

Edward MICHNA

**Opad a współczynnik odpływu na obszarze
Województwa Lubelskiego**

**Осадки а коэффициент стока на территории
Лублинского Воеводства**

**Niederschlag und Abflusskoeffizient für das Gebiet
der Woiwodschaft Lublin**

W wyniku wieloletnich obserwacji stwierdzono, że w każdym miejscu na globie ziemskim istnieje pewna równowaga między sumą opadów atmosferycznych, które padają w tym obszarze, a sumą wód w miejscu tym zatrzymaną, wyparowaną i odpływającą. Opierając się na tym stwierdzeniu stworzono pojęcie tzw. bilansu wodnego.

W ostatnich latach zagadnienie bilansu wodnego stało się szczególnie ważne przy planowaniu i wykonywaniu zadań gospodarczych i przemysłowych, a głównie w tych gałęziach gospodarczo-przemysłowych, które częściowo lub całkowicie wykorzystują wyniki badań nad czynnikami klimatycznymi i hydrologicznymi.

Do równania bilansu wodnego wchodzi jako podstawowe składniki: opad i odpływ powiechniowy. Rozkład tych dwóch elementów w czasie i przestrzeni posiada nie tylko największy i najbardziej decydujący wpływ na bilans wodny rzeki czy dorzecza, ale również na rodzaj i charakter gospodarki rolnej.

W naukach rolniczych zwraca się ostatnio szczególną uwagę na stosunki zachodzące między życiem roślin a opadem atmosferycznym. Dokonuje się szeregu doświadczeń celem uchwycenia znaczenia i wpływu jaki wywiera opad na stosunki wilgotnościowe siedliska roślinnego

tzn. na wilgotność gleby, parowanie, wilgotność powietrza, a szczególnie na stopień zabezpieczenia rośliny w wodę. Wiemy, że dla życia roślin decydujące znaczenie posiada nie ilość opadu, która spadła na określony obszar, ale ilość możliwa do wykorzystania przez roślinę. W racjonalnej gospodarce nadwyżka powinna być odprowadzona, natomiast niedobór wód w okresie wegetacyjnym winien być na czas uzupełniony (16, 19, 33). *Matusewicz* (29) zaznacza, „że tak jak w bilansie pieniężnym stan przychodowy równoważyć się musi z remanentem rozchodowym, tak też i w bilansie wodnym istnieć musi stan równowagi, między przybytkiem i ubytkiem wody na pewnym obszarze, w pewnym określonym czasie“.

Regulacja rzek, budowa zbiorników retencyjnych, budownictwo mostowe, budownictwo miejskie (wodociągi, kanalizacja), zabudowanie potoków górskich i ochrona przed powodzią, przemysł energetyczny i komunikacja — to dziedziny, w których znajomość składowych elementów bilansu wodnego jest nieodzowna.

Do równania bilansu wodnego wchodzi następujące składniki:

1. Woda dopływająca po powierzchni do badanego obszaru (W).
2. Woda dopływająca pod powierzchnią (W_1).
3. Woda, która znajdowała się na badanym obszarze na początku okresu bilansowania (Z).
4. Woda pochodząca z opadów atmosferycznych (H).

Wymienione powyżej składniki podajemy po lewej stronie równania, natomiast po prawej stronie równania bilansu wodnego umieszczamy następujące składniki:

1. Woda zatrzymana na badanym obszarze na końcu okresu bilansowania (R).
2. Woda pobierana przez rośliny w okresie bilansowania (S).
3. Woda parująca z powierzchni ziemi (gruntu) (S_1).
4. Woda odpływająca po powierzchni ziemi poza granicę badanego obszaru (O).
5. Woda odpływająca pod powierzchnią ziemi (O_1) (6, 7, 29, 38).

Opierając się na tych składnikach równanie bilansu wodnego przedstawiać się będzie następująco:

$$W + W_1 \pm Z + H = R + S + S_1 + O + O_1^*)$$

*) Znakowanie własne.

Stosowanie równania z tak dużą ilością składników nie jest celowe, ponieważ niektóre z nich można z powodzeniem ominąć lub skomasować. Najważniejszym składnikiem lewej strony równania jest ilość opadu atmosferycznego H i zapas wody, która znajdowała się na początku bilansowania Z , zaś po prawej stronie równania najważniejszymi są: odpływ powierzchniowy O i wszelkie straty, które oznaczamy ogólnie literą S . Straty S są sumą parowania z powierzchni i głębi gruntu, z powierzchni wody, z konsumpcji roślin, oraz strat na przesiekaniu i odpływ podziemny. Ponadto po prawej stronie równania znajdować się musi wartość pozostałej wody, retencjonowanej na badanym obszarze przy końcu okresu bilansowania R . Otrzymujemy równanie o brzmieniu:

$$Z + H = O + S + R$$

Równanie powyższe stosujemy w przypadku, gdy badamy bilans jakiegoś dorzecza w stosunkowo krótkim okresie np. kilkuletnim. Natomiast gdy opieramy się na wynikach z okresów dłuższych np. kilkustoletnich — wówczas różnice w wartościach składników Z i R staną się bardzo małe w stosunku do pozostałych, tak że z powodzeniem mogą być w równaniu pominięte (38). Upraszczamy więc równanie do postaci:

$$H = O + S$$

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie rozkładu opadów atmosferycznych w czasie i przestrzeni na obszarze województwa lubelskiego na podstawie danych z okresu 1920—1937. Wyznaczenie współczynnika odpływu dla województwa stanowić będzie próbę zbadania korelacji opadów atmosferycznych z odpływem wód. Porównanie wymienionych czynników pozwoli w końcowym wyniku na podanie równania bilansu wodnego dla badanego regionu, a tym samym na określenie wysokości odpływu i strat jakie mają miejsce na tym obszarze.

Materiał i metoda

Charakterystykę opadu na omawianym obszarze oparłem na materiałach zamieszczonych w Pracach Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego, zeszyt 9, „Materiały do bilansu wodnego Polski, część I. Opady zmierzone w dorzeczu Wisły w latach 1920—1939”. Wydawnictwo to wykazuje w okresie 1920—1939 r. czynnych 230 stacji opadowych, położonych na obszarze województwa lubelskiego i terenów przyległych. Przy selekcji i doborze stacji zwracałem szcze-

gólną uwagę na ciągłość obserwacji opadowych. Stacje opadowe, które nie posiadały przynajmniej 5-letniego ciągłego okresu obserwacyjnego nie były brane pod uwagę przy dalszych opracowaniach. W ten sposób otrzymałem 87 stacji opadowych, które stały się podstawą do dalszych opracowań.

Tablica I.

Opady atmosferyczne.

Srednie sumy roczne z okresu 1920—1937. (Wyliczone przy pomocy metody redukcji)

Atmosphärische Niederschläge.

Jahresmittelwerte von 1920 bis 1937 (durch die Reduktionsmethode erhalten).

Nazwa stacji	Wysokość n.p.morza	φ	λ	Średnia roczna
Puławy	140	51°25	21°57	583
Garbatka	147	51°29	21°39	599
Grabnik	102	52°43	21°28	635
Ślepoty	100	52°42	21°35	570
Ciechanowiec	120	52°41	22°30	589
Białowieża	161	52°42	23°51	656
Liw	125	52°23	21°58	585
Frankopol	139	52°25	22°33	548
Korczew	136	52°21	22°36	569
Ostromeczewo	145	52°16	23°35	568
Kamieniec Litewski	162	52°24	23°49	578
Siennica	160	52°06	21°37	630
Rudka	166	52°10	21°50	560
Siedlce Stara-Wieś	153	52°10	22°19	478
Brześć n. Bugiem	130	52°06	23°40	590
Tuczna	151	51°53	23°25	517
Dubica	142	51°48	23°39	580
Pożezyn	152	51°57	23°58	588
Wielkoryta	151	51°56	24°02	559
Brzoza	147	51°36	21°21	564
Dęblin-Irena	118	51°33	21°51	551
Dęblin /szkoła roln./	117	51°34	21°53	574
Sobieszyn	167	51°35	22°11	518
Czemierniki	147	51°40	22°39	494
Włodawa	163	51°33	23°33	536
Domaszewo	150	51°45	23°36	602
Ładynka	167	51°36	23°45	553
Pulmo	162	51°31	23°45	549
Ołtuszy	162	51°42	23°58	552
Zwoleń	160	51°22	21°35	530
Ostrów Podlaski	154	51°30	22°52	540
Piesza Wola	188	51°30	23°09	544
Swież	165	51°29	23°51	522

2) c. d. tabl. I.

Nazwa stacji	Wysokość n.p.morza	φ	λ	Średnia roczna
Solec	163	51°08	21°46	556
Zemborzyce	180	51°12	22°32	549
Lublin-Bronowice	183	51°14	22°35	617
Okazów	176	51°10	23°30	541
Luboml	184	51°14	24°02	529
Wojsławice Chełmskie	219	50°55	23°33	545
Małcze	188	50°57	23°59	556
Włodzimierz	192	50°50	24°20	541
Krynice	308	50°35	23°23	570
Poturzyn	230	50°34	23°57	549
Wojsławice Sokal.	198	50°34	24°12	602
Biskupicze Szlacheckie	201	50°43	24°20	532
Radowicze	200	50°40	24°27	593
Tomaszów Lubelski	271	50°27	23°25	644
Uhnów	215	50°23	23°45	579
Krystynopol	198	50°24	24°14	645
Korczyn	220	50°20	24°24	542
Kurniki	267	50°01	23°32	644
Rawa Ruska	239	50°14	23°37	732
Przystañ	213	50°14	23°57	699
Wola Bilgorajska	218	50°33	22°47	655
Milków Królewski	227	50°54	21°23	553
Zochcin	231	50°50	21°23	629
Denków	176	50°56	21°26	589
Podole	217	50°50	21°27	581
Gierczyce	221	50°48	21°32	548
Zawichost	148	50°49	21°52	546
Urzędów	183	51°00	22°09	565
Żółkiewka	222	50°55	22°51	667
Gorzków	203	50°57	23°01	561
Orłów	235	50°54	23°15	540
Zdanów	239	50°43	21°33	594
Przewłoka	147	50°33	21°37	555
Grębów Nowy	164	50°33	21°54	584
Radomyśl	153	50°41	21°57	587
Lipa	171	50°41	22°04	669
Nisko	164	50°31	22°09	662
Domastawa	209	50°37	22°16	699
Łąpiguz	205	50°45	23°18	623
Gawłuszowice	164	50°25	21°24	571
Baranów	160	50°30	21°32	586

3) c. d. tabl. I.

Nazwa stacji	Wysokość n.p.morza	φ	λ	Średnia roczna
Majdan Kolbuszowski	227	50°23	21°45	634
Narol	271	50°21	23°20	737
Żyraków	195	50°05	21°24	655
Kolbuszowa	210	50°15	21°47	649
Głogów	243	50°09	21°58	692
Miłocin	228	50°05	22°00	625
Łańcut	247	50°04	22°14	660
Grodzisko	242	50°10	22°27	671
Dolne	213	50°03	22°28	716
Miłków Lubelski	250	50°12	22°54	684
Przeworsk II	203	50°04	22°30	689
Łaszki	198	50°01	22°54	678
Rzeszów	215	50°02	22°01	655

Z owych 87 stacji pluwiometrycznych 1 stacja opadowa posiada nieprzerwaną serię obserwacyjną przez 18-letni okres czasu, 11 stacji opadowych posiada nieprzerwane obserwacje przez 12-letni okres, 17 stacji czyniły nieprzerwane obserwacje przez 10-letni okres, 32 stacje opadowe wykazują 8-letni okres obserwacyjny, a 59 stacji opadowych ma notowania przez 5-letni okres.

Mapę opadów na podstawie średnich wartości z okresu 18-letniego (1920—1937) mogłem otrzymać, stosując metodę redukcji dla 87 stacji opadowych (tabl. 1). Jako stacje podstawowe, w stosunku do których obliczano metodą redukcji wartości dla pozostałych stacji, wybrano *): 1) Puławy, 2) Wolę Biłgorajską, 3) Wojsławice Chełmskie. Stacja meteorologiczna w Puławach reprezentuje w przybliżeniu północną część województwa lubelskiego. Posiada ona nieprzerwane dane obserwacyjne dla całego okresu 18-letniego.

