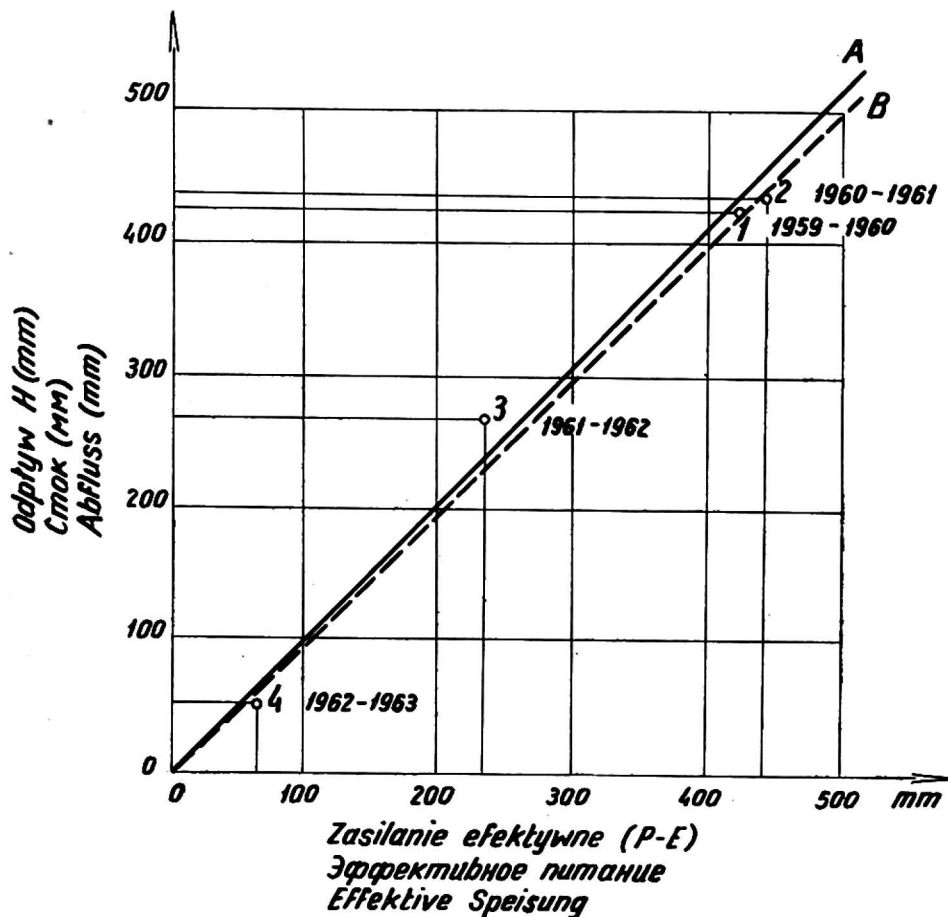
Abb. 4. Abfluss- und Speisungs-Summenkurven

W latach 1958/1959—1959/1960 bilans okazał się zrównoważony. Niedobór zasobów retencyjnych wytworzony w roku 1958/59 w ilości 91 mm został wyrównany przyrostem retencji w roku następnym w równoważnej ilości 93 mm.

W roku 1960/61 wytworzył się ponownie niedobór retencji w ilości tym razem 85 mm, który nie mógł być zrównoważony w latach następnych 1961/62 i 1962/63. Opady atmosferyczne w roku 1961/62 były około 70 mm niższe od przeciętnych, a w roku 1962/63 okazały się niższe od prze-

ciętych nawet o 120 mm. W tych warunkach aż do końca 1963 roku równowaga stanów retencyjnych nie mogła być przywrócona. Końcowy niedobór zasobów retencyjnych wyniósł 72 mm, a ilość odpływu gwałtownie spadła zbliżywszy się do praktycznego zera.

Wyrównawcze działanie retencji rozciąga się, jak z tego wynika, na okresy conajmniej dwuletnie, często jednak dłuższe od dwuletnich. Nie może być zatem bezpośredniej korelacji między odpływem i zasilaniem efektywnym z poszczególnych lat, pojawia się natomiast wyraźna kore-



Rys. 5. Związek między odpływem i zasilaniem efektywnym w okresach dwuletnich

Рис. 5. Соотношение между стоком и эффективным питанием в двухлетние периоды

Abb. 5. Zusammenhang zwischen Abfluss und effektiver Speisung in zweijährigen Zeitabschnitten

lacja między sumami odpływu i zasilania efektywnego z 2 i więcej lat. Związek sum 2-letnich przedstawiono na rysunku (rys. 5).

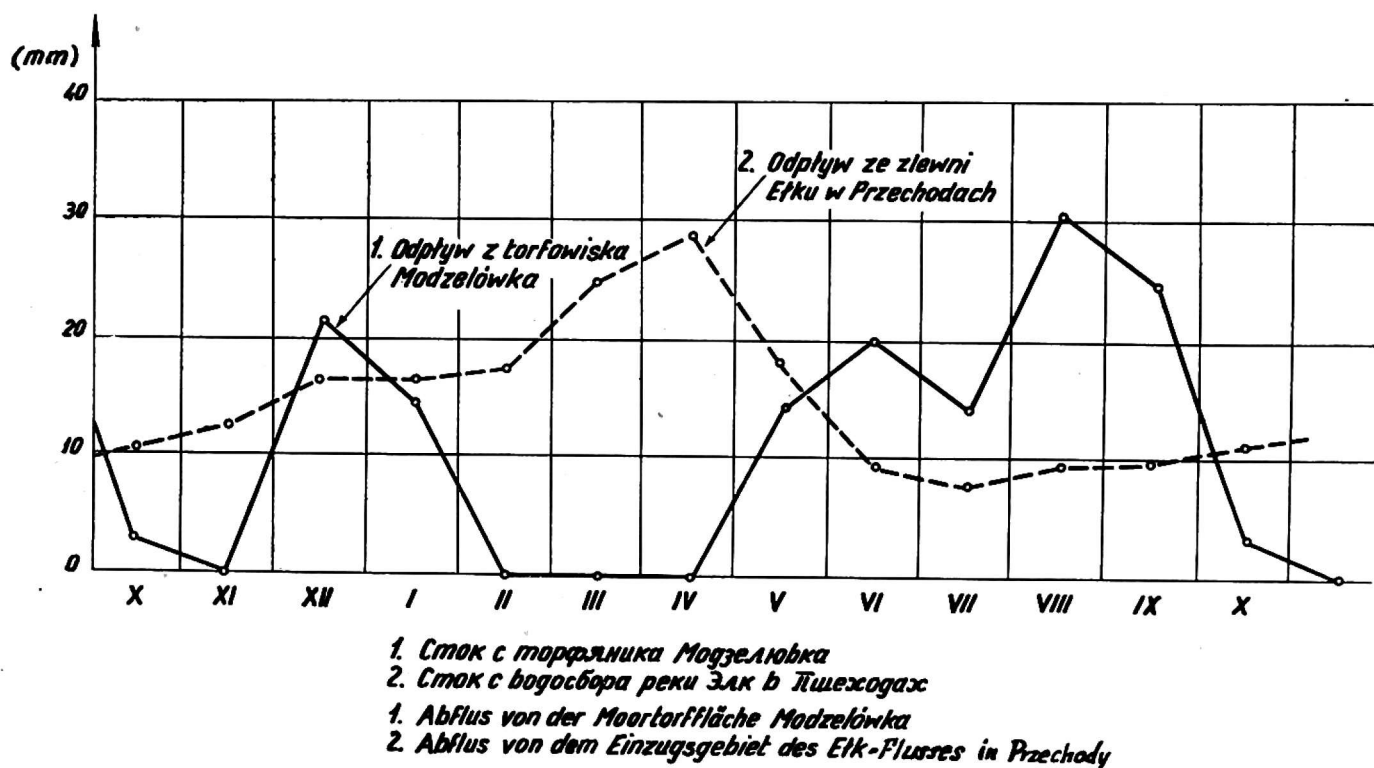
Promień (B) oznacza równość sum dwuletnich $(P-E) = H$, natomiast promień (A) odpowiada obliczonym stosunkom okresu badanego. Wielkość deficytu przedstawiona jest na rysunku za pomocą kąta zawartego między promieniami A i B.

2. 5. Rytm roczny odpływu wody z torfowiska

Charakterystycznymi cechami rytmu odpływowego są daty i wysokość kulminacji stanów przyborowych i stanów niżówkowych. W poszczególnych latach zarówno daty jak i wysokość kulminacji są różne, natomiast w dłuższym szeregu lat ustalają się pewne przeciętne daty i wysokości kulminacji określające charakter rytmu.

Chcąc poznać, jaki jest rytm odpływu wody z oodwodnionego torfowiska, należało określić wielkość wskaźników odpływu wypośredkowanych z 5 lat dla każdego miesiąca oddzielnie. Zrobiono to w zestawieniu bilansu wodnego odnoszącym się do stanowiska przy studziencie 45. Zestawienie bilansowe sporządzono według schematu $P - E = \Delta R + H$ tak dla miesięcy jak i dla całego roku (Tab. 7). Wypośredkowane z 5 lat wskaźniki opadów atmosferycznych i parowania terenowego przepisano do zestawienia z tabel 4 i 5. Z kolei wyprowadzono różnice $P - E$, których wartość jest przeważnie większa od zera, a tylko w ciągu trzech miesięcy od kwietnia do czerwca okazuje się niższa od zera. Wpisując w następnym wierszu miesięczne przyrosty retencji ΔR obliczone na zasadzie obserwacji stanów wody gruntowej i odejmując je od obliczonych wartości różnic ($P - E$) wpisanych w poprzednim wierszu, określono miesięczne przeciętne wskaźniki odpływu H najpierw w milimetrach, a następnie w procentach od sumy całorocznej.