Wola Biłgorajska reprezentuje południowo-zachodnią część województwa, a Wojsławice Chełmskie południowo-wschodnią część. Stacje Wola Biłgorajska i Wojsławice Chełmskie posiadały niewielkie braki w materiale pluwiometrycznym z tego okresu, np. w pierwszej brak kilku wartości dla miesięcy z 1920, 1921, 1922 roku. w drugiej z 1920, 1921, 1922 i 1933 roku.

*) Współrzędne geograficzne stacji meteorologicznych: Puławy 51°25', 21°57'. H — 140 m n.p.m. Wola Biłgorajska 50°33', 22°47', H — 218 m n.p.m. Wojsławice Chełmskie 50°55', 23°33', H — 219 m n.p.m.

Mimo tych luk wybrałem je jako podstawowe, ponieważ posiadają one w porównaniu z innymi stacjami najdłuższe serie obserwacyjne. Brakujące wartości dla Woli Biłgorajskiej i Wojsławic Chełmskich obliczono metodą redukcji w stosunku do Puław.

Mapa opadów na podstawie średnich z okresu 10-letniego wykonana została na podstawie danych opadowych rzeczywistych z okresu 1928—1937 dla 17 miejscowości. Ilość punktów okazała się niewystarczająca przy wykreślanii izohiet co 20 i 50 mm. Do liczby 17 stacji dołączono 7 miejscowości, które posiadały materiał opadowy 10-letni z pewnymi lukami, np. brak wartości dla 1 czy 2 miesięcy w roku (tabl. II).

Mapę średnich opadów dla 5-lecia (1931—1935 r.) wykonano na materiale pluwiometrycznym z 59 miejscowości (tabl. III).

Wartość dla współczynnika odpływu obliczyłem metodami pośrednimi, polegającymi na stosowaniu wzorów empirycznych ustanowionych przez różnych badaczy, takich jak: Dębski, Iszkowski, Kollis, Pareński, Keller i innych. Stosowanie wzorów empirycznych dla obliczenia wartości odpływu i określenia składników bilansu wodnego wymaga od wykonawcy dobrej znajomości badanego terenu, celem dobrania najwłaściwszych wzorów i współczynników. Mimo tych trudności należy wykorzystać te metody, ponieważ uzyskanie materiałów cyfrowych dla odpływu wód mniejszych rzek i cieków jest niemożliwe, na skutek braku stacji wodowskazowych na tych rzekach. Rzeki woj. lubelskiego w okresie 1920—1937 jak np. Wieprz, Bystrzyca, Tyśmienica nie posiadały stałych stacji wodowskazowych. Jedynie w Puławach i Dęblinie czynne były wodowskazy na Wiśle. Wykorzystanie danych z tych wodowskazów nie jest możliwe, ponieważ obejmują one wartości dla całej zlewni Wisły.

Opad

Kreśląc mapę opadów, zwrócić musimy uwagę na trzy czynniki, a to: na gęstość stacji opadowych, długość okresu obserwacyjnego i na interwały (odstępstwa pomiędzy izohietami). Od tych trzech czynników zależy przede wszystkim dokładność mapy (16, 17, 35).

Im bardziej gęsta jest sieć stacji opadowych, tym bardziej szczegółowo możemy wykreślać izohiety, o tym samym dokładniej przedsta-

Tablica II.

Opady miesieczne (średnie z okresu 1928—1937)

Monatliche Niederschlagsmittelwerte für die Zeit von 1928 bis 1937.

Lp. Stacja	Wys. m.p.m.	φ	λ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Śred. 10-letn. I-X	Skł. -VII	Skł. -XII
1. Goniadzki	147	51°30	22°39	14,4	21,6	20,1	29,8	53,7	47,2	62,3	79,7	48,1	36,5	31,4	22,6	367,5	292,6	467,4
2. Donaczewo	150	51°45	23°36	27,5	33,3	28,1	40,3	47,3	56,6	81,7	69,8	60,8	47,0	39,4	33,4	363,2	343,8	504,7
3. Palusz	140	51°25	21°57	23,4	26,0	22,8	36,4	67,8	57,3	83,2	66,4	55,9	47,3	37,7	32,0	367,9	353,9	576,2
4. Piessa Wola	188	51°30	23°09	17,5	23,8	22,9	33,0	44,1	59,9	73,6	100,6	59,8	46,7	36,3	25,8	383,3	334,1	543,4
5. Zamboryce	180	51°12	22°32	18,2	21,9	21,7	38,4	45,8	53,5	82,3	94,5	56,7	46,4	37,9	26,5	379,2	336,2	543,9
6. Okocim	176	51°10	23°30	19,3	21,0	21,5	35,0	49,4	59,5	84,4	83,3	58,1	43,1	31,7	25,4	373,8	333,1	531,4
7. Tadeja	219	50°50	21°27	17,5	18,9	25,3	43,7	55,2	73,3	79,0	85,1	56,6	46,8	40,3	29,5	399,2	361,6	577,2
8. Ureduw	183	51°00	22°09	23,2	27,3	21,4	37,9	48,2	64,1	82,5	86,7	59,3	46,1	38,5	33,0	366,9	340,8	568,2
9. Wojasławice Chelm.	219	50°55	23°33	20,1	18,4	19,5	43,4	47,0	55,9	77,7	91,8	56,4	35,5	32,9	25,9	334,3	335,3	528,3
10. Gdanów	239	50°43	21°33	23,3	24,3	25,1	30,6	48,4	71,6	91,2	79,4	66,2	49,9	43,3	31,6	406,3	354,3	594,4
11. Lipa	171	50°41	22°04	32,1	33,0	27,8	40,5	56,8	66,6	96,5	93,5	74,1	57,5	53,4	37,8	402,7	381,7	609,6
12. Wola Błogoszajska	218	50°33	22°47	32,9	37,4	21,5	42,6	66,6	66,0	98,6	91,3	60,3	53,0	51,1	39,7	442,3	366,6	661,0
13. Łapigów	205	50°45	23°18	23,5	30,9	28,5	47,6	49,3	63,2	89,6	99,6	67,6	42,2	42,1	37,7	411,5	377,8	621,8
14. Krynica	308	50°35	23°23	21,0	21,3	24,0	48,5	53,3	63,9	81,2	83,6	58,4	37,8	37,7	29,5	380,2	334,5	562,2
15. Białopole Salskie	201	50°43	24°20	20,1	17,9	16,7	34,9	46,0	68,4	79,7	91,4	52,4	39,4	31,7	23,2	370,3	328,1	514,8
16. Majdan Kosiński	227	50°23	21°45	29,0	32,2	26,4	41,0	62,9	71,5	102,8	86,6	67,3	63,0	43,2	29,4	424,1	391,2	655,3
17. Korczyn	220	50°20	24°24	20,1	20,2	15,6	36,1	39,2	67,6	82,1	75,7	46,3	38,6	35,2	22,3	340,5	316,3	498,9
18. Żyrardów	195	50°05	21°24	23,6	28,6	22,7	36,5	56,2	78,1	110,4	95,7	63,1	55,1	46,9	24,9	438,6	399,6	641,8
19. Młocin	228	50°05	22°00	23,6	29,6	26,1	40,2	56,4	80,3	81,2	92,7	60,2	52,0	44,2	27,0	422,3	376,9	612,7
20. Głodzko	242	50°10	22°27	28,5	34,6	27,1	44,9	55,3	79,7	94,3	79,4	65,6	47,2	49,0	34,3	421,3	380,7	639,9
21. Przeworok II rz. c.	203	50°04	22°30	24,8	27,4	29,0	42,0	64,7	77,2	100,1	91,2	66,3	47,5	44,2	30,7	447,0	404,2	649,1
22. Przeworok	213	50°14	23°57	21,6	23,0	21,6	43,3	63,3	62,4	96,1	85,4	51,0	47,9	40,2	31,8	408,1	377,1	592,6
23. Sobieszyn	167	51°35	22°11	16,8	18,4	21,6	34,5	49,4	51,4	72,9	83,0	51,4	42,2	37,1	25,4	360,3	322,8	514,0
24. Łiv	125	52°23	21°58	24,9	33,0	26,6	36,1	49,6	62,9	85,0	93,2	46,0	45,7	42,8	30,9	382,4	353,4	584,7

wić rozkład opadów w przestrzeni. Na obszarach o rzadkiej sieci należy stosować większe odstępny pomiędzy izohietami (17).

Jak podaje Gumiński (17) z powołaniem się na Hellmanna, przy rozpatrywaniu rozkładu rocznych sum opadu możemy opierać się na serii 10-letniej. Natomiast przy opracowaniu rozkładu opadu

Tablica III.

Opady atmosferyczne
(średnie sumy roczne z okresu 1931—1935)
Atmosphärische Niederschläge.
Jahresmittelwerte von 1931 bis 1935.

Nazwa stacji	Wysokość n.p.morza	φ	λ	Średnia roczna
Ciechanowiec	120	52°41	22°30	621
Białowieża	161	52°42	23°51	718
Liw	125	52°23	21°58	618
Korczew	136	52°21	22°36	594
Ostromezczew	145	52°16	23°35	570
Kamieniec Litewski	162	52°24	23°49	630
Siennica	160	52°06	21°37	645
Siedlce Stara-Wieś	153	52°10	22°19	499
Brześć n. Bugiem	130	52°06	23°40	614
Tuczna	151	51°53	23°25	531
Wielkoryta	151	51°56	24°02	564
Brzoza	147	51°36	21°21	555
Dęblin-Irena	118	51°33	21°51	560
Sobieszyn	167	51°35	22°11	518
Czemierniki	147	51°40	22°39	496
Włodawa	163	51°33	23°33	552
Domaczewo	150	51°45	23°36	572
Ładyszka	167	51°36	23°45	586
Fulmo	162	51°31	23°47	579
Ołtuszy	162	51°42	23°58	573
Puławy	140	51°25	21°57	592
Ostrów Podlaski	154	51°30	22°52	557
Piesza Wola	188	51°30	23°09	544
Sołec	163	51°08	21°46	556
Zembożyce	180	51°12	22°32	562
Lublin-Bronowice	183	51°14	22°35	611
Oksów	176	51°10	23°30	530
Luboml	184	51°14	24°02	542
Zochcin	231	50°50	21°23	631
Wiłków Królewski	227	50°54	21°23	578
Podole	217	50°50	21°27	564
Gieroczyce	221	50°48	21°52	564
Zawichost	148	50°49	21°52	576

2) c. d. tabl. III.

Nazwa stacji	Wysokość n. p. morza	φ	λ	Średnia roczna
Urzędów	183	51°00	22°09	584
Orłów	235	50°54	23°15	558
Gorzaków	203	50°57	23°01	586
Zdanów	239	50°43	21°33	609
Włodzimierz	192	50°50	24°20	515
Grębów Nowy	164	50°33	21°54	640
Radomyśl	153	50°41	21°57	573
Nisko	164	50°31	22°09	663
Domastawa	209	50°37	22°16	684
Łąpiguz	205	50°45	23°18	640
Krynice	308	50°35	23°23	560
Biskupicze Szlacheckie	201	50°43	24°20	495
Majdan Kolbuszowski	227	50°23	21°45	684
Narol	271	50°21	23°20	745
Tomaszów Lubelski	271	50°27	23°25	593
Krystynopol	198	50°24	24°14	654
Zyraków	195	50°05	21°24	665
Kolbuszowa	210	50°15	21°47	651
Miłocin	228	50°05	22°00	616
Rzeszów	215	50°02	22°01	675
Grodzisko	242	50°10	22°27	685
Przeworsk II	203	50°04	22°30	648
Przystań	213	50°14	23°57	627
Frankopol	139	52°25	22°33	621
Wola Białgorajska	218	50°33	22°47	687

dla poszczególnych miesięcy, okres ten jest niewystarczający. W tym przypadku musimy posługiwać się materiałem przynajmniej 20-letnim.