Wynik obliczenia przedstawiono na rys. 6. Na wykresie odpływów



Rys. 6. Roczny rytm odpływu

Рис. 6. Годовой ритм стока

Abb. 6. Jährlicher Abflussrhythmus

Tabela 7

Zestawienie bilansowe torfowiska na stanowisku 45*

a) Wskaźniki bilansowe w mm	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	b) Rok
	1) Opady atmosferyczne	P 34,4	31,0	23,8	18,6	22,5	35,1	52,7	71,9	110,0	96,7	36,8	29,5
2) Parowanie	E 6,5	6,0	6,6	7,3	20,3	43,3	71,5	88,6	83,2	67,0	24,1	15,2	439,6
3) Różnice	P—E ± 27,9	25,0	17,2	11,3	2,2	—	—	—	26,8	29,7	12,7	14,3	123,4
4) Przyrost retencji	Δ R 27,9	3,6	2,6	11,3	2,2	8,2	18,8	16,7	—	—	—	—	—
5) Odpływ H w mm	0,0	21,4	14,6	0,0	0,0	0,0	14,2	20,5	14,2	30,3	24,5	2,9	142,6
6) w % sumy rocznej	0,0	15,0	10,2	0,0	0,0	0,0	10,0	14,4	10,0	21,2	17,2	2,0	100%

Пояснения к Таблице 7

Ерлăутерунген зур Табелле 7

* Балансные сводки для торфяника в наблюдательном пункте № 45

* Bilanzzusammenstellungen für die Moorfläche auf dem Beobachtungsstand Nr. 45

a) Балансные показатели, мм

a) Bilanzindexe, mm

b) Год

b) Jahr

1) Осадки P

1) Niederschläge P

2) Эвапотранспирация E

2) Landverdunstung E

3) Разница P—E

3) Differenz P—E

4) Прирост запаса влаги ΔR

4) Wasservorratzzunahme ΔR

5) Сток, мм H

5) Abfluss, mm H

6) В % суммарного годового стока

6) in % Jahres-Abflussumme

miesięcznych z torfowiska zarysowane są dwa maksima, z których pierwsze nieco niższe przypada na grudzień, drugie wyższe na sierpień. Główne maksimum przypada na sierpień i spowodowane jest przez deszcze z lipca i sierpnia, które w sumie dały przeszło 200 mm wody opadowej, a po odjęciu wody parującej w ciągu lipca i sierpnia 56,9 mm zasilania efektywnego.

Nieco niższe maksimum przypada na grudzień. To grudniowe maksimum spowodowane jest przez deszcze jesienne, które są wprawdzie mniej wydajne jak letnie ale z powodu mniejszej ilości wody parującej dają w ciągu listopada i grudnia w sumie 52,9 mm zasilania efektywnego, a więc niewiele mniej od deszczów z lipca i sierpnia.

Wymienione dwa maksima przedzielone są okresami ubożego odpływu, których daty kulminacyjne przypadają w jesieni na listopad i na trzy miesiące drugiego kwartału zimowego, od lutego do kwietnia. Zimowa depresja odpływu jest wynikiem długotrwałego ograniczenia dopływu ciekłej wody opadowej. Śnieg spadający w zimie pozostaje na powierzchni torfowiska i nie wzbogaca jego retencji gruntowej.

Depresja listopadowa spowodowana jest przez ubóstwo deszczów w okresie tzw. złotej jesieni.

Sezonowy podział całorocznej sumy odpływu jest następujący:

a) w półroczu zimowym odpływa około	25 %
b) w pierwszym kwartale półrocza letniego	35 %
c) w sierpniu i wrześniu jeszcze około	38 %
d) w październiku	2 %
	Razem: 100 %

2. 6. R y t m r o c z n y r e t e n c j i

Przeciętne z 5 lat wskaźniki stanów retencyjnych zestawione są w tabeli 8 i pokazane na wykresie (rys. 7).

Wysokie stany retencji przypadają na miesiące zimowe od grudnia do kwietnia, kulminują w marcu. Niskie stany retencyjne przypadają na okres od czerwca do listopada, najniższe są przy końcu czerwca i września. Amplituda stanów retencyjnych w okresie bilansowania wyniosła około 80 mm.

2. 7. P o r ó w n a n i e z b i l a n s e m w o d n y m r e c y p i e n t a

Wspomniano już, że bilans wodny torfowiska kształtuje się inaczej niż bilans wodny recypienta, którym jest Kanał Rudzki, tj. sztuczny odcinek ujściowy rzeki Ełk.

Tabela 8

Przeciętne z pięciu lat stany retencji nad przeciętnym stanem retencji w końcowym dniu czerwca *

a) Miesiące	b) Stany nad zerem z czerwca		
	b ₁) retencji powierzchni.	b ₂) retencji gruntowej	b ₃) retencji całkowitej
X	—	30,8	30,8
XI	0,0	58,7	58,7
XII	6,7	55,6	62,3
I	18,2	46,7	64,9
II	22,5	53,7	76,2
III.	2,4	76,0	78,4
IV	0,0	70,2	70,2
V	—	37,2	37,2
VI	—	0,0	0,0
VII	—	12,6	12,6
VIII	—	12,0	12,0
IX	—	0,2	0,2
X	—	11,6	11,6

Пояснения к таблице 8

Erläuterungen zur Tabelle 8

* Средние для пятилетия величины запаса влаги, превышающие среднюю величину запаса влаги в последний день июня

* Mittlere Wasservorratswerte für 5 Jahre über den mittleren Wasservorrat im letzten Tage Junis

a) Месяцы

a) Monate

b) Величины запаса влаги выше нуля в июне

b) Werte über Null vom Juni

b₁) поверхностного запаса влаги

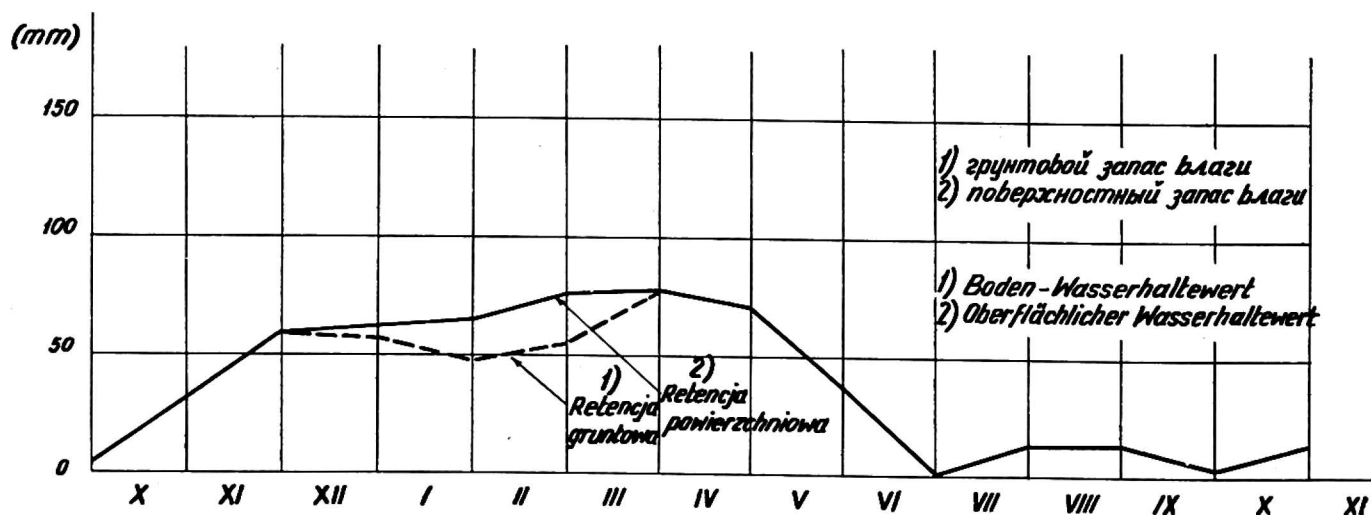
b₁) oberflächlichen Wasservorräte

b₂) грунтового запаса влаги

b₂) Boden-Wasservorräte

b₃) общего запаса влаги

b₃) Gesamt-Wasservorräte



Rys. 7. Wykres przeciętnych stanów retencji

Рис. 7. Диаграмма средних величин запаса влаги

Abb. 7. Diagramm durchschnittlicher Wasservorratswerte

Tabela 9

Одпływ ze zlewni Еłку w Przechodach na Kanale Rudzким *
(wskaźniki bezwzględne, w mm)

a) Rok	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI-X
1958/59	13,7	18,2	24,7	20,3	27,3	20,0	10,8	5,6	5,7	7,2	5,1	5,5	164,1
1959/60	3,8	11,5	14,1	16,9	39,0	39,9	19,4	9,4	9,1	15,4	16,8	13,8	215,1
1960/61	23,6	27,8	22,1	28,2	28,1	26,2	18,7	8,9	8,4	10,5	10,1	7,9	220,5
1961/62	8,9	9,7	10,9	11,0	16,4	38,9	26,3	15,7	9,1	9,1	11,0	14,4	181,4
1962/63	13,6	14,2	11,0	12,3	13,6	20,1	15,4	7,0	6,1	4,6	4,7	5,5	128,1
1) Średnie	12,72	16,28	16,56	17,74	14,88	29,02	18,12	9,32	7,68	9,36	9,54	10,62	181,84

Пояснения к таблице 9

* Сток с водосбора р. Элка в Пшеходах на Рудском канале (абсолютные показатели в мм)

a) Год

1) Средние величины

Erläuterungen zur Tabelle 9

* Abfluss vom Еłк-Einzugsgebiet in Przechody am Rudzki-Kanal (absolute Indexe in mm)

a) Jahr

1) Mittelwerte

Bilans wodny Ełku zbadano według obserwacji na wodowskazie Kanału Rudzkiego w Przechodach.

Załączono tu zestawienie miesięcznych odpływów ze zlewni Ełku za 5 lat okresu 1958—1963 (tabela 9) i miesięcznych stanów retencji w zlewni Ełku w tym samym okresie (tabela 10).

Tabela 10

Retencja w zlewni Ełku po wodowskaz na Kanale Rudzkim w Przechodach *
(wskaźniki względne, w mm)

a) Rok	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1958/59 ^o	206,6	219,1	226,0	205,8	169,3	149,4	100,3	87,5	95,9	65,6	69,5	73,8
1959/60	80,3	117,9	139,1	155,8	127,5	100,3	65,3	45,2	77,7	117,5	126,2	167,8
1960/61	171,2	175,1	183,6	173,5	159,1	104,9	87,2	64,3	67,7	70,1	87,3	71,1
1961/62	110,8	140,5	150,2	174,4	183,7	121,0	127,7	68,3	67,5	135,8	190,5	172,9
1962/63	197,9	196,2	197,6	202,2	191,5	158,8	100,7	86,9	27,8	26,7	51,6	64,1
1) Średnie	153,4	169,8	179,3	182,3	166,2	126,9	96,2	70,4	67,3	83,1	105,0	109,9

Пояснения к Таблице 10

* Запасы влаги в водосборе р. Элка до водомера на Рудзком канале в Пшеходах (относительные показатели в мм)

a) Год

1) Средние величины

Erläuterungen zur Tabelle 10

* Wasservorräte im Ełk-Einzugsgebiet bis zum Pegel auf dem Rudzki-Kanal in Przechody (relative Indexe in mm)

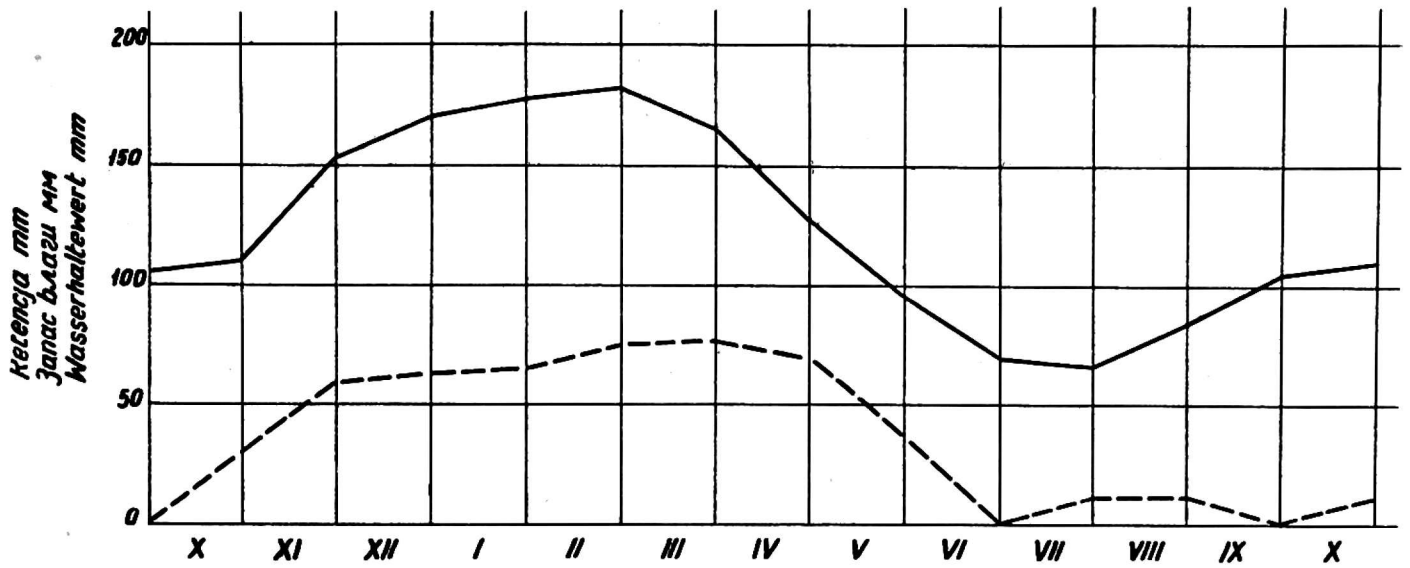
a) Jahr

1) Mittelwerte

Według tych danych sporządzono wykres rytmu odpływu ze zlewni Ełku i porównano go z rytmem odpływu z obszaru Modzelówki (rys. 6). Sporządzono także wykres rytmu stanów retencyjnych w zlewni Ełku i na torfowisku nad Kanałem Rudzkim (rys. 8).

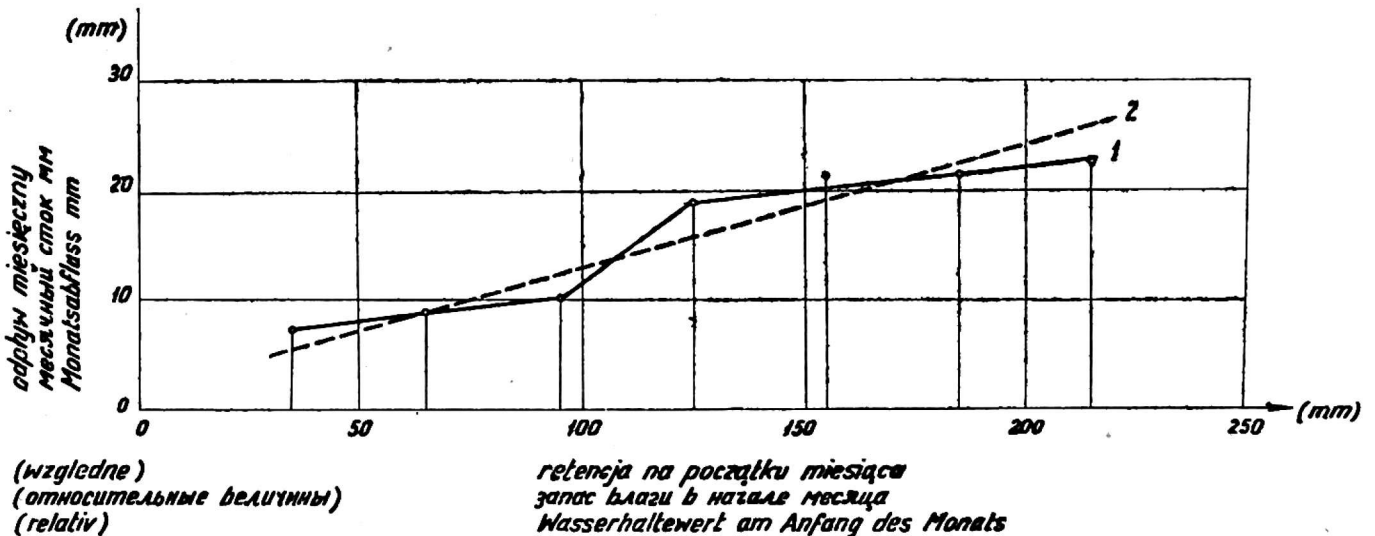
Okazało się, że rytm odpływu ze zlewni Ełku nie jest podobny do rytmu odpływu z torfowiska, natomiast wyraźnie są do siebie podobne oba rytmy retencji.

Z porównania wzajemnego retencji i odpływu Ełku okazuje się, że między tymi elementami bilansu wodnego zlewni Ełku istnieje wyraźna korelacja. Załączono tu odnośną tabelę rozdzielczą (tab. 11) i wykres związku retencji i odpływu w dwóch wariantach (rys. 9). Porównując retencję i odpływ torfowiska, żadnej korelacji między nimi nie znajdujemy. Wynika stąd wniosek, że odpływ torfowiska nie jest zależny, albo



Rys. 8. Porównanie względnych stanów retencji w zlewni Elku i na torfowisku
 Рис. 8. Сравнение относительных величин запаса влаги в водосборе реки Элк
 и на торфянике

Abb. 8. Vergleich relativer Wasservorräte des Elk—Einzugsgebietes
 und der Moortorflähe



Rys. 9. Współzależność odpływu i retencji w zlewni Elku

Рис. 9. Соотношение стока и запаса влаги в водосборе реки Элк

Abb. 9. Wechselbeziehungen zwischen Abfluss- und Wasservorratwert
 im Elk—Einzugsgebiet

w małym tylko stopniu zależny być może od stanu retencji, natomiast zależny jest przede wszystkim od rozkładu deszczów.

Obfite deszcze letnie, a także mniej obfite deszcze jesienne, dają odpływ prawie bezpośredni. W okresach bezdeszczowych i takich, w których deszczów jest niewiele, torfowisko swej wody nie oddaje, istnieją natomiast oznaki, że w okresach tych występuje zjawisko odwrotne, polegające na przyjmowaniu przez torfowisko wody gruntowej, pochodzącej z otaczających je gruntów mineralnych.

Tabela 11

Współzależność retencji i odpływu w zlewni Elku *)

a) Wskaźniki odpływu ze zlewni Elku (y)	b) wskaźniki retencji (x)							1) Razem
	20—49	50—79	80—109	110—139	140—169	170—199	200—229	
0— 4,9	2	1	—	—	—	—	—	3
5— 9,9	1	8	7	1	—	—	—	17
10—14,9	—	2	1	2	3	5	1	14
15—19,9	—	1	2	3	1	2	1	10
20—24,9	—	—	—	—	2	2	1	5
25—29,9	—	—	—	1	0	2	1	4
30—34,9	—	—	—	—	1	1	1	3
35—39,9	—	—	—	1	1	1	—	3
1) Razem	3	12	10	8	8	13	5	59
2) x średni	35	65	95	125	155	185	215	—
3) y średni	7,5	8,75	10,0	19,1	20,9	20,8	22,5	—

Пояснения к таблице 11

- *) Соотношение между запасами влаги и стоком в водосборе р. Элка
 а) Показатели стока с водосбора р. Элка (y)
 б) Показатели запаса влаги (x)
 1) Всего
 2) Средние величины x
 3) Средние величины y

Erläuterungen zur Tabelle 11

- *) Wechselbeziehungen zwischen Wasservorrat und Abfluss im Elk — Einzugsgebiet
 а) Abflussindexe (y) im Elk — Einzugsgebiet
 б) Wasservorratswert — Indexe (x)
 1) Insgesamt
 2) x — Mittelwerte
 3) y — Mittelwerte

2. 8. Sprawy do wyjaśnienia

W toku opracowania materiałów obserwacyjnych torfowiska „Modzelówka” — zebranych w latach 1958—1963 wyłoniły się zagadnienia, które dla charakterystyki bilansu wodnego torfowisk mają istotne znaczenie, ale na tle dotychczasowych obserwacji nie mogą być w pełni wyjaśnione.

Pierwszym z nich jest zagadnienie dopływu wody obcej do torfowiska.

Istnienie dopływu wody obcej do torfowiska Modzelówka w świetle wyników badania zmian poziomów wody gruntowej można uważać za udowodnione*. Wyniki badań dotychczasowych pozwoliły na określenie odpływu, jako różnicy ilości wody odpływającej i dopływającej do torfo-

* W toku obserwacji, w związku z istnieniem pionowych ruchów powierzchni torfowiska, położenie znaków pomiarowych na studzienkach obserwacyjnych było często sprawdzane. Kontrola niwelacji na studzienkach była przeprowadzona w ciągu 5 lat 19 razy, w tym w latach 1962 i 1963 przeprowadzono ją 7 razy.

wiska. W odległości około 30 km na zachód od torfowiska Modzelówka znajduje się pasmo wyżynne z rzędną 206 m, natomiast w odległości około 20—25 km w kierunku południowo-wschodnim pasmo wyżynne z rzędną 210 m. Torfowisko Modzelówka znajduje się na rzędnej około 117 m, zatem około 90 m niżej od pobliskich wyżyn.

Możliwe jest, że woda wsiąkająca w grunt na tych wyżej położonych terenach, kierując się wysokim gradientem ciśnienia hydrostatycznego spływa ku dolinie Biebrzy i torfowiskom nadbiebrzańskim.

Sprawą drugą wymagającą wyjaśnienia jest związek między ilością wody parującej z torfowiska, a parowaniem wody gruntowej w różnych punktach torfowiska.