W tej sprawie wypowiedział się również Binnie (38). Oblicza on, że w przypadku gdy bierzemy pod uwagę:

średnią z 5 lat, popelnia się prawdopodobny błąd 15%

„ „ 10 „ „ „ „ „ 8%

„ „ 20 „ „ „ „ „ 3%

„ „ 30 „ „ „ „ „ 2%

Z zestawienia tego widzimy, że wzrost dokładności nie idzie w stosunku wprost proporcjonalnym do ilości lat, dlatego jako wartości normalne przyjmuje się zwykle średnie z okresu 20—30 lat.

Na skutek braku większej ilości stacji o pełnym materiale obserwacyjnym, zmuszony byłem wartości dla stacji krótkookresowych obliczać metodą redukcji — metodą stosunków do okresu podstawo-

wego, według metody stosowanej przez Hanna i Pawłowskiego (34).

Otrzymane wartości z tych obliczeń, mimo dobrze dobranych stacji „podstawowych“ o długoletnich i jednorodnych seriach obserwacyjnych, w zasadzie prawie zawsze obniżają dokładność wyników od 4 do 6%.

O stosunkach opadowych na obszarze województwa można do tychczas nabrać wyobrażenia na podstawie trzech prac: mapy opadów w Polsce opracowanej przez Kosińską-Bartnicką (23) opartej na serii obserwacyjnej z okresu 1891—1910, mapy opadów atmosferycznych w dorzeczu Wisły opracowanej przez E. W. i S. Pawłowskich (34), oraz mapy opadów Gumińskiego i Łysakowskiego (14) opartej na serii 1891—1930.

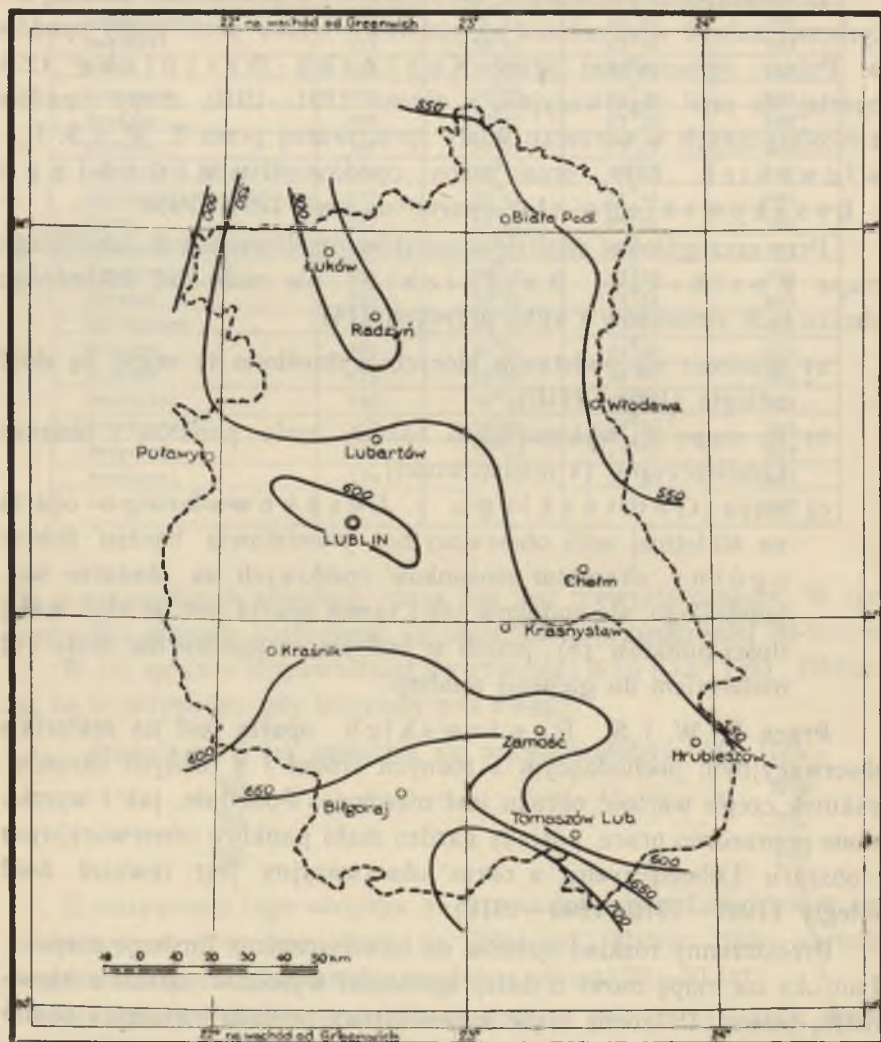
Przy szczegółowej analizie stosunków opadowych woj. lubelskiego mapa Kosińskiej-Bartnickiej nie może dać dokładnego obrazu tych stosunków z kilku przyczyn (14):

- a) wartości na podstawie których wykreślono tę mapę są dość odległe (1891—1910),
- b) do mapy tej wykorzystano bardzo mało punktów z obszaru Lubelszczyzny (4 miejscowości),
- c) mapa Gumińskiego i Łysakowskiego oparta na 40-letniej serii obserwacyjnej przedstawia bardzo dobrze ogólny charakter stosunków opadowych na obszarze woj. lubelskiego, ale podobnie jak i tamta oparta jest na zbyt małej ilości punktów (8), przeto w żadnym przypadku nie może być materiałem do głębszej analizy.

Praca E. W. i S. Pawłowskich oparta jest na materiale obserwacyjnym pochodzącym z różnych źródeł i z różnych okresów, wskutek czego wartość obrazu jest nierówna. Podobnie, jak i wymienione poprzednio prace, posiada bardzo mało punktów obserwacyjnych z obszaru Lubelszczyzny, a okres obserwacyjny jest również dość odległy (1901—1910, 1896—1910).

Przestrzenny rozkład opadów na Lubelszczyźnie ilustruje mapa 1. Rzut oka na mapę mówi o dużej zgodności wysokości opadu z hipsometrią terenu. Północna część województwa posiada najniższe opady i suma roczna waha się od 470 do 500 mm. W miarę posuwania się ku południowi wartości te wzrastają, szczególnie na północnej kra-

wędzi Wyżyny Lubelskiej, gdzie suma opadów rocznych podnosi się gwałtownie do 600 mm. Na południu zaznacza się wybitny wpływ Roztocza. Obszary powiatów zamojskiego, biłgorajskiego i tomaszowskiego otrzymują opady w wysokości od 610—660 mm. Najwyżej wzniesione południowe części powiatu tomaszowskiego są najbardziej zraszanyymi obszarami województwa, z opadem sięgającym ponad

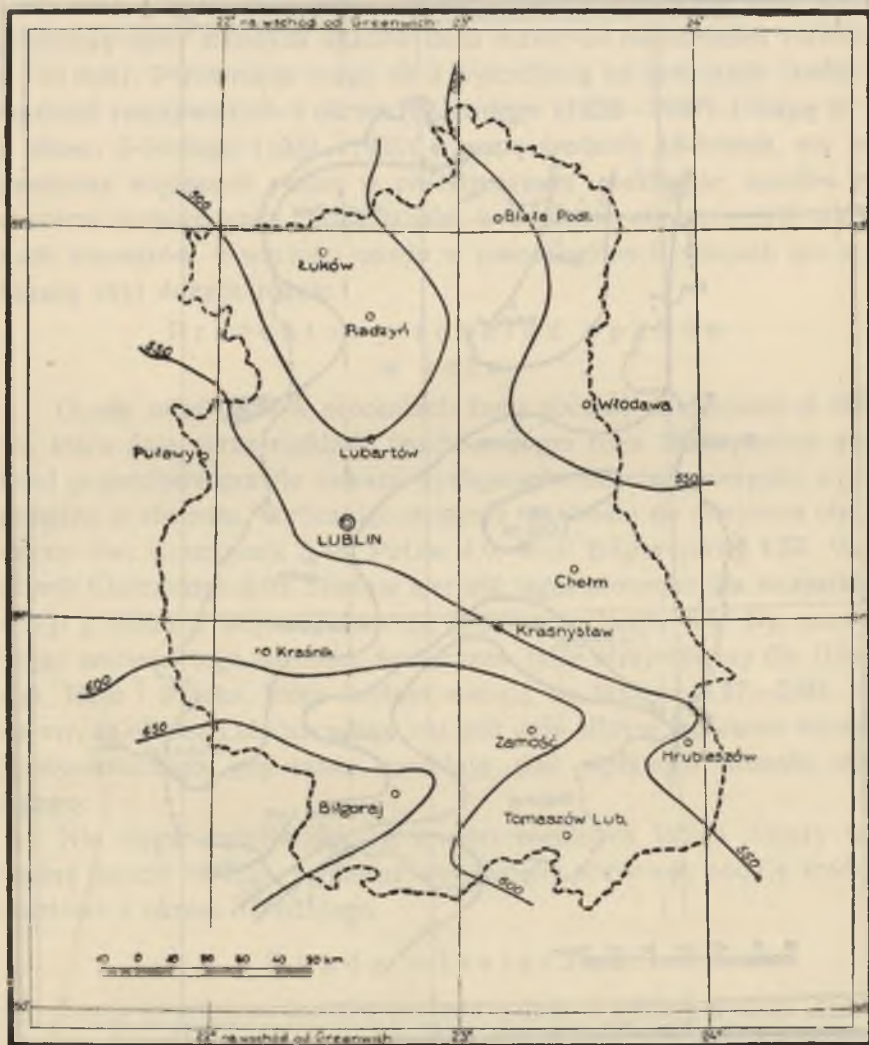


Mapa Nr 1.

Opady atmosferyczne województwa Lubelskiego dla okresu 1920—1937.
Niederschläge der Woiwodsch. Lublin für die Jahre 1920—1937.

720 mm. Wysokość opadów zależy w dużej mierze od kierunku przeważających w danym obszarze wiatrów deszczonośnych. Na omawianym terenie są to najczęściej wiatry północno-zachodnie i południowo-zachodnie. Natomiast wiatry południowo-wschodnie przynoszą masy ciepłego i suchego powietrza (1, 14, 30, 35).

Wpływ przeważających wiatrów północno-zachodnich, zachodnich i południowo-zachodnich uwidacznia się w Lubelszczyźnie bardzo wy-

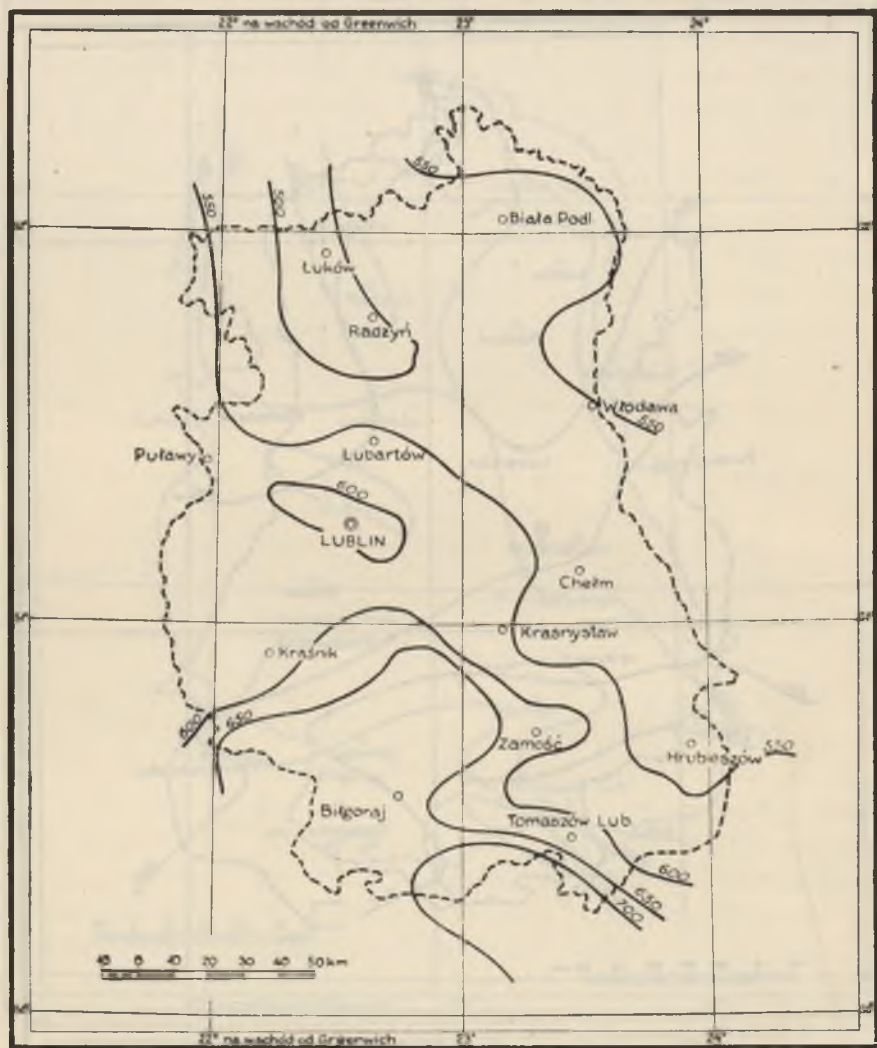


Mapa Nr 2.

Opady atmosferyczne województwa Lubelskiego dla okresu 1928–1937.
Niederschläge der Woiwodsch. Lublin für die Jahre 1928–1937.

rażnie wzrostem sum opadu w południowo-zachodniej części województwa, ponieważ teren ten leży po stronie „dowietrznej” w stosunku do Rostocza, które zmusza przemieszczające się poziomo masy powietrza, do wznoszenia się, a tym samym do przyspieszenia kondensacji.

Wskutek tego północno-wschodni skrawek Niziny Sandomierskiej i powiat biłgorajski otrzymują opady w wysokości około 690 mm



Mapa Nr 3.

Opady atmosferyczne województwa Lubelskiego dla okresu 1931–1935.

Niederschläge der Woiwodsch. Lublin für die Jahre 1931–1935.

(np. Żółkiewka 667 mm, Wola Biłgorajska 655 mm, Domastawa 699 mm).

Para wodna zawarta w masach powietrza — które po przejściu Rostocza, opadając, ogrzewa się — nie ulega kondensacji. Stacje leżące po stronie „odwietrznej“ znajdują się w cieniu tych wzniesień i posiadają mniejsze opady. Uzewnętrznia się to na mapie bardzo wyraźnie. Stacje leżące na wschód od wzniesień Rostocza jak np. Krynice (567 mm), Uhnów (579 mm), Poturzyn (549 mm), Orlów (540 mm), posiadają sumy rocznych opadów dużo niższe od poprzednich (średnio o 110 mm). Porównując mapę Nr 2 wykreśloną na podstawie średnich wartości rzeczywistych z okresu 10-letniego (1928—1937) i mapę Nr 3 z okresu 5-letniego (1931—1935) z mapą średnich 18-letnich, nie zauważymy większych zmian w przestrzennym rozkładzie opadów na obszarze województwa. Linie izohiet w zasadzie nie zmieniają głównych kierunków, a wartości opadu w poszczególnych stacjach nie wykazują zbyt dużych różnic.

Procentowy rozkład opadów w roku

Opady miesięczne w procentach sumy rocznej znajdujemy w tabl. IV, która daje obraz rozkładu opadu w ciągu roku. Maksymalne wartości procentowe prawie zawsze występują w miesiącu sierpniu, a minimalne w styczniu. Wyliczając stosunek maximum do minimum otrzymamy dla: Czemiernik 5,48, Puław 4,0, Woli Biłgorajskiej 4,55, Wojsławic Chełmskich 5,00. Średnia wartość tegoż stosunku dla wszystkich stacji z obszaru województwa nie przekracza liczby 5,5. Np. porównując wartości tego stosunku do ilorazów jakie otrzymujemy dla Gdańska, Helu i Płocka, które średnio wahają się tam od 2,27—2,60, widzimy, że obszar Lubelszczyzny jest pod dość silnym wpływem klimatu kontynentalnego, gdy tamte pozostają pod wpływem klimatu morskiego.

Nie ulega wątpliwości, że w poszczególnych latach ilorazy wypadną jeszcze wyższe, ponieważ wymienione przykłady podają średnie wartości z okresu 10-letniego.

Opady miesięczne

Sumy miesięczne opadów posiadają duży wachlarz wahań. Zależą one od wielu czynników np. od kierunków wiatrów, wysokości ciśnienia, okresowych zmian temperatury, wilgotności itd. Z tego wynika, że są

one bardzo silnie zróżnicowane i różnorodne nie tylko dla miejscowości leżących blisko siebie, ale i dla różnych lat jednej i tej samej miejscowości. Dlatego posługujemy się przy charakterystyce opadów miesięcznych wartościami opadu normalnego lub średniego z kilkunastu lat (14, 16, 20, 22, 30, 38).

Chcąc scharakteryzować opady miesięczne dla naszego województwa mogłem jedynie oprzeć się na średnich 10-letnich zamieszczonych w tabeli II.

W poszczególnych latach, rozmieszczenie opadów w ciągu roku ulega pewnym zmianom, które stają się tym mniejsze, im słabszy jest wpływ czynników oddziałujących na tę zmienność opadu.

Tablica IV.

Opady miesięczne w % sumy rocznej
(średnie z okresu 1928—1937)

Monatsniederschläge prozentual zur Jahressumme.
(Mittelwerte für die Zeit von 1928 bis 1937).

S t a c j a	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Czemierniki	3,1	4,6	4,3	6,4	11,5	10,1	13,3	17,0	10,3	7,8	6,7	4,9
Puławy	4,2	4,5	3,9	6,2	11,8	10,0	14,4	15,0	9,7	8,2	6,5	5,6
Plesza Wola	3,2	4,4	4,2	6,1	8,1	11,0	13,6	18,5	11,0	8,4	6,7	4,8
Sobieszyn	3,2	3,6	4,2	6,7	11,6	10,0	14,2	16,1	10,0	8,2	7,2	5,0
Oksów	3,6	4,0	4,0	6,6	9,3	11,2	15,9	15,7	10,9	8,1	6,0	4,7
Zemborzyce	3,3	4,0	4,0	7,0	8,4	9,8	15,1	17,5	10,4	8,5	7,1	4,9
Urzędów	4,1	4,8	4,0	6,7	8,4	11,2	14,5	15,2	10,4	8,1	6,8	5,8
Wojśławice Ch	3,8	3,5	3,7	8,3	9,0	10,6	14,8	17,5	10,7	6,8	6,3	5,0
Łapiguz	3,7	5,0	4,6	7,6	8,0	10,2	14,4	16,0	10,9	6,8	6,8	6,0
Lipa	4,8	4,9	4,1	6,0	8,5	10,0	14,4	14,0	11,1	8,6	8,0	5,6
Krynice	3,8	3,8	4,3	8,6	9,5	11,4	14,5	15,0	10,4	6,7	6,7	5,3
Wola Biłgor.	5,0	5,7	3,3	6,4	10,1	10,0	14,9	13,8	9,1	8,0	7,7	6,0

O k r e s w e g e t a c y j n y

Charakteryzując okres wegetacyjny pewnego obszaru pod względem opadowym należy w pierwszym rzędzie ustalić czas trwania okresu wegetacyjnego. Okres wegetacyjny przeważnie określamy na podstawie kilku elementów meteorologicznych, a w najgorszym przypadku przynajmniej na podstawie temperatury (32). Przyjęto, że okres ten obejmuje tę porę roku, w której średnia temperatura dobowa staje się wyższa od 5°C (22, 33). W pracy Zinkiewicza (47) znajdujemy, że okres wegetacyjny dla Puław trwa od III—IX. Terminy

tego okresu przyjąłem dla całej Lubelszczyzny, ponieważ nie posiadam danych termicznych dla całej Lubelszczyzny, na podstawie których mógłbym podać dokładny czas trwania okresu wegetacyjnego.

Drugą podstawową trudnością przy określaniu długości okresu jest to, że każdy gatunek rośliny, a nieraz każdy osobnik w innym czasie rozpoczyna swój własny okres wegetacji (33, 43).

Znalezienie wartości produkcyjnej opadów atmosferycznych przy ogólnych opracowaniach jest w zasadzie bardzo trudne. Wartość ta zależy nie tylko od ilości wody, która spadła na daną glebę, ale również od retencji glebowej. Zależy także od przepuszczalności podłoża, od właściwości gleby, od parowania gruntu, transpiracji roślin, stadium rozwoju rośliny itd. (16, 33).

Tablica V.

Opad w poszczególnych porach roku
(średnie z okresu 1928—1937)

Niederschlag der einzelnen Jahreszeiten.

(Mittelwerte für die Zeit von 1928 bis 1937).

S t a c j a	Z i m a XII+I+II	W i o s n a III+IV+V	L a t o VI+VII+VIII	J e s i e ń IX+X+XI
Czemierniki	58,6	103,6	189,2	116,0
Domaczewo	94,2	115,7	228,1	147,2
Puławy	81,4	127,0	226,9	140,9
Piesza Wola	67,1	100,0	234,1	141,8
Zembożyce	66,6	105,9	230,3	141,0
Okeżów	65,4	105,9	227,2	132,9
Podole	65,9	124,2	237,4	143,7
Urzędów	83,5	97,5	233,3	143,9
Wojsławice Chełmskie	64,4	109,9	225,4	124,8
Zdanów	79,2	112,1	242,2	161,4
Lipa	102,9	125,1	256,6	185,0
Wola Białgorajska	110,0	130,7	255,9	170,9
Łąpiguz	92,1	125,4	252,4	151,9
Krynice	71,8	125,8	228,7	133,9
Biskupicze Szlacheckie	61,2	97,6	230,5	123,5
Majdan Kolbuszowski	90,6	130,3	260,9	173,5
Korczyn	62,6	90,9	225,4	120,1
Żyraków	77,1	115,4	284,2	165,1
Wiłocin	80,2	122,7	254,2	156,4
Grodzisko	97,4	127,3	253,4	161,8
Przeworsk II rz. Cukrownia	82,9	135,7	268,5	158,0
Przystań	76,4	128,2	248,9	139,1
Sobieszyn	60,6	115,5	207,3	130,7
Liw	96,8	112,3	241,1	134,5

Tabela II daje obraz stosunków opadowych w okresie wegetacyjnym na badanym obszarze. Dla życia roślin i ich rozwoju szczególnie ważne są opady wiosenne (47). Z tabeli V wynika, że opady wiosenne są niskie w porównaniu z sumą opadów letnich czy jesiennych. Opady najwyższe przypadają na okres, w którym podstawowe rośliny produkcyjne już dojrzewają.

Tablica VI.
Nadzwyczajne opady miesięczne
(w okresie 1920—1937)
Aussergewöhnliche Monatsniederschläge.
(der Jahre 1920 bis 1937).