Badając wyniki obliczeń zawartych w tabeli 5 zauważamy, że średnie okresowe odpływy na kolejnych badanych stanowiskach są z obliczenia coraz mniejsze i że różnice te pozostają w wyraźnym związku z położeniem kolejnych stanowisk. Porównanie podano w tabeli 12. Z dalszej

Tabela 12

Elementy bilansu na poszczególnych stanowiskach *

a) Opis elementów bilansu	b) Stanowiska				
	54	52	59	45	44
1) Odpływ przeciętny roczny (H_1) obliczony przy założeniu jednakowej na wszystkich stanowiskach wielkości parowania 440,5 mm (założenie I), w mm	152,5	145,6	142,1	136,9	136,2
2) Różnica odpływu w stosunku do odpływu na stanowisku 54, w mm	0	-6,9	-10,4	-15,6	16,3
3) Głębokość zwierciadła wody gruntowej przy zwyczajnym stanie wody w okresie wegetacyjnym, w cm	10	28	37	62	60
4) Parowanie przeciętne obliczone przy założeniu, że odpływ jest jednakowy na każdym stanowisku i równy $H = 152,5$ mm, natomiast parowanie jest różne i zmniejsza się wraz ze zmianą poziomu wody gruntowej (założenie II)	440,5	433,6	430,1	424,9	424,2

Пояснения к Таблице 12

* Элементы баланса для отдельных наблюдательных пунктов

a) Описание элементов баланса

b) Наблюдательные пункты №

1) Средний годовой сток (H_1), исчисленный при предположении одинаковой для всех наблюдательных пунктов величины испарения = 440,5 мм (предположение I)

2) Разница величины стока по сравнению со стоком в наблюдательном пункте № 54, в мм

- 3) Глубина зеркала грунтовой воды при обыкновенных уровнях в веготационный период, в см
- 4) Среднее испарение, исчисленное при предположении одинаковой для всех наблюдательных пунктов величины стока $H = 152,5$ мм, тогда как испарение является разным, уменьшаясь с изменениями зеркала грунтовой воды (предположение II).

Erläuterungen zur Tabelle 12

* Bilanzelemente für einzelne Beobachtungsstände

a) Beschreibung der Bilanzelemente

b) Beobachtungsstände — Nr.

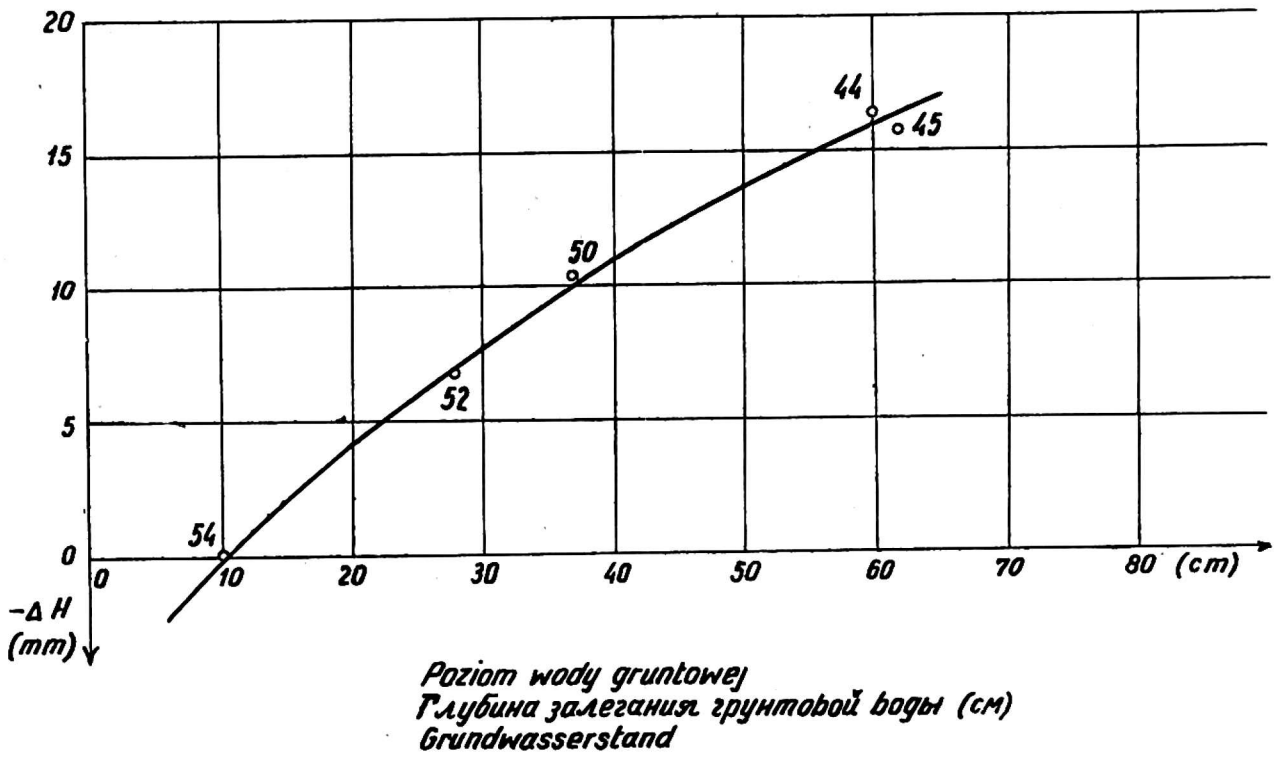
- 1) Mittlerer Jahresfluss (H_1), berechnet bei Voraussetzung einer für alle Beobachtungsstände gleicher Verdunstung 440,5 mm (Voraussetzung I)
- 2) Abflussdifferenz im Verhältnis zum Abfluss auf dem Beobachtungsstand Nr. 54, in mm
- 3) Grundwasserspiegeltiefe beim normalen Grundwasserständen in der Vegetationsperiode, in cm
- 4) Mittlere Verdunstung, berechnet bei Voraussetzung, eines für alle Beobachtungsstände gleichen Abflusses $H = 152,5$ mm, während die Verdunstung verschieden ist und mit Änderungendes Grundwasserspiegels abnimmt (Voraussetzung II).

analizy okazało się, że istnieje związek między głębokością, na której znajdowało się zwierciadło wody gruntowej przy jego stanie zwyczajnym, a wynikającymi z rachunku bilansowego różnicami odpływu na poszczególnych stanowiskach (rys. 10).

Prowadząc obliczenia bilansowe zrobiono założenia, że wysokość warstwy wody parującej w ciągu roku jest na całym obszarze torfowiska jednakowa. W tym przypadku wyniki obliczenia odpływu okazały się na różnych stanowiskach niejednakowe.

Można także założyć, że wielkość odpływu jest wszędzie jednakowa, natomiast zmienia się wysokość warstwy wody parującej w zależności od położenia zwierciadła wody gruntowej. O ile zmieni się w tym przypadku obliczona wielkość odpływu, o tyle zmieni się musi obliczona wielkość parowania (rys. 11).

Które z opisanych tu dwóch założeń jest bliższe prawdy, trudno jeszcze na to pytanie odpowiedzieć, oba mają swoje uzasadnienie, jednak wydaje się, że drugie jest słuszne. Zatrzymamy się zatem na tym, że wraz z obniżeniem zwierciadła wody gruntowej zmniejszyć się musi ilość wody parującej z gruntu.

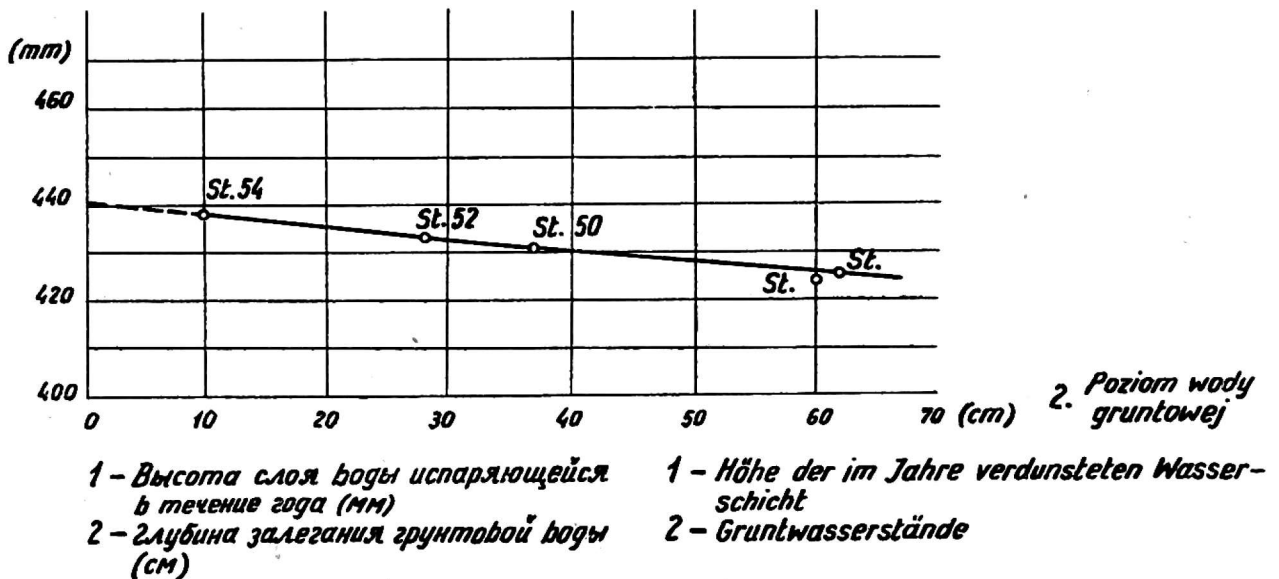


Rys. 10. Współzależność poziomu wody gruntowej z różnicami odpływu na poszczególnych stanowiskach

Рис. 10. Соотношение глубины залегания грунтовой воды и разниц стока на отдельных местообитаниях

Abb. 10. Wechselbeziehungen zwischen Grundwasserständen und Abflussdifferenzen einzelner Standorte

Wysokość warstwy wody parującej w ciągu roku



Rys. 11. Współzależność poziomu wody gruntowej i wysokości warstwy wody parującej w ciągu roku

Рис. 11. Соотношение глубины залегания грунтовой воды и высоты слоя воды испаряющейся в течение года

Abb. 11. Wechselbeziehungen zwischen Grundwasserständen und Höhe der im Jahre verdunsteten Wasserschicht

3. WPŁYW STOSUNKÓW WODNYCH NA PLONOWANIE

3. 1. Hipoteza robocza

Roślinność może korzystać z wody opadowej wsiąkającej w grunt i z wody włoskowatej podnoszącej się od poziomu zwierciadła wody gruntowej do napowietrzonych strefy gruntu.

Z wsiąkania wody opadowej i podsiąkania wody gruntowej wynikają chwilowe stany wilgotności gruntu, zmienne w czasie i wpływające na wielkość plonowania dodatnio lub ujemnie, w zależności od tego, czy rozwój roślinności jest przez nie ułatwiony czy hamowany.

Plonowanie torfowisk odwodnionych zależy od stopnia odwodnienia, a zatem od głębokości, na jakiej znalazło się obniżone zwierciadło wody gruntowej oraz także od tego, jak zmienia się wysokość obniżonego zwierciadła wody gruntowej w różnym czasie.