Miejscowość	φ	λ	Rok	Mie- siąc	Opad w mm	Opad rocz.	% opadu rocz- nego
Białowieża	52°42	23°51	1922	VII	277	707	39
Ostrómezcze	52°16	23°35	1931	VIII	201	739	27
Tewle	52°21	24°14	1934	VII	220	782	28
Grańczyce	52°28	24°31	1934	VII	226	707	32
Siennica	52°06	21°37	1934	VII	248	757	33
Brześć n. Bugiem	52°06	23°40	1934	VII	253	678	37
Kamienica Żyrowiecka	52°04	23°49	1934	VII	301	629	48
Radwanicze Kościelne	52°02	24°00	1934	VII	260	716	36
Żabinka	52°13	24°02	1934	VII	270	760	36
Kleszczele	52°34	23°20	1934	VII	205	673	30
Planta	52°19	24°32	1934	VII	208	629	33
Brześć n. Bugiem-Adamkowo	52°06	23°40	1934	VII	231	699	33
Wisznice	51°47	23°12	1936	VII	206	745	28
Tuczna	51°53	23°25	1934	VII	232	588	39
Wielkoryta	51°56	24°02	1934	VII	294	750	39
Dęblin	51°34	21°53	1922	VII	245	583	42
Sobieszyn	51°35	22°11	1922	VII	227	521	44
Gułów	51°45	22°13	1922	VII	218	627	35
Łądynka	51°36	23°45	1934	VII	292	695	42
Pulmo	51°31	23°47	1934	VII	322	694	46
Oltusz	51°42	23°58	1934	VII	210	630	33
Pożóg	51°23	22°04	1934	VII	211	646	33
Świątaż	51°29	23°51	1934	VII	281	622	45
Szack	51°30	23°56	1934	VII	286	692	41
Solec	51°08	21°46	1934	VII	207	672	31
Zemborzyce	51°12	22°32	1934	VII	210	624	34
Lublin-Bronowice	51°14	22°35	1934 1931	VII VIII	223 222	626 738	36 30
Oksów	51°10	23°30	1934	VII	241	595	41
Ruda Opalin	51°15	23°36	1934	VII	232	634	37
Dorohusk	51°10	23°49	1934	VII	319	677	47
Luboml	51°14	24°02	1934	VII	246	562	44
Stawki	51°04	24°12	1934	VII	232	395	59

2) c. d. tabl. VI.

Miejscowość	φ	λ	Rok	Mie- siąc	Opad w mm	Opad rocz	% Opadu rocz- nego
Zochcin	50°50	21°23	1934	VII	283	867	33
Miłków Królewski	50°54	21°23	1934	VII	273	817	33
Denków	50°56	21°26	1927	VI	201	663	30
Podole	50°50	21°27	1934	VII	204	714	29
Gierczyce	50°48	21°32	1934	VII	240	692	35
Zawichost	50°49	21°52	1934	VII	257	695	37
Gościeradów	50°52	22°00	1934	VII	216	683	32
Urzędów	51°00	22°09	1934	VII	204	659	31
Gorzków	50°57	23°01	1934	VII	260	673	39
Orłów	50°54	23°15	1934	VII	216	584	37
Wojśławice Chełmskie	50°55	23°33	1926	VI	220	813	27
Zdanów	50°43	21°33	1934	VII	236	775	30
Tarnobrzeg	50°34	21°42	1934	VII	249	829	30
Sandomierz	50°41	21°45	1934	VII	206	616	33
Kruków	50°42	21°45	1934	VII	212	627	34
Grębów Nowy	50°33	21°54	1934	VII	268	774	35
Radomyśl	50°41	21°57	1934	VII	248	716	35
Lipa	50°41	22°04	1934 1930	VII IX	290 252	863 880	34 29
Nisko	50°31	22°09	1934	VII	332	820	40
Domastawa	50°37	22°16	1934 1930	VII IX	281 213	848 859	33 25
Wola Biłgorajska	50°33	22°47	1934	VII	221	718	31
Poturzyn	50°34	23°57	1926	VI	204	833	24
Biskupicze Szlacheckie	50°43	24°20	1926	VI	205	725	28
Gawłuszowice	50°25	21°24	1934	VII	202	644	31
Baranów	50°30	21°32	1931	VIII	203	729	28
Ruda Tuszowska	50°24	21°40	1934	VII	258	818	32
Majdan Kolbuszowski	50°23	21°45	1934	VII	259	751	34
Łowisko	50°18	22°10	1934	VII	216	630	34
Obsza	50°19	22°58	1934	VII	298	703	42
Ruda Różaniecka	50°19	23°11	1934	VII	260	789	33
Narol	50°21	23°20	1937 1934	VIII VII	205 249	734 761	28 33
Lubycza Królewska	50°21	23°31	1926	VI	256	975	26
Zaborze	50°17	23°43	1934	VII	244	643	38
Zabawa	50°23	24°33	1936	VI	217	725	30
Żyraków	50°05	21°24	1934	VII	370	873	42
Dębica	50°03	21°25	1934	VII	320	867	37
Sędziszów	50°04	21°43	1934	VII	216	720	30
Kolbuszowa	50°15	21°47	1934	VII	273	734	37
Rzeszów	50°02	22°01	1934	VII	206	716	29

3) c. d. tabl. VI.

Miejscowość	φ	λ	Rok	Mie- siąc	Opad w mm	Opad rocz.	% opadu rocz- nego
Łańcut	50°04	22°14	1934	VII	238	677	35
Grodzisko	50°10	22°27	1934 1927	VII VIII	329 202	819 871	40 23
Przeworsk	50°04	22°30	1934 1937	VII VII	308 260	762 705	40 37
Łaszki	50°01	22°54	1927	VIII	214	778	28
Horyniec	50°11	23°22	1934	VII	299	705	42
Rawa Ruska I	50°14	23°37	1934	VII	322	736	44
Kamionka Wołoska	50°12	23°43	1934	VII	234	616	38
Przystań	50°14	23°57	1934 1924	VII VII	271 254	743 1327	36 19
Żółkiew	50°04	23°59	1934	VII	478	771	62
Mosty Wielkie	50°15	24°08	1934	VII	209	678	31
Kamionka Strumiłowa	50°06	24°22	1934	VIII	226	705	32

Maksymalne, minimalne, nadzwyczajne opady miesięczne

Dość duża różnorodność w rozmieszczeniu opadów w poszczególnych miesiącach roku daje jako wynik maxima i minima miesięczne, które prawie zawsze występują w pewnych okresach roku, a umiejscowienie ich na ogół nie ulega większym zmianom.

Czasowe ustabilizowanie się maximów staje się prawie regułą, gdy przewagę mają stałe czynniki opadotwórcze, a nie przypadkowe (22, 38). Opady maksymalne (tabela II) występują głównie w lipcu i sierpniu, średnia ich wartości przekracza często 100 mm, natomiast minimalne opady średnie występują głównie w zimie (styczeń, a czasami też i luty) i na początku wiosny (w marcu).

Opady miesięczne, maksymalne i minimalne charakteryzują wystarczająco sposób rozmieszczenia opadów w ciągu roku, jednak dla celów praktycznych, a szczególnie dla hydrologów ważkie są nadzwyczajne opady miesięczne (tabela VI), (26, 38).

Z przeglądu tabeli wynika, że w Lubelszczyźnie i obszarach przyległych można się spodziewać często opadu powyżej 250 mm dla każdego z miesięcy letnich oddzielnie. Nadzwyczajne opady miesięczne, sięgające ponad 350 mm są rzadko spotykane (2 przypadki — w okresie 1920—1937, a to w Żyrakowie w 1934 r. w lipcu notowano 370 mm i w Żółkwi w tym samym czasie notowano 478 mm).

Wartości skrajne opadów rocznych

Kontynentalizm klimatyczny Lubelszczyzny jest powodem bardzo dużej zmienności w wartościach opadów rocznych w poszczególnych latach — w porównaniu do średnich wartości kilkunastoletnich lub do opadu normalnego. Zmienność tę ilustruje tab. VII. Jak widzimy,

Tablica VII.

Wartości skrajne opadów rocznych
(w okresie 1928—1937)

Extremwerte der jährlichen Niederschläge für die Zeit von 1928 bis 1937.

S t a c j a	Średni opad z okresu 1928—37	Opady maksymalne			Opady minimalne		
		w mm	w roku	w % śr.	w mm	w roku	w % śr.
1. Czemierniki	467,4	569	1931	120	383	1928	84
2. Domaszewo	584,7	725	1931	124	484	1937	83
3. Puławy	576,2	673	1935	117	470	1932	81
4. Piesza Wola	543,4	701	1936	129	420	1937	77
5. Zemborzyce	543,9	655	1931	120	375	1932	69
6. Oksów	531,4	633	1936	120	411	1932	77
7. Podole	575,2	725	1930	126	429	1928	75
8. Urzędów	568,2	661	1931	116	406	1932	71
9. Wojsławice Chełmskie	524,3	683	1930	131	414	1937	79
10. Zdanów	594,4	755	1934	127	436	1932	73
11. Lipa	669,6	880	1930	132	400	1932	60
12. Wola Biłgorajska	661,0	808	1931	122	530	1932	80
13. Łapiguz	621,8	729	1931	117	490	1932	79
14. Krynice	562,2	637	1930	113	493	1934	88
15. Biskupieze Szlacheckie	514,8	754	1936	146	374	1932	73
16. Majdan Kolbuszowski	655,3	897	1930	137	251	1937	38
17. Korczyn	498,9	585	1933	117	351	1932	70
18. Żyraków	641,8	873	1934	136	350	1932	55
19. Miłocin	612,7	707	1930	116	415	1932	68
20. Grodzisko	639,9	819	1934	128	501	1932	78
21. Przeworsk -II cukrow.	649,1	762	1934	117	463	1932	71
22. Przysań	592,6	745	1933	126	411	1932	69
23. Sobieszyn	514,0	649	1935	121	375	1932	73
24. Liw	584,7	707	1931	121	470	1932	80

w woj. lubelskim i na obszarach przyległych, opady maksymalne dochodzą do 145% opadów średnich z 10-lecia, a opady minimalne do 40% średnich wartości; opady średnie w Lubelszczyźnie sięgają 160% opadów minimalnych. Np. Majdan Kolbuszowski w roku 1930 posiadał 897 mm = 137% opadu średniego, a w roku 1937 — 251 mm, czyli 38% opadu średniego. Zemborzyce — w r. 1931 — opad maksymalny

wynosił 655, tj. 120% opadu średniego, w 1932 r. opad minimalny wynosił 375 mm, tj. 69% opadu średniego.

Z m i e n n o ś ć

Ogólnie biorąc, Lubelszczyzna posiada wystarczającą ilość opadów, mimo to zachodzą na tym obszarze częste posuchy, które szczególnie dla rolnictwa i przemysłu są bardzo niebezpieczne i szkodliwe. Wahania w sumach rocznych opadu z roku na rok są stosunkowo niewielkie, natomiast wahania z miesiąca na miesiąc jak i danego miesiąca w ciągu kilkunastu lat są nieraz bardzo duże. (Tablica VIII)

Największą zmiennością sum miesięcznych opadu wyróżniają się przede wszystkim miesiące wiosenne (szczególnie czerwiec) oraz jesienne (październik). Najmniejszą zaś zmiennością charakteryzują się miesiące letnie (sierpień) i zimowe (grudzień).

Dla Puław stosunek najmniejszej sumy opadów miesiąca do największej daje maksymalną rozpiętość w czerwcu, 4 mm : 104 mm, a więc 1:26. Dla Krynic stosunek ten przedstawia się jak 1:40 (czerwiec).

O p a d ś n i e ż n y i s z a t a ś n i e ż n a

Materiały obserwacyjne, dotyczące opadów śnieżnych na Lubelszczyźnie, są bardzo niepełne. Opracowując materiały obserwacyjne stacji o długoletnich zapisach, stwierdza się często brak zasadniczych danych, a to: dat pierwszego i ostatniego śniegu, oraz dat odwilży, co uniemożliwia określenie czasu trwania pokrywy śnieżnej, a tym samym śledzenie tak ważnego elementu na całym obszarze województwa (14, 31).

W Monografii Statystyczno-Gospodarczej woj. Lubelskiego (31), Grabowski omawiając klimat województwa wypowiada się w tej sprawie następująco: „Ogólnie można powiedzieć, że trwała szata śnieżna na obszarze naszego województwa w ciągu zimowych miesięcy jest zjawiskiem, możliwym tylko w latach o dużym opadzie śnieżnym; gdyż nie ma w zimie miesięcy, w których temperatura choć parę dni nie podnosiłaby się powyżej 0°. Z reguły trzeba liczyć się z tym, że niejednokrotnie w ciągu zimy, skutkiem topnienia pokrywy śnieżnej, niechronione śniegiem pola narażone są na silne mrozy, co zdarza się też przy zwiewaniu przez mroźne wiatry cienkiej miej-

ścami warstwy śniegu. Ilość dni z pokrywą śnieżną wynosi w Warszawie około 70 rocznie, a na terenie Lubelskiego, jest zapewne nieco większa, powiększając się w kierunku wschodnim. Z dat dotyczących śniegu stacje meteorologiczne notują od dawna tylko ilość dni, w których śnieg padał. Takich dni ze śniegiem było np. w Puławach rocznie średnio 45, najmniej 23, najwięcej 76. Podobne liczby znajdujemy dla Sobieszyna i można przypuszczać, że w różnych miejscowościach województwa, ilość dni ze śniegiem jest mniej zmienna niż czas trwania pokrywy śnieżnej“.