Przyjęto zatem, że między plonowaniem a głębokością zwierciadła wody gruntowej i współczynnikiem zmienności stanów wody gruntowej istnieć powinna korelacja, której charakter może być określony przez równoległe badanie częstotliwości zmian stanów wody gruntowej i wydajności gruntów torfowych.

Badanie plonów torfowiska przeprowadzono w latach 1962 i 1963 w rejonie studzienek 54, 50, 45 i 44. Odpowiednie oznaczenia wykonał mgr K. Krzywonos. Wyniki zestawiono w tabelach 13 i 14.

Tabela 13

Plony siana w 1962 roku na przekroju Sojczyn Borowy-Dębiec
(torfowisko Modzelówka) z poletek przy studzienkach 44a, 45, 50, 54
(powierzchnia poletka 25 mm²) *

a) Poletko w rejonie studzienki	b) Plon siana w q/ha		c) Charakterystyka łąki
	b ₁) I pokos 27. VI. 1962	b ₂) II pokos 4. IX. 1962	
54	22,4	11,0	1) łąka naturalna z przewagą turzyc
50	30,0	26,6	2) łąka uprawna założona przed dwoma laty
45	18,5	11,6	3) łąka naturalna z przewagą kostrzewy czerwonej, zachwaszczona pięciornikiem gęsım i sitem; do 1961 r. używana jako pastwisko niepielęgnowane, silnie udeptane; w roku 1962 użytkowana jako łąka
44a	8,90		4) teren użytkowany do 1961 r. jako niepielęgnowane, silnie udeptane pastwisko o bardzo lichej runi; w 1962 r. odrost bardzo słaby mimo przerwania wypasu; ze względu na to wykonano tylko 1 pokos w dniu 10.VIII. 1962 r.

Пояснения к Таблице 13

* Урожай сена в 1962 году на разрезе Сойчин--Боровы--Дембец (торфяник Модзелювка), собранные с делянок у смотровых колодцев №№ 44а, 45, 50 и 54 (площадь делянки = 25 кв. м)

а) Делянка в пределах колодца №

б) Урожай сена в ц/га

б₁) I укос

б₂) II укос

в) Характеристика луга

1) Природный луг с преобладанием осок

2) Культурный луг заложенный 2 года тому назад

3) Природный луг с преобладанием овсяницы красной, засоренный лапчаткой гусиной и ситниками; используемый до 1961 г. в качестве запущенного пастбища, в 1962 г. в качестве луга

4) Площадь используемая до 1961 г. в качестве запущенного, сильно утопанного пастбища с очень плохим составом дернины; в 1962 г. отрост очень слабый помимо прекращения выпаса, вследствие чего был проведен только I укос (10.VIII.1962 г.)

Erläuterungen zur Tab. 13

* Heuerträge im Jahre 1962 auf dem Querschnitt Sojczyn — Borowy — Dębiec (Modzelówka-Moor) aus Parzellen bei den Beobachtungsbrunnen Nr Nr 44a, 45, 50, 54 (Parzellenfläche = 25 m²)

а) Parzelle beim Beobachtungsbrunnen Nr

б) Heuerträge in dt/ha

б₁) I. Schnitt

б₂) II. Schnitt

в) Kennzeichnung der Wiese

1) Natürliche Wiese mit Vorherrschaft von Seggen

2) Kulturwiese angelegt vor zwei Jahren

3) Natürliche Wiese mit Vorherrschaft des Rotschwingels, verunkrautet mit Gänsefingerkraut und Binsen; bis 1961 als eine nichtgepflegte Weide, im 1962 als eine Wiese genutzt.

4) Bis 1961 genutzt als nichtgepflegte, stark niederstampfte Weide, mit sehr schwacher Grasnarbe, im 1962 trotz Einstellen des Beweidens sehr schwacher Graswuchs. Deswegen ist nur 1. Schnitt (am 10.8.1962) durchgeführt worden.

Badanie zmienności poziomów wody gruntowej polegało na obliczeniu i sporządzeniu wykresów częstotliwości stanów wody gruntowej w latach 1962 i 1963 na wymienionych czterech stanowiskach (rys. 3).

Na tej zasadzie określono amplitudę wahania poziomów wody gruntowej oraz miary statystyczne ciągów rozdzielczych obliczone według metody decylów (tabela 15).

Mając te dane i posługując się konstrukcją pokazaną na rysunku 12 określono wielkość gradientów $\frac{\Delta P}{\Delta t}$ oraz $\frac{\Delta P}{\Delta C_v}$ najpierw dla łąki dzikiej,

Tabela 14

Plony siana w roku 1963 na przekroju Sojczyn — Borowy-Dębiec *

a) Data	b) Rejon studzienki	c) Plon w q/ha	d) Uwagi
25.VIII.	44a	7,2	1) łąka jednokośna typu kostrzewy czerwonej, silnie zachwaszczona pięciornikiem gęsim i brodawnikiem jesiennym; użytkowana przeważnie jako pastwisko (plon z I i II pokosu)
25.VIII.	45	6,8	2) łąka jednokośna nie uprawiana, silnie zamazona; z powodu silnej suszy ruń zmarniała (plon z I i II pokosu)
25.VIII.	50	17,8	3) łąka uprawna — wiechlina błotna i łąkowa oraz kupkówka — plon z pokosu II (w pierwszym pokosie plonu nie określono)
25.VIII.	54	14,2	4) łąka turzycowa w 1959 r. nawożona nawozami mineralnymi (plon z I i II pokosu)

Пояснения к Таблице 14

* Урожай сена в 1963 г. на разрезе Сойчин—Боровы-Дембец

a) Дата

b) Захват колодца

c) Урожай сена, ц/га

d) Примечания

1) Однокосный луг типа овсяницы красной, сильно засоренный лапчаткой гусиной и кульбабой осенней; используемый преимущественно в качестве пастбища (урожай с I и II укосов)

2) Однокосный луг, запущенный, со значительным содержанием мхов; дернина ослабевшая вследствие сильной засухи (урожай с I и II укосов)

3) Культурный луг с преобладанием мятлика лугового и болотного и ежи сборной — урожай с II укоса (в I укосе урожай не определяли)

4) Осоковый луг, удобренный в 1959 с минеральными удобрениями (урожай с I и II укосов)

Erläuterungen zur Tab. 14

* Heuerträge im Jahre 1963 in dem Querschnitt Sojczyn — Borowy-Dębiec

a) Datum

b) Beobachtungsbrunnenumfang

c) Heuertrag dt/ha

d) Anmerkungen

- 1) Einschürige Rotschwengelwiese, stark verunkraut mit Gänsefinger und Herbstlöwenzahn, genützt grösstenteils als Weide (Ertrag vom I. und II. Schnitt)
- 2) Einschürige, ungepflegte Wiese, stark vermoost, mit einer wegen starken Dürre verkümmerten Grasnarbe (Ertrag vom I. und II. Schnitt)
- 3) Kulturwiese mit Vorherrschaft von Wiesen- und Sumpfrispe sowie Knautgras-Ertrag vom II. Schnitt (der Ertrag des II. Schnittes wurde nicht ermittelt)
- 4) Seggenwiese, gedüngt im Jahre 1959 mit Mineraldüngern (Ertrag vom I. und II. Schnitt).

Tabela 15

Charakterystyka częstotliwości stanów wody gruntowej w okresach wegetacyjnych (IV—IX) *

a) Nr studzienki	b) Rok	c) Amplituda wahań stanów wody gruntowej cm	d) Czas trwania zatopienia terenu dni	e) Rzędna terenu nad zerem stanów wody m	f) Miary statystyczne i współczynnik zmienności w metrach					g) Głębokość t przy stanie d_5 cm
					d_1	d_5	d_9	V	Cv	
54	1962	60	32	4,50	4,54	4,34	4,20	0,17	0,039	16
	1963	70	—	4,55	4,25	3,96	3,74	0,255	0,065	59
50	1962	85	10	4,67	4,59	4,35	3,96	0,315	0,072	32
	1963	80	—	4,67	4,27	3,90	3,62	0,325	0,083	77
45	1962	90	—	3,68	3,55	3,18	2,84	0,355	0,111	50
	1963	75	—	3,68	3,28	2,90	2,65	0,315	0,109	78
44	1962	75	—	3,43	3,33	3,00	2,73	0,30	0,100	43
	1963	65	—	3,44	2,94	2,69	2,53	0,205	0,076	75

Objaśnienia tab. 15:

d_1 — wartość decyla górnego

d_5 — wartość mediany

d_9 — wartość decyla dolnego

V — miara zmienności

Cv — współczynnik zmienności

Пояснения к Таблице 15

* Характеристика частоты уровней грунтовой воды в вегетационный период (IV—IX)