Jak widzimy z wypowiedzi Grabowskiego — zagadnienie pokrywy śnieżnej i dni ze śniegiem nie może być dostatecznie opracowane, ale również zdaje mi się, że nie można przyjmować wniosków choćby najbardziej ogólnych, opierając się na materiałach 1 czy 2 stacji, jak to czyni ten autor.

Długotrwałość i grubość pokrywy śnieżnej zależna jest od bardzo wielu czynników, tak, że chcąc scharakteryzować ten czynnik — trzeba posiadać materiały nie z 2 czy 3 stacji położonych blisko siebie (Puławy i Sobieszyn), ale przynajmniej z kilkunastu, rozrzuconych po całym obszarze, na różnych wysokościach n.p.m.

Szerzej zagadnienie to zostało opracowane przez Gumińskiego (14), który opiera się na wynikach opracowań niemieckich *). Omawiając to zagadnienie, Gumiński podkreśla, że na obszarze Wyżyny Lubelskiej i częściowo na terenach nizinnych położonych między Wisłą a Sanem, ilość dni ze śniegiem jest stosunkowo mała: od 20—30. Na podstawie map Gumińskiego można stwierdzić, że początek pokrywy śnieżnej na obszarze województwa wypada średnio między III dekadą listopada a I dekadą grudnia, zaś koniec pokrywy śnieżnej notujemy średnio między II a III dekadą marca.

Średnia ilość dni z pokrywą śnieżną wyraża się liczbą od 60—80, z tym, że w rejonie Roztocza liczba ta wzrasta do 100 dni.

Zwróciłem na to zagadnienie uwagę, ponieważ szata śnieżna jest nie tylko czynnikiem chroniącym glebę przed zbyt głębokim zamarzaniem, a roślinność przed termicznym i mechanicznym kruszeniem przez wiatr i dryfem suchego pyłu.

*) Vergleich der Schneeverhältnisse von Russland, Polen und Norddeutschland. Reichsamt für Wetterdienst. Berlin, 1942.

Tablica VIII.

Maximum i minimum sum miesięcznych
(w okresie 1928—1937)
Maximum und Minimum der Monatssummen für die Zeit von 1928 bis 1937.

Miejscowość	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Czemierniki	max 34 min 4 Σ 11,8	40 9 22,5	38 6 15,8	54 19 35,2	108 29 26,9	75 5 6,6	123 11 9,0	155 28 18,1	99 11 11,1	57 9 15,8	65 9 13,8	44 10 22,7
Donaczevo	max 62 min 8 Σ 12,9	53 13 24,5	61 8 13,1	72 22 30,6	76 16 18,4	111 5 4,5	144 19 13,2	159 44 27,7	132 19 14,4	78 11 14,1	66 17 25,8	52 10 19,2
Putawy	max 53 min 9 Σ 17,0	49 4 8,2	41 5 12,2	54 23 42,6	159 17 10,7	104 4 3,8	165 26 15,8	140 39 27,9	98 29 29,4	73 17 23,3	75 8 10,7	54 16 29,6
Piesza Wola	max 55 min 5 Σ 9,1	41 4 9,8	58 6 10,3	67 17 25,4	74 8 10,8	129 6 4,6	147 15 10,2	170 44 25,9	127 17 13,5	65 12 18,5	61 15 24,6	52 9 17,3
Zemborzyce	max 37 min 7 Σ 19,0	44 3 6,8	48 6 12,5	69 18 26,1	99 6 6,1	102 5 4,9	210 16 7,6	195 51 26,2	104 23 22,1	70 15 21,4	64 9 14,1	47 10 21,3
Oksów	max 61 min 2 Σ 3,3	40 7 17,5	55 6 10,9	75 14 18,7	89 7 7,8	122 6 4,9	241 11 4,6	144 29 20,1	103 22 21,3	60 4 6,7	62 10 16,1	46 10 21,7
Fodole	max 33 min 6 Σ 18,2	32 7 21,9	42 6 14,3	145 14 9,7	100 24 24,0	181 16 11,3	204 16 7,8	152 49 35,2	98 17 17,3	85 11 13,0	76 5 6,6	45 11 24,4
Urzędów	max 46 min 11 Σ 24,0	58 4 6,9	44 4 9,1	91 16 17,6	112 13 11,6	133 10 7,5	204 22 10,8	152 55 36,2	119 24 20,1	65 12 18,5	66 8 12,1	52 10 16,1
Wojślawice Chełmskie	max 53 min 4 Σ 7,5	50 4 8,0	33 4 12,1	92 18 19,6	91 5 5,5	134 13 9,7	191 31 16,2	141 28 20,0	128 15 11,5	59 0 0,0	60 9 15,0	43 9 20,9
Zdąnów	max 41 min 13 Σ 31,7	43 2 4,8	48 3 6,3	125 15 12,0	80 29 36,2	25 25 23,2	236 27 11,4	156 22 22,4	113 15 13,3	73 9 12,3	90 8 8,8	61 14 23,0
Lipa	max 63 min 15 Σ 23,8	55 10 12,8	66 7 10,6	57 21 36,8	113 14 12,4	119 6 5,0	290 27 11,4	168 38 22,6	252 21 8,3	95 15 15,8	134 2 1,5	93 11 11,8
Wola Bilgorajska	max 103 min 6 Σ 5,8	68 4 20,6	57 2 3,5	97 16 16,5	145 12 8,3	121 1,0 0,8	221 12,2	150 36 28,0	123 12 25,2	68 12 17,7	95 9 9,5	69 0 0,0

Miejscowość	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Lapaguz	55 10 16,2	63 12 19,0	56 8 14,3	34 21 29,0	81 11 13,6	120 7 5,8	193 43 22,3	170 45 26,5	144 19 13,2	73 12 16,4	68 12 17,7	68 18 26,5
Krynice	40 5 16,2	45 8 13,3	42 8 19,0	124 6 4,9	90 10 11,1	120 3 2,5	155 35 22,6	157 29 18,5	99 15 15,8	63 8 9,5	64 11 17,2	48 9 18,8
Biłkowiec Szlachecki	49 4 8,2	41 8 19,5	32 16 18,7	66 10 13,2	80 14 17,5	179 1 0,6	128 19 14,9	122 32 26,2	95 17 17,9	78 4 5,1	57 10 17,5	37 7 16,2
Majdan Kolbuszowski	68 4 5,9	58 12 20,7	62 4 6,5	85 15 17,6	119 5 5,0	123 23 18,7	259 17 6,6	187 17 14,4	167 16 9,6	105 4 3,8	95 7 7,4	54 9 16,7
Korczyn	32 4 12,5	44 1 2,3	38 9 32,1	63 16 25,4	69 15 21,7	132 12 11,8	195 35 17,8	141 40 21,3	70 9 12,9	63 10 14,3	69 10 14,5	34 10 29,4
Żyraków	49 11 22,4	55 12 21,8	47 4 8,5	82 14 17,1	112 7 6,2	120 6 5,0	370 25 8,8	158 39 23,4	110 25 22,7	113 7 7,1	71 16 22,5	37 7 19,0
Milocin	56 7 12,5	52 11 21,6	55 8 14,5	89 11 12,4	97 3 3,1	151 16 10,6	176 17 9,7	160 29 22,5	98 25 22,5	86 19 12,8	78 9 11,5	41 16 39,0
Grodzisko	56 9 16,1	60 10 16,6	62 10 16,3	78 15 19,2	101 10 9,8	145 4 2,8	329 25 7,6	125 38 30,4	133 23 17,3	76 13 17,1	111 10 9,0	60 17 28,3
Przeworsk	60 9 15,0	51 8 15,7	58 6 10,3	72 14 19,4	116 2 17,2	142 9 6,3	308 24 7,8	260 30 11,6	115 14 12,2	82 10 12,2	87 10 11,5	59 13 22,0
Przystanek	40 7 17,5	52 2 3,8	42 9 20,5	90 23 25,5	102 33,3	143 4 2,8	271 21 7,8	173 46 29,7	80 15 18,7	101 6 5,9	76 14 18,7	46 15 32,6
Sobieszyn	36 5 13,9	38 5 13,2	52 4 7,7	57 18 31,6	124 16 12,9	86 12 14,2	130 21 16,2	164 32 19,5	101 12 11,9	68 12 17,6	65 9 13,8	45 12 26,7
Lis	58 9 13,5	59 12 20,3	50 9 18,0	69 14 20,3	87 4 4,6	91 34 37,4	132 22 16,7	164 37 22,6	113 23 20,4	86 14 14,2	71 14 19,8	58 19 32,8

Ponadto szata śnieżna w czasie odwilży wiosennej posiada duży wpływ na wysokość odpływu wód. Wysokość odpływu wzrasta w miarę wzrostu szybkości topnienia śniegu, a szybkość topnienia zależna jest od bezpośredniego działania słońca i od ilości nagromadzonego — topniejącego śniegu. Również występujące w tym czasie „ciepłe deszcze“ w dużym stopniu przyspieszają proces topnienia, a tym samym wpływają na wysokość odpływu.

Wpływ lasu na opad atmosferyczny

Do niedawna sądzono, że zalesienie większych obszarów wpływać może bardzo dodatnio na ilość opadu. Z biegiem czasu narastała bardzo obszerna literatura, składająca się z większych lub mniejszych prac poświęconych temu zagadnieniu. Począwszy od Saussuer'a (1826) zagadnieniem tym zajmowali się głównie: Humboldt, Schreiber, Schubert, Hellman, France, Wysocki, Koschmider, Ołocki, Wojekow, Dokuczajew, Fiedorow, Romer, Gumiński, Molga, Molenda, Skibniewski (8, 9, 15, 19, 21, 28, 37, 39, 45).

Materiał obserwacyjny opadowy, na podstawie którego starano się wyjaśnić w jakiej mierze uwidacznia się wpływ lasu na opad atmosferyczny, jego częstość i wysokość, jest bardzo obfity, ale niestety niejednolity i niepewny (15). Ostatnie doświadczenia wykazały, że obecność lasów na większym obszarze, nie wywiera widocznego wpływu na sumę opadów — jak podawano w dawniejszych badaniach, ponieważ popełniano szereg błędów przy ocenie materiału obserwacyjnego. Ilość opadu mierzono w stacjach meteorologicznych umieszczonych w okolicach lesistych — a wiemy przecież dobrze, że w lesie na skutek względnej ciszy deszczomierz „łapie“ więcej kropel deszczowych, niż w okolicach bezleśnych. (41). Zagadnienie wpływu lasu na opad atmosferyczny zostało ostatnio opracowane przez Gumińskiego (15). Gumiński porównuje i analizuje wyniki otrzymane z badań nad wpływem lasu na opad, oraz podaje wyniki swoich opracowań, jakie wykonał na obszarze Polski zachodniej.

Reasumując podane w pracy wywody dochodzi do następujących wniosków, które podaję w dużym skrócie:

- 1) Wpływ lasu na tworzenie się i rozkład opadu jest minimalny. Nieco większą rolę odgrywa jako czynnik lokalny. Lokalne

zwiększenie opadu dochodzi maksymalnie do 6% w średniej rocznej.

- 2) Las stwarza dogodniejsze warunki kondensacji pary wodnej po stronie dowietrznej — a gorsze po stronie odwietrznej. Daje zjawisko „cienia“ opadowego w małej skali.
- 3) Trzebież większych obszarów leśnych odbija się w większym stopniu na stosunkach hydrologicznych niż na warunkach klimatycznych.
- 4) Wpływ lasu na rozkład opadów atmosferycznych jest mniejszy od wpływu jaki wywiera hipsometria i jego ekspozycja w stosunku do kierunku wiatrów opadonośnych.