a) № и положение смотрового колодца

b) Год

c) Амплитуда колебаний уровня грунтовой воды, см

d) Продолжительность затопления площади, дней

e) Отметки площади над нулевым уровнем воды, м

f) Статистические меры в метрах и коэффициент изменчивости

g) Глубина t при уровне d_5 , см

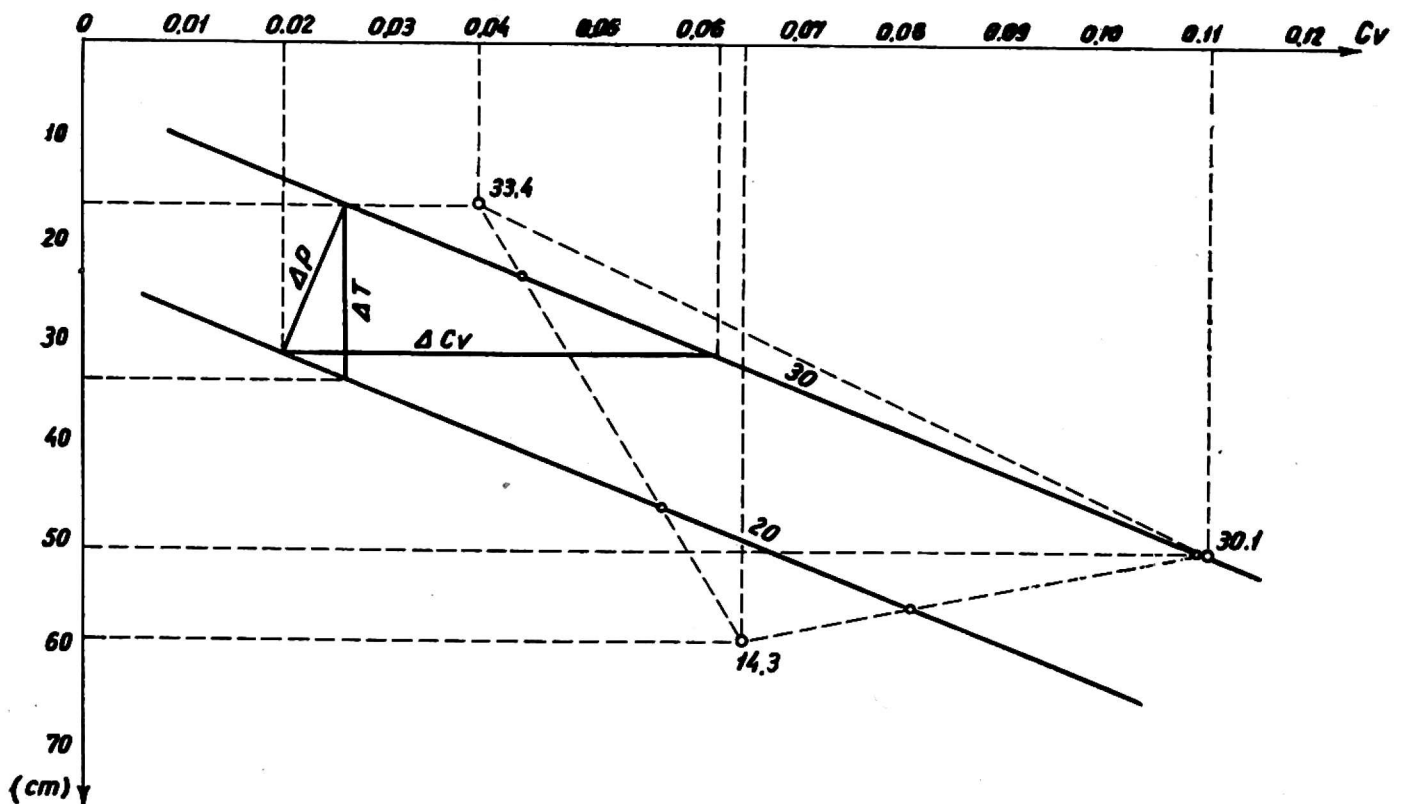
- d_1 — величина верхнего децила
 d_5 — величина медианы
 d_9 — величина нижнего децила
 V — мера изменчивости
 C_v — коэффициент изменчивости

Erläuterungen zur Tabelle 15

* Charakteristik der Frequenz der Grundwasserstände in der Vegetationsperiode (IV—IX)

- a) Nr. und Lage des Beobachtungsbrunnens
 b) Jahr
 c) Amplitude der Grundwasserstandschwankungen, cm
 d) Zeitdauer der Geländeüberstauung, Tage
 e) Geländekote über dem Null-Wasserstand, m
 f) Statistische Masse in Metern und Variabilitätskoeffizient
 g) Tiefe t beim Wasserstand d_5 , cm

- d_1 — Wert des oberen Dezils
 d_5 — Wert der Mediane
 d_9 — Wert des unteren Dezils
 V — Variabilitätsmass
 C_v — Variabilitätskoeffizient



Rys. 12. Graficzne określenie parametrów równania łąki naturalnej

Рис. 12. Графическое определение параметров уравнения природного (дикого) луга

Abb. 12. Graphische Ermittlung der Formelparameter einer natürlichen Wiese

Tabela 16

Zestawienie wyników badania plonów *

a) Rok	b) Stanowisko	c) Głębokość t cm	d) Współczyn- nik zmien- ności C_v	e) Plony P q/ha			f) U w a g i
				e ₁) I pokos	e ₂) II pokos	e ₃) Suma	
				1962	54	16	
	50	32	0,072	30,0	26,6	56,6	2) łąka uprawna
	45	50	0,111	18,5	11,6	30,1	3) łąka naturalna
	44	43	0,100	—	—	8,9	4) Stanowisko 44a pastwisko
1963	54	59	0,065	—	—	14,3	5) łąka turzycowa (nawożona w r. 1959)
	50	77	0,083	(20,1)	17,8	(37,9)	6) łąka uprawna **
	45	78	0,109	—	—	6,8	7) łąka naturalna
	44	75	0,076	—	—	7,2	8) stanowisko 44a pastwisko

** Plon z I pokosu przyjęto w takim stosunku do pokosu II, jaki był w tym miejscu w roku poprzednim.

Пояснения к таблице 16

* Сводка результатов определения урожаев

- a) Год
b) Наблюдательный пункт №
c) Глубина — t , см
d) Коэффициент изменчивости — C_v
e) Урожай — P , в ц/га
e₁) I укос e₂) II укос e₃) Итого
f) Примечания
1) Природный луг
2) Культурный луг
3) Природный луг
4) Наблюдательный пункт № 44а — пастбище
5) Осоковый луг (удобренный в 1959 г.)
6) Культурный луг **
7) Природный луг
8) Наблюдательный пункт № 44а — пастбище

** Урожай I укоса принят в таком соотношении с урожаем II укоса, какое было в данном наблюдательном пункте в предыдущем году.

Erläuterungen zur Tab. 16

* Zusammenstellung der Ertragsermittlungsergebnisse

- a) Jahr
b) Beobachtungsstand Nr
c) Tiefe — t , cm
d) Variabilitätskoeffizient — C_c
e) Erträge — P , in dt/ha
e₁) I. Schnitt
e₂) II. Schnitt
e₃) Summe
f) Anmerkungen
1) Natürliche Wiese
2) Kulturwiese
3) Natürliche Wiese
4) Beobachtungsstand Nr. 44а — Weide
5) Seggenwiese (gedüngt im Jahre 1959)
6) Kulturwiese **
7) Natürliche Wiese
8) Beobachtungsstand Nr 44а — Weide

** Der Ertrag des I. Schnittes wurde in demselben Verhältnis zum II. Schnitt angenommen, wie auf diesem Beobachtungsstand im vorigen Jahr.

Tabela 17

Gradienty plonowania *)		
a) Rodzaj łąki	$a = \frac{\Delta P}{\Delta C_v}$	$b = \frac{\Delta P}{\Delta t}$
1) Naturalna	236	-0,58
2) Uprawna	218	-0,47
3) Użytkowana jako pastwisko	17,5	-0,04

Пояснения к таблице 17

*) Градиенты урожайности

a) Вид луга

1) Природный луг

2) Культурный луг

3) Луг используемый как пастбище

Erläuterungen zur Tabelle 17

*) Ertragsgradiente

a) Wiesenart

1) Natürliche Wiese

2) Kulturwiese

3) Als Weide genutzte Wiese

dla której uzyskano z badań terenowych 3 punkty empiryczne, a następnie dla łąki uprawnej i dla pastwiska, dla których uzyskano po 2 punkty. Obliczone gradienty plonowania podane są powyżej (tab. 17).

Przyjmując równanie ogólne w postaci $P = a C_v + b t + C$, podstawiono znane wielkości plonów (P) i obliczonych gradientów plonowania, skąd przez rozwiązanie równań mogły być obliczone wielkości stałe C .

Uzyskano w ten sposób następujące równania:

a) dla łąki dzikiej $P = 236 C_v - 0,58 t + 33,2$

b) dla łąki uprawnej $P = 218 C_v - 0,47 t + 55,9$

c) dla pastwiska $P = 17,5 C_v - 0,04 t + 8,9$

W równaniach tych:

t — głębokość zwierciadła wody gruntowej przy zwyczajnym stanie wody w okresie wegetacji, w centymetrach.

P — plony siana w kwintalach z hektara.

C_v — współczynnik zmienności poziomów wody gruntowej (liczba bezwymiarowa).

Według równań opracowano monogramy: dla łąki dzikiej (rys. 13), dla łąki uprawnej (rys. 14 i dla pastwiska (rys. 15).

4. WNIOSKI

1. Bilans wodny torfowiska kształtuje się inaczej niż bilans wodny recipienta. Odnosi się to szczególnie do odpływu, którego rytm roczny u recipienta zgodny jest z rytmem retencji, podczas gdy na torfowisku nie zgadza się z rytmem retencji. Kulminacja przepływów w odbiorniku

występuje zwykle w okresie spływu wód wiosennych roztopowych, natomiast kulminacja odpływu z torfowiska występuje w miesiącach letnich po silnych deszczach, a mniejsza nieco zdarza się w czasie późnej jesieni po deszczach przy małym natężeniu parowania.

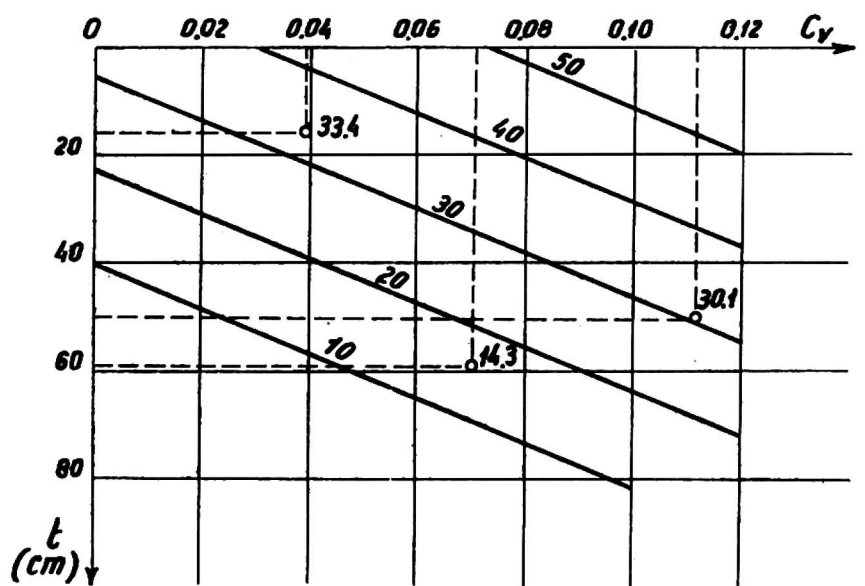
2. Najmniej wody odpływa z torfowiska w porze zimowej, tak że w tym czasie pojawia się okresowo przewaga ilości wody dopływającej do torfowiska z otaczających je obszarów nad ilością wody własnej opadowej odpływającej z torfowiska. Zagadnienie dopływającej do torfowiska wody obcego pochodzenia pozostaje nadal otwarte.

3. Wysokość plonów siana zbieranych z torfowisk odwodnionych zwię-

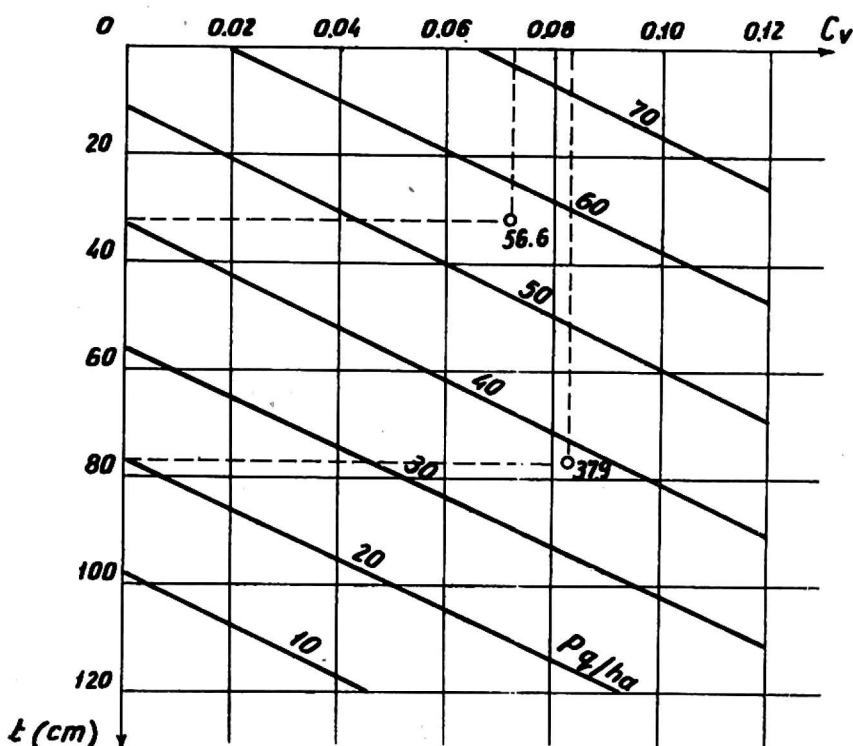
Rys. 13. Nomogram plonowania łąki naturalnej

Рис. 13. Номограмма величины урожаев на природном (диком) лугу

Abb. 13. Ertragsleistungs-Nomogramm einer natürlichen Wiese



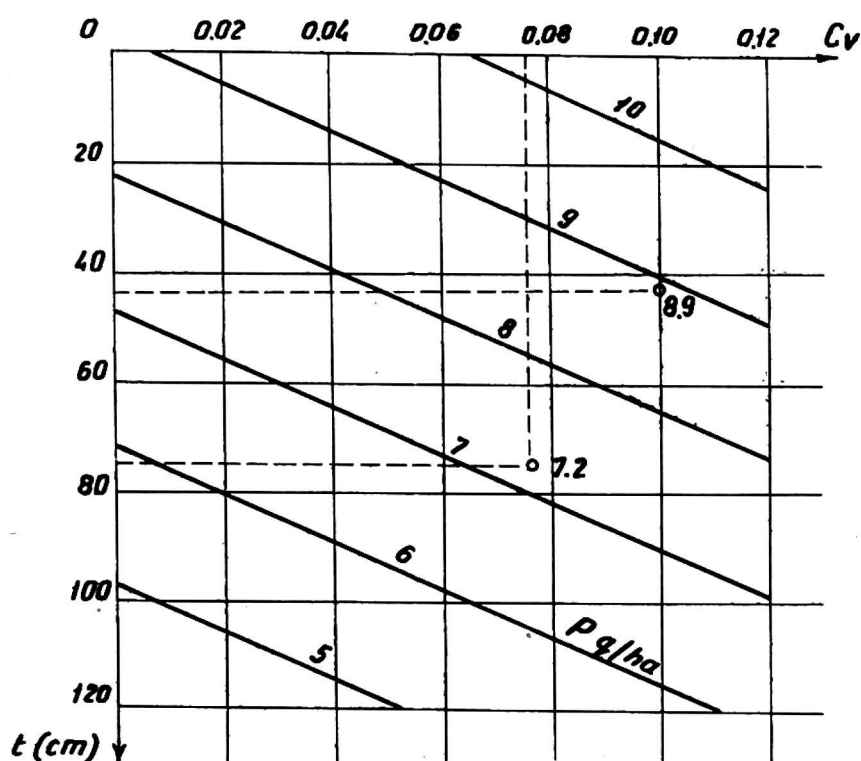
$$P = 236c_v - 0,580t + 33,18$$



Rys. 14. Nomogram plonowania łąki uprawnej

Рис. 14. Номограмма величины урожаев на культурном лугу

Abb. 14. Ertragsleistungs-Nomogramm meiner Kulturlwiese



Rys. 15. Nomogram plonowania pastwiska

Рис. 15. Номограмма величины урожаев на пастбище

Abb. 15. Ertragsleistungs-Nomogramm einer Weide

sza się tym więcej im większa jest amplituda wahań zwierciadła wody na odwodnionym torfowisku.

Przy ustalonym zwierciadle wody gruntowej wielkość plonów jest najmniejsza i maleje wraz z głębokością odwodnienia.

4. Wielkość parowania w różnych miejscach tego samego torfowiska zależy od głębokości zwierciadła wody gruntowej w poszczególnych miejscach. Określenie stopnia tej zależności pozostaje sprawą otwartą.

РЕЗЮМЕ

Торфяник Модзелювка расположен в разветвлении рек Бебжи и Элка. Через этот торфяник был проведен канал, называемый Рудзки, ведущий воды Элка и Бебжи по сокращенной трассе.

Зеркало воды в канале расположено ниже поверхности торфяника, что создало благоприятные условия для его осушения. Исследования водного баланса осушенного торфяника, проведенные на поперечном разрезе торфяника перпендикулярном по отношению к Рудзкому каналу, включали наблюдения грунтовой воды в смотровых колодцах, размещенных между каналом и прежним руслом реки Элка.

Понижение зеркала грунтовой воды по направлению канала при самых низких уровнях воды составляет в настоящее время 2‰, а при самых высоких уровнях грунтовой воды достигает даже 6‰. По мере увеличения расстояния от канала понижение уровня грунтовой воды постепенно уменьшается, а на расстоянии около 1600 м от канала понижение зеркала грунтовой воды на торфянике, вызванное наличием ка-

нала, уже не наблюдается. Зеркало грунтовой воды начинает с этого места понижаться по направлению старого русла реки Элк.

Наблюдения в каладцах проводились в течение 5 лет. Они показали, что, несмотря на одинаковые на первый взгляд физиографические условия, водный режим в отдельных наблюдательных пунктах в поперечном разрезе осушенного торфяника не является одинаковым.

Более подробно водный режим исследовался для колодцев, обозначенных номерами: № 44 (на расстоянии 50 м от канала), № 45 (на расстоянии 150 м от канала), № 50 (на расстоянии 1300 м от канала), № 52 (на расстоянии 1900 м от канала) и № 54 (на расстоянии 250 м от канала).

Зеркало грунтовой воды при уровнях воды обыкновенных для вегетационного периода располагается ниже поверхности торфяника соответственно на глубине 60, 62, 37, 28 и 10 см.

Была предпринята попытка исчисления водного баланса для каждого из пяти вышеуказанных наблюдательных пунктов, при принятии для всех этих пунктов одинаковой величины атмосферных осадков. Водный баланс торфяника был исчислен по формуле $P = H + S + \Delta R$, где P — атмосферные осадки, измеренные на метеорологической станции в Пенчикувеке; H — сток с торфяника в смысле разницы между действительным стоком и нерегулируемым притоком воды со смежной с торфяником площади; S — испарение с торфяника, исчисленное по методу Константинова на основе психрометрических наблюдений в Пенчикувеке; ΔR — увеличение запаса влаги в период составления баланса, исчисленное в соответствии с колебаниями зеркала грунтовой воды. Величина H исчислялась для отдельных наблюдательных пунктов по формуле $H = P - S - \Delta R$.

Баланс охватывал 5 гидрологических лет, с 1.XI.1958 г. по 31.X.1963 г. Годичные осадки за этот период составляли в Пенчикувеке: $P = 563,0$ мм, испарение согласно наблюдениям проведенным в Пенчикувеке $S = 440,5$ мм, исчисленное методом Константинова.

Эффективное питание торфяника водой атмосферных осадков составляло: $P - E = 122,5$ мм, а кроме того известное дополнительное питание происходило за счёт запаса влаги, снижение которого в отдельных наблюдательных пунктах составляло соответственно 13,7 мм, 14,4 мм, 19,6 мм, 23,1 мм и 30,0 мм. Таким образом, сток определенный для вышеуказанных пунктов составлял соответственно 136,2 мм, 136,9 мм, 142,1 мм, 145,6 мм и 152,5 мм.

Автор критически относится к вышеуказанному исчислению. По мнению автора более правильным и приближенным к действительности было бы предположение, что незадержанное торфяником и стекающее с него количество воды атмосферных осадков является в его отдельных

пунктах одинаковым, изменяется же величина испарения, которое на вышеуказанных наблюдательных пунктах составляло бы в среднем в году соответственно: 424,2 мм, 242,9 мм, 430,1 мм, 433,6 мм и 440,5 мм.

Годичный ритм состояния запаса влаги в торфянике является сходным с ритмом запаса влаги в водосборе реки Элка. Большие количества запаса влаги наблюдаются в течение зимних месяцев — от декабря до апреля, с максимумом в марте, малые количества запаса влаги — в период от июня до ноября, с минимумами в конце июня и в сентябре. Средняя годичная амплитуда колебаний запаса влаги составляет 80 мм.

Годичный ритм стока не совпадает с ритмом приемника. Главный максимум, наблюдаемый в августе, вызывают дожди в июле и августе, которые в сумме дают свыше 200 мм дождевой воды. После вычёта от этой суммы испарения за данный период остаётся ещё 56,9 мм для стока.

Высокое количество стока, лишь несколько ниже максимального, обозначается в декабре. Его вызывают осенние дожди, которые хотя и менее обильные чем летом, подвергаются меньшей интенсивности испарения. Питание этими дождями составляет в среднем 52,9 мм, что лишь немногим ниже чем в августе. Период слабого стока приходится весной на месяцы февраль—апрель, а зимой на месяцы декабрь—январь. Зимнее снижение стока вызвано длительным ограничением притока воды атмосферных осадков. Ноябрьское снижение стока связано с малым количеством осадков в период так называемой золотой осени.

Сезонное распределение суммы стока на протяжении года представляется следующим образом: в зимнее полугодие — 25,2%, в первом квартале летнего полугодия — 34,4%, в августе и сентябре — 38,4%, в октябре — 2%, всего 100%.

В месяцах февраль—апрель сток осадковой воды с торфяника снижается до такой степени, что в этот период происходит периодическое преобладание воды притекающей к торфянику над количеством воды стекающей с торфяника.

Приток воды со смежных с торфяником вышерасположенных площадей путём подземного просачивания автор считает возможным. Этот вопрос требует, однако, более подробного изучения.

Автор пытается определить соотношение между урожайностью торфяника и динамикой грунтовой воды. Оказывается, что величина урожая сена собираемых с осушенных торфяных площадей повышается по мере расширения амплитуды колебаний зеркала грунтовой воды на осушенном торфянике. Это значит, что более широкой амплитуде колебаний зеркала грунтовой воды на осушенном торфянике отвечают повышенные урожаи.