Wpływ lasu na rozkład opadu i jego wysokość został w krótkich słowach scharakteryzowany przez uczonych radzieckich: „las sprzyja rozwojowi turbulencji, wzmacnia prądy pionowe powietrza nad sobą, działanie to jednak nie jest na tyle znaczne, by mogło wywołać dodatkową kondensację i zwiększenie opadu“ (1).

Na mapę „Lasy województwa lubelskiego w 1830 i 1930 roku“ wykonaną przez Maruszcza (28) wrysowałem izohiety w odstępach co 20 mm, celem zbadania czy nie zaznacza się jakiś związek ze wzrostem opadów w stosunku do wzrostu obszarów zalesienia. Związku między tymi dwoma czynnikami nie widzę. Potwierdzają to 3 stacje:

- 1) Wola Biłgorajska położona na wys. 218 m n.p.m. otoczona ze wszystkich stron lasami posiada średni opad 655 mm.
- 2) Żółkiewka na wys. 222 m n.p.m. otoczona obszarami prawie bezleśnymi otrzymuje średnio 667 mm opadu rocznie.
- 3) Łapiguz, podobnie jak Żółkiewka, leżący na obszarach bezleśnych na wys. 205 m n.p.m. posiada średni opad 623,1 mm.

Z tych kilku porównań widzimy, że las może być jedynie czynnikiem podrzędnym dla kształtowania się opadu na obszarze województwa lubelskiego. Największy i najwyraźniejszy wpływ na opad posiada profil wysokościowy terenu i ekspozycja zboczy.

Średni opad dla powiatów województwa lubelskiego .

Mapa Nr 4 podająca średnią roczną wysokość opadu dla poszczególnych powiatów została wykonana na podstawie wzoru Dębskiego (5):

$$\bar{H}_s = \frac{\sum H_k F_k}{\sum F_k}$$

gdzie: $\bar{H}_s$ = opad średni, H_k = opady wypośredkowane dla poszczególnych pól, F_k = powierzchnia pól w km^2 .

Mapę tę wykonano na podkładzie w podziałce 1:300.000 przy izohietach co 20 mm.

Małe odstępstwa izohiet i stosunkowo dużą podziałkę mapy roboczej użyto celem uzyskania możliwie dokładnych wyników dla poszczególnych powiatów.

Rzut oka na tę mapę — daje pojęcie o rozkładzie przestrzennym opadu w województwie. Północne powiaty posiadają najniższe opady



Mapa Nr 4.

Średnie opady woj. Lubelskiego dla powiatów z okresu 1920—1937.

Mittlere Niederschlagssummen für die Kreise der Woiw. Lublin
in den Jahren 1920 bis 1937.

średnie — gdy południowe są dużo lepiej zraszane i posiadają nieraz prawie o 140 mm opadu więcej od powiatów północnych. Średni roczny opad dla województwa lubelskiego obliczony powyższym wzorem na podstawie wartości z okresu 1920—1937 wynosi 574,5 mm.

Metoda kwadratów

Celem porównania wyników jakie otrzymałem, obliczając średni opad dla powiatów i województwa według wzoru $H_{\text{sr}} = \frac{\sum H_k F_k}{\sum F_k}$ i przy pomocy izohiet — wykonałem próbę obliczenia średniej wartości opadu dla województwa lubelskiego przy pomocy metody kwadratów (Łuczsiewa, 26).

Sposób obliczenia przedstawia się następująco:

Dorzecze rzeki, jednostkę fizjograficzną czy administracyjną dzielimy na kwadraty, których rozmiary ustalamy w zależności od wielkości badanej jednostki, oraz od ilości i rozmieszczenia stacji pluwiometrycznych na badanym obszarze. Dla każdego kwadratu wyliczamy średnią wysokość opadu w ten sposób:

- 1) Sumujemy wartości tych stacji, które znajdują się w tym kwadracie, a otrzymaną sumę dzielimy przez ilość stacji.
- 2) W przypadku, gdy nie ma stacji w kwadracie, lecz istnieje ona na granicy dwóch kwadratów, to wartość tej stacji przyjmujemy jednakowo dla obu sąsiednich pól pomiarowych.
- 3) Jeżeli w kwadracie nie ma stacji pluwiometrycznej, to wysokość opadu dla danego kwadratu otrzymujemy na podstawie interpolacji z sąsiednich stacji.
- 4) Może zająć również przypadek, że nie możemy wyliczyć wartości opadu dla danego kwadratu przy pomocy interpolacji między stacjami, wówczas dla danego kwadratu obliczamy wartość, stosując interpolację między stacjami kwadratami, które mają już wyliczone wartości.

Otrzymaną wartość średnią dla kwadratu wpisuje się w środek kwadratu.

Mając w ten sposób obliczone wartości opadu dla wszystkich kwadratów danego obszaru, obliczamy średnią wartość opadu dla całego badanego regionu stosując wzór zaczerpnięty z podręcznika Łuczsiewy (26).

$$X_o = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \text{ mm}$$

gdzie: X_o — średni opad całego (dorzecza) obszaru, $\sum_{i=1}^n x_i$ — suma średnich rocznych wartości opadów dla wszystkich kwadratów w milimetrach, n — ilość kwadratów.

Mapa wykonana na podstawie wartości średnich z okresu 18-letniego (1920—1937) posiadała pola kwadratowe o powierzchni 900 km². Kwadraty o tej samej powierzchni posiadała również mapka wykonana na podstawie średnich z okresu 5-letniego (1931—1935). Natomiast w mapce z okresu 10-letniego (1928—1937) mała ilość stacji pluwiometrycznych i ich nierównomierne rozmieszczenie nie pozwoliły mi zachować poprzedniej wielkości kwadratów, i zaszła potrzeba zwiększenia powierzchni kwadratów do 2500 km².

Analiza i porównanie dwóch pierwszych mapek wykazuje pewne różnice w wartościach dla pól kwadratowych o tym samym położeniu, ale wyniki ostateczne podające średni opad dla województwa w obu przypadkach są prawie identyczne.

Wg mapy dla okresu 18-letniego średni opad dla woj. = 579,3 mm
 „ „ „ „ 5 „ „ „ „ „ = 577,8 mm

Mapka trzecia, oparta na wartościach 10-letnich (1928—1937), posiadała nieznaczne błędy, które wynikły z małej ilości stacji i ich nierównomiernego rozmieszczenia. Średni opad dla województwa według tej mapy wynosi 569,5 mm. Również i ta wartość może scharakteryzować wysokość opadu na Lubelszczyźnie z braku innych materiałów, ponieważ błąd ten nie przekracza około 2—3%, co dla badań klimatologicznych stanowi wystarczającą dokładność.

Porównanie wyników otrzymanych z obliczeń wzorem

$$H_{sr} = \frac{\sum H_k F_k}{\sum F_k}$$

gdzie średni opad dla województwa wynosił 574,5 mm z powyższymi wynikami potwierdza dodatnio wartość obu metod oraz celowość ich stosowania.

Współczynnik odpływu

Elementy wpływające na wielkość współczynnika odpływu

Współczynnikiem odpływu nazywamy stosunek ilości wody odpływowej do wody opadowej, przypadającej na dany obszar (5, 26)

$$Cs = \frac{O}{H}$$

Na wielkość współczynnika odpływu wpływają głównie następujące elementy: 1) wysokość opadu 2) parowanie, 3) wielkość dorzecza dla którego obliczamy współczynnik, 4) warunki topograficzne i fizjograficzne, 5) szata roślinna, 6) wyjątkowe zjawiska meteorologiczne (38, 41, 44).

ad 1) Obszary słabo zraszane w porównaniu z regionami o wysokich opadach posiadają prawie zawsze wyższy współczynnik odpływu. Przekonać się o tym możemy, analizując wartości współczynnika odpływu dla roku mokrego i suchego. Jako przykład niech służy — tabl. IX ilustrująca miesięczne współczynniki dla Wisły w Puławach i Dęblinie *), która wykazuje, że współczynnik odpływu osiąga większą wartość w roku suchym, przy najwyższych wartościach w kwietniu, a najniższych w miesiącach letnich i wczesno-jesiennych. W roku mokrym zaś, wartość współczynnika odpływu wzrasta gwałtownie w listopadzie i styczniu.

Srednia wartość współczynnika z okresu 1926—1936 na obu wodowskazach jest prawie identyczna. Najwyższe wartości współczynnika Cs osiąga w marcu i w listopadzie, najniższe w miesiącach letnich.

ad 2) Parowanie wody zależne jest od temperatury powietrza, prężności pary wodnej, ciśnienia atmosferycznego i prędkości wiatru (5, 48). Obok tych głównych czynników posiada również wpływ na natężenie parowania ukształtowanie powierzchni terenu, jakość gleby, pokrycie terenu i wysokość wód gruntowych (4, 5, 24, 43).

Zwiększone parowanie w przebiegu rocznym, a szczególnie w okresie wegetacyjnym może dość silnie zaznaczyć się w wartościach od-

*) Tablicę IX wykonano na podstawie materiałów zawartych w Pracach Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego „Materiały do bilansu wodnego Polski” — zeszyt 17 i 22.

Tablica IX.
Współczynnik odpływu.
Abflusskoeffizient der Wisła in Puławy und Dęblin.

P u ł a w y	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Rok średni z okresu 1926-1936	0,55	0,44	0,90	0,63	0,26	0,20	0,20	0,19	0,27	0,30	0,54	0,50	0,41
Rok suchy 1932	1,12	0,26	0,77	2,01	0,30	0,20	0,17	0,15	0,17	0,12	0,32	0,44	0,50
Rok mokry 1926	0,91	0,60	0,61	0,40	0,23	0,24	0,22	0,51	0,24	0,27	1,13	0,37	0,49
Dęblin	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Rok średni z okresu 1926-1936	0,56	0,45	0,90	0,61	0,16	0,28	0,19	0,17	0,25	0,29	0,50	0,40	0,40
Rok suchy 1932	1,12	0,23	0,73	2,02	0,26	0,18	0,17	0,13	0,16	0,11	0,30	0,41	0,46
Rok mokry 1926	0,63	0,61	0,58	0,37	0,20	0,22	0,21	0,43	0,23	0,25	1,06	0,36	0,46

plywu wód. Zmniejszając wysokość warstwy odpływu, parowanie zmniejsza równocześnie wartość współczynnika odpływu.

ad 3) Wielkość obszaru dorzecza dla którego obliczamy współczynnik Cs posiada stosunkowo duży wpływ na jego charakter i wysokość. Wiadomym jest, że wraz ze wzrostem zlewni wartość współczynnika odpływu maleje. Zwiększają się również straty wód, które przy spływie z dalszych terenów parują i wsiąkają w glebę, oraz zmniejsza udział spływu rzek nizinnych i zwiększa się absorbcja wody przez glebę, rośliny i człowieka.

ad 4) Wysokość współczynnika odpływu zależna jest w dużym stopniu od warunków fizjograficznych, przepuszczalności i pokrycia terenu. Obszary o stokach stromych, nieprzepuszczalnych i niezależonych posiadać będą wyższe odpływy niż obszary o glebach przepuszczalnych i silnie zadrzewionych. W woj. lubelskim obszary Roztocza i terenów przyległych będą miały dużo wyższy współczynnik odpływu niż obszary nizinne i bagniste Podlasia.

ad 5) Wpływ lasu na stosunki hydrologiczne, na odpływ wód i ich rozdział został tak obszernie opracowany i zanalizowany, że trudno jest w tej chwili podawać wszystkie wyniki badań (8, 9, 15, 21, 28, 37, 39, 41, 44).

Dębski (8) stwierdza, że lasy są znakomitym regulatorem odpływu wody z dorzecza, ponadto są one dobrym amortyzatorem gwałtownych spływów wód rozłopowych i nawałnicowych. Dzięki przetrzymaniu i rozdzielaniu odpływu na dłuższy okres czasu zmniejszają wysokość fal przyboru i przedłużają czas trwania wezbrań. Lasy, które znajdują się w obszarach z bilansem wodnym dodatnim lub też zrównoważonym, zasilają rzeki w wody w okresach posuchy.