В условиях установившегося зеркала грунтовой воды или его малых

колебаний, по мере увеличения глубины залегания грунтовой воды снижается урожайность торфяника.

$$P = aC_v + bt + c,$$

где: P — величина урожая, C_v — коэффициент изменчивости уровней грунтовой воды, t — глубина залегания грунтовой воды при обычных уровнях воды в вегетационный период, a, b, c — постоянные величины, обусловленные способом возделывания и использования торфяника.

Zusammenfassung

Das derzeit entwässerte Modzelówka-Moor ist in dem durch die Flüsse Biebrza und Ełk gebildeten Flusswinkel gelegen. Durch das Moor wurde der Entwässerungskanal, der sogenannte Rudzki-Kanal, gezogen, durch den das Wasser vom Ełk auf kürzerem Wege in den Biebrza-Fluss geführt wird.

Der Wasserspiegel des Kanals liegt niedriger als die Mooroberfläche, wodurch gute Entwässerungsbedingungen geschaffen worden sind.

Studien über den Wasserbilanz der entwässerten Moorfläche wurden in den senkrecht zum Rudzki-Kanal gezogener Linie in Beobachtungsbrunnen des Grundwasserstandes zwischen dem Kanal und dem ehemaligen Ełk-Bette, durchgeführt.

Das Grundwasserspiegelgefälle in dem Torfgelände in der Kanalrichtung beträgt gegenwärtig in der Nähe des Kanals 2‰ und bei höchsten Grundwasserständen sogar 6‰. Mit der wachsenden Entfernung vom Kanal nimmt das Gefälle allmählich ab, sodass ca 1600 m vom Kanal die vom Rudzki-Kanal verursachte Depression des Grundwasserspiegels sich nicht mehr bemerken lässt. Von dieser Stelle an wird der Grundwasserspiegel in der Richtung des ehemaligen Ełk-Bettes geneigt.

Die Beobachtungen der Grundwasserstände wurden in den Brunnen 5 Jahren hindurch geführt. Sie zeigten, dass trotz scheinbar gleicher physiographischen Bedingungen, die Grundwasserverhältnisse in einzelnen Beobachtungsbrunnen auf untersuchter Moorfläche etwas anders gestaltet werden. Eingehender wurden die Grundwasserverhältnisse für die Beobachtungsbrunnen No 44/50 m vom Kanal, No 45/150 m vom Kanal, No 50/1300 m vom Kanal, No 52/1900 m von Kanal und 54/2500 m vom Kanal untersucht. Die durchschnittlichen Wasserspiegel lagen im Vegetationszeitraum in den Tiefen von 60, 62, 37, 28 und 10 cm unter der Oberfläche des Geländes.

Man versuchte die Wasserbilanz für jeden der fünf obenangeführten

Beobachtungsständen bei Annahme überall gleicher Niederschlagsmenge zu berechnen.

Die Wasserbilanz der Moorfläche wurde nach der Gleichung $P = H + S + \Delta R$ berechnet, wo: H = Abfluss von der Moorfläche als eine Differenz zwischen dem wirklichen Abfluss und dem nichtkontrollierten Zufluss von der Umgebung betrachtet, S — Verdunstung der Moorfläche, nach der Konstantinow-Methode und auf Grund der psychrometrischen Beobachtungen in Pieńczykówek ermittelt und R — Zuwachs der Wasserspeicherung in dem Bilanzierungszeitraum, der nach den Änderungen der Grundwasserstände errechnet wurde. In einzelnen Beobachtungsständen wurde H nach der Gleichung $H = P - S - \Delta R$ berechnet.

Es sind 5 hydrologische Jahre, vom 1. 11. 1958 bis 31. 10. 1963 bilanziert worden. Die Jahresniederschläge betragen in dieser Zeit in Pieńczykówek $P = 563,0$ mm, und die Verdunstung $S = 440,5$ mm (berechnet nach der Konstantinow's Methode). Die effektive Speisung der Moorfläche mit Niederschlagswasser betrug: $P - E = 122,5$. Dazu kam noch eine Rückgabe von der Grundwasserspeicherung, deren Abnahme in den Beobachtungsständen No No 44, 45, 50, 52 und 54 entsprechend 13,7 mm, 14,4 mm, 19,6 mm, 23,1 mm und 30,0 mm betrug. Der Abfluss wurde dortselbst dementsprechend und in derselben Reihenfolge zu 136,2 mm, 136,9 mm, 142,1 mm, 145,6 mm und 152,5 mm bestimmt.

Dieses Ergebnis wurde aber durch den Verfasser kritisch behandelt. Er ist der Meinung, dass näher der Wirklichkeit die Voraussetzung wäre, dass die von der Moorfläche zum Abfluss abgegebenen Wassermengen in einzelnen Punkten als gleich betrachtet werden können, während veränderlich die Verdunstung ist, die in denselben Beobachtungsständen durchschnittlich 424,2 mm, 424,9 mm, 430,1 mm, 433,6 mm und 440,5 mm in einem Jahr betragen kann.

Der Jahresrhythmus der Wasserspeicherung des Torfbodens ist ähnlich demjenigen des Elk-Einzugsgebietes. Die hohe Wasserspeicherung ergibt sich in den Wintermonaten, seit Dezember bis April, mit einem Höchststand im März, während die niedrige in der Zeit vom Juni bis November, wobei die Minima Ende Juni und im September erscheinen. Der mittlere Unterschied zwischen der höchsten und niedrigsten Jahresspeicherung beträgt durchschnittlich 80 mm. Der Jahresrhythmus des Abflusses stimmt mit dem Rhythmus des Vorfluters nicht überein. Das Maximum kommt im August nach Niederschlägen im Juli und August vor, die insgesamt über 200 mm Wasserschicht ergeben. Nach Verdunstung bleiben davon noch 56,9 mm für Abflusspeisung.

Ein niedrigeres Abflussmaximum tritt im Dezember auf. Es stammt aus den Herbstniederschlägen, die zwar weniger Wasser als diejenigen vom Sommer liefern, die Verdunstung ist jedoch in dieser Zeit viel

schwächer. Für Abfluss bleibt davon durchschnittlich 52,9 mm, also nicht viel weniger als im August.

Die Zeit der niedrigen Abflussmengen kommt in den Monaten von Februar bis April und im Dezember bis Januar. Die Knappheit des Abflusses im Winter ist Folge des langdauernden Mangels an flüssigem Niederschlagswasser, diejenige vom November ist durch Trockenwetter im „goldenen Herbst“ bewirkt.

Die saisonsmässige Einteilung der jährlichen Abflussmenge ist folgend: im Winterhalbjahr — 25,2%, im ersten Jahresviertel des Sommerhalbjahres — 34,4%, im August und September — 38,4% und im Oktober — 2%, insgesamt 100%.

In der Zeit vom Februar, bis April ist der Abfluss des eigenen Niederschlagswasser von der Moorfläche so gering, dass die abfliessenden Wassermengen periodisch niedriger als die zufließenden erscheinen.

Der Verfasser hält es für möglich, dass von den benachbarten, höher gelegenen Hügeln fremdes Wasser zur Moorfläche unterirdisch durchsickert. Dies bedürft aber besonderer Untersuchungen.

Der Verfasser versuchte, auch die Beziehung zwischen der Ertragsfähigkeit der Moorfläche und der Dynamik der Grundwasserstände zu bestimmen. Es zeigte sich, dass die Heuerträge von den entwässerten Moorflächen desto höher sind, je grösser sich die Schwankungen des Grundwasserspiegels im entwässerten Torfboden aufstellen. Dies bedeutet, dass der grösseren Streuung der Grundwasserstände höhere Erträge entsprechen.

Wenn dagegen der Grundwasserspiegel stabil erscheint und seine Schwankungen gering sind, dann nimmt die Ertragsfähigkeit der Moorfläche mit der Absenkung des Grundwasserspiegels ab.

Diese Folgerungen lassen sich durch empirische Gleichung in Form:

$$P = aC_v + bt + C$$

verallgemeinern, wo: P — Ertragsgrösse; C_v — Streuungs-Koeffizient der Grundwasserstände; t — Tiefe des Grundwasserspiegels bei dem für die Vegetationsperiode üblichen Wasserstand; a, b, c — die von der Bearbeitungs- und Nutzungsart der Moorfläche abhängigen Konstanten.

STRESZCZENIE

Przez torfowisko „Modzelówka”, położone w widłach rzek Biebrzy i Elku przebiega kanał Rudzki, prowadzący wody Elku i Biebrzy po skróconej trasie. Stan wody w kanale znajduje się poniżej poziomu torfowiska, co stworzyło korzystne warunki dla odwodnienia tego ostatniego. Badania bilansu wodnego torfowiska uwzględniały obserwacje wody gruntowej w studzienkach kontrolnych. W miarę

zwiększania się odległości od kanału obniżenie poziomu wody gruntowej pod wpływem kanału staje się coraz mniejsze, a w odległości 1600 m od kanału już nie da się zupełnie zaobserwować. Od tego miejsca poziom wody gruntowej zaczyna się obniżać w kierunku dawnego koryta rzeki Ełk. Przeprowadzone w ciągu 5 lat obserwacje wykazały, że pomimo jednakowych na pozór warunków fizjograficznych stosunki wodne w przekroju poprzecznym odwodnionego torfowiska nie są jednakowe. Przy stanach wody w rzece normalnych dla okresu wegetacyjnego poziom wody gruntowej w studzienkach w odległości 50—2500 m od kanału układa się odpowiednio na głębokości od 60 do 10 cm poniżej powierzchni terenu. Podjęto próbę obliczenia bilansu wodnego dla każdego z 5 punktów obserwacyjnych przy użyciu wzoru $P = H + S + \Delta R$. Bilans obejmuje 5 lat hydrologicznych (1. XI. 1958 — 31. X. 1963). Rytm roczny zasobów wilgoci w glebie torfowej odpowiada rytmowi wilgoci w zlewni Ełku. Rytm roczny spływu nie pokrywa się z rytmem odbiornika. Główne maksimum w sierpniu wywołują deszcze w lipcu i sierpniu. Drugie maksimum w grudniu tworzy się pod wpływem deszczy jesiennych i zmniejszonego parowania terenowego. W miesiącach II—IV spływ wody opadowej z torfowiska obniża się tak, że obserwuje się przewagę dopływu do torfowiska nad ilością spływu z torfowiska. Próba określenia stosunku między produktywnością torfowiska a dynamiką wody gruntowej wykazała, że plony siana wzrastają w miarę rozszerzania się amplitudy wahań poziomów wody gruntowej na odwodnionym torfowisku. W warunkach ustabilizowanego poziomu wody gruntowej lub jego niewielkich wahań produktywność torfowiska spada w miarę zwiększania się głębokości zalegania wody gruntowej. Na podstawie powyższych stwierdzeń wyprowadzono wzór empiryczny na określenie wysokości plonów w zależności od wahań poziomu wody gruntowej.