Wszystkie rodzaje lasów łagodzą klęski powodziowe w górnych biegach rzek, choć ujemnie wpływa to na warunki powodziowe w dolnym biegu rzeki, na skutek spłaszczania i wydłużania wykresów fal wezbraniowych, co sprzyja akumulacji i wezbraniom dopływów rzeki głównej. Ponadto lasy zmniejszają prędkość ruchu wody w rzekach, a tym samym łagodzą procesy erozyjne, opóźniają zamulenie zbiorników wodnych, przeszkadzają wyparowaniu wody z potoków, które przez nie płyną.

ad 6) Pewien wpływ na kształtowanie się współczynnika odpływu posiadają „wyjątkowe“ zjawiska meteorologiczne jak np. gwałtowna odwilż wiosenna połączona z długotrwałymi „ciepłymi“ opadami, lub

długotrwałe ulewę jesienne, które mogą w znacznym stopniu zwiększyć wartość współczynnika odpływu.

Wzory empiryczne na obliczenie średniego odpływu i współczynnika odpływu

a) Metody pośrednie.

Metody pośrednie stosujemy przy określaniu wartości składników bilansu wodnego wówczas, gdy nie posiadamy dostatecznych i dokładnych materiałów obserwacyjnych stanów wody i przepływu wód.

Chcąc zastąpić brakujące dane, starano się opracować i dobrać takie wzory, które by najbardziej odpowiadały warunkom, do których mamy je stosować.

Szeroko rozpowszechnione w Polsce i używane w praktyce są wzory I s z k o w s k i e g o, P a r e ń s k i e g o, D ę b s k i e g o, K o l l i s a, K e l l e r a i W a l l e n a. Ostatecznym celem tych opracowań jest podanie wzorów regionalnych, które mogą z powodzeniem być zastosowane do pewnych regionów, ponieważ za trudno jest opracować takie wzory uniwersalne, które mogłyby być używane do wszystkich warunków i do każdego obszaru.

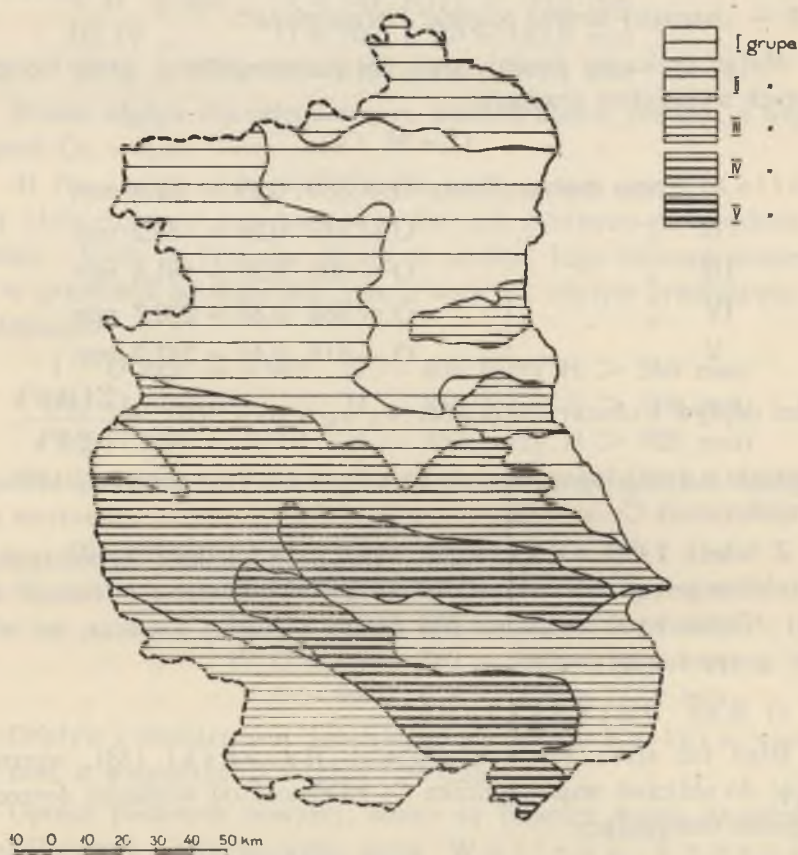
b) Wzory I s z k o w s k i e g o (5, 38).

Wzory te dotyczą dorzeczy większych niż 300 km². I s z k o w s k i podając wzór na wodę średnią, używa w równaniu współczynnika odpływu „Cs“.

Jak podaje D ę b s k i (5) str. 162 „I s z k o w s k i podzielił różne dorzecza na 9 grup topograficznych i podał dla każdej z nich osobną wartość współczynnika Cs. Współczynnik Cs przybiera wartości tym większe, im więcej urozmaicona jest rzeźba terenu; najmniejszy jest w dorzeczach płaskich i nizinnych, największy w wysokich górach“. Wielkość Cs podaje I s z k o w s k i w gotowej tabeli (dla rzek i potoków środkowej Europy).

Chcąc wykorzystać wzory podane przez wymienionych badaczy na obliczenie współczynnika odpływu dla woj. lubelskiego, postąpiłem w następujący sposób. W oparciu o podział na grupy topograficzne I s z k o w s k i e g o wykreśliłem na mapie woj. lubelskiego (mapa Nr 5) pięć grup topograficznych w zależności od rzeźby terenu, różnic deniwelacji, stromości stoków, i rozmnieszczenia łąk i bagien.

Grupy topograficzne woj. lubelskiego wykreśliłem na podstawie mapy hipsometrycznej, mapy łąk i bagien (43), z mapy wysokości względnych Lubelszczyzny (42).



Mapa Nr 5.

Grupy topograficzne województwa Lubelskiego.
Topographische Gruppen der Woiwodschaft Lublin.

Dla każdej grupy obliczyłem średni opad z okresu 18-letniego według wzoru

$$H_{sr} = \frac{\sum F_k H_k}{\sum F_k}$$

następnie wyliczyłem średni odpływ dla poszczególnych grup. Mając powyższe dane, mogłem obliczyć średni odpływ dla całego województwa, oraz wyznaczyć wartość współczynnika Cs.

I. grupa topograficzna zaliczona została do Nr 1 — „bagna i niziny“, II. grupa do Nr 2 — „płaszczyzny i płaskowzgórza“, III. grupa do Nr 3 — „płaszczyzny w połączeniu z pagórkami“, IV. grupa do Nr 4 — „pagórki o łagodnych stokach“, a V. grupa do Nr 5 — „bardziej strome pagórki i przedgórze“.

Mając obliczony średni opad dla poszczególnych grup topograficznych wyliczyłem równanie:

$$O = H \cdot Cs$$

I grupa topograficzna	O = 539 . 0,20 = 107,8 mm
II „ „	O = 545 . 0,25 = 136,2 mm
III „ „	O = 605 . 0,30 = 181,5 mm
IV „ „	O = 582 . 0,35 = 203,7 mm
V „ „	O = 618 . 0,40 = 247,2 mm

średni odpływ z obszaru województwa wg wzoru $O_{\text{śr.}} = \frac{\sum O_k F_k}{\sum F_k}$

w oparciu o grupy topograficzne I s z k o w s k i e g o wynosi 170 mm, a współczynnik $Cs = 0,30$.

Z tabeli I s z k o w s k i e g o wynika, że wielkość współczynnika Cs zależna jest przede wszystkim od morfologii terenu (stromość stoków). Nie bierze on natomiast pod uwagę wielkości dorzecza, ani wielkości grupy topograficznej.

c) Wzór P a r e ń s k i e g o.

Błąd ten stara się wyeliminować P a r e ń s k i (38), wprowadzając do obliczeń współczynnika Cs zależność od wielkości dorzecza, w sposób następujący:

$$Cs = e \sqrt[n]{a \cdot A}$$

Opiera się on na pomiarach opadu i odpływu w Europie środkowej. Dla klimatu charakteryzującego się równomiernym rozłożeniem opadów z czasowym śniegiem obliczył P a r e ń s k i wartość dla „n“ i „a“, oraz Cs w specjalnej tabeli (38).

Stosując tabelę P a r e ń s k i e g o zaliczyłem grupę I i II do 5 kategorii terenu — „niziny bagniste“, grupę III i IV do 4 kategorii — „płaszczyzny“, zaś grupę V do 3 kategorii terenu — „pagórki i niziny rzek górskich“.

W ten sposób otrzymałem dla I i II grupy $C_s = 0,172$

dla III i IV „ $C_s = 0,310$

dla V „ $C_s = 0,504$

I, II grupa $O = 542 \cdot 0,172 = 93,2 \text{ mm}$

III, IV „ $O = 593 \cdot 0,310 = 183,8 \text{ mm}$

V „ $O = 618 \cdot 0,504 = 312,4 \text{ mm}$

Sredni odpływ dla całego wojew. wynosić będzie 167 mm, a współczynnik $C_s = 0,29$.

d) Na uwagę zasługuje również wzór podany przez Kellera (38), który oznaczył wysokość strat dla rzek środkowo-europejskich od Dunaju i Renu do Niernna. Straty te według jego obliczeń mieszczą się w granicach od 430—460 mm, a wzór na odpływ przedstawia się następująco:

I $O \text{ mm} = 0,942 \cdot H - 405$ (przy $H > 560 \text{ mm}$)

IIa) $O \text{ mm} = H - 350$ (przy $H > 500 \text{ mm}$)

b) $O \text{ mm} = 0,884 \cdot H - 460$ (przy $H > 625 \text{ mm}$)

Stosując wzór nr I dla regionu Lubelskiego otrzymałem następujące wartości:

Dla grupy I $O = 0,942 \cdot 539 - 405 = 102,7 \text{ mm}$

„ „ II $O = 0,942 \cdot 545 - 405 = 108,4 \text{ mm}$

„ „ III $O = 0,942 \cdot 605 - 405 = 164,9 \text{ mm}$

„ „ IV $O = 0,942 \cdot 582 - 405 = 143,2 \text{ mm}$

„ „ V $O = 0,942 \cdot 618 - 405 = 177,2 \text{ mm}$

Odpływ z obszaru woj. lubelskiego wg wzoru Kellera wynosi 146 mm, a współczynnik odpływu $= 0,25$.

Oprócz podanych powyżej, znane są również wzory na odpływ i współczynnik C_s opracowane przez Wallena, Lugeona, Juatina, Wielikaszowa, Poliakowa, Kuzina i innych. Porównanie tych wszystkich wzorów jest w tej chwili niemożliwe, wskutek braku kompletnych danych do wzorów. Tak np. do wzorów Wielikaszowa czy Poliakowa konieczna jest znajomość śr. wieloletniej wartości niedosytu wilgotności, a do równania Kuzina wartości parowania w mm, które obliczyć dla Lubelszczyzny nie można z powodu bardzo małej ilości stacji o długoletnich seriach obserwacyjnych. Inne wzory natomiast odnoszą się do całkiem odmiennych obszarów, lub autorzy wzorów nie podają pomocniczych tablic, koniecznych do obliczeń przy ich stosowaniu.

Średni odpływ dla powiatów woj. lubelskiego

Celem porównania mapki (nr 4), podającej średnie opady dla powiatów woj. lubelskiego z wartościami odpływów jakie otrzymano, stosując podział na grupy topograficzne wg I s z k o w s k i e g o, wykonano mapkę średnich odpływów dla powiatów woj. lubelskiego (mapka nr 6), przy pomocy wzoru:

$$\text{Ośr} = \frac{\sum F_k \cdot O_k}{\sum F_k}$$

gdzie Ośr = średni odpływ, F_k = powierzchnia grupy topograficznej, O_k = odpływ dla danej grupy topograficznej (obliczenia wykonane zostały na mapie w podziale 1:300.000).

Rzut oka na mapkę daje pojęcie o rozkładzie przestrzennym odpływu w województwie. Północne powiaty posiadają najniższe wartości dla odpływów — szczególnie niski odpływ posiada powiat radzyński (114 mm).

Niskie odpływy północnej części województwa są wynikiem małych opadów, które otrzymują te powiaty, oraz słabo zróżnicowanej rzeźby tego obszaru. W miarę posuwania się ku południowi wartości dla odpływu wzrastają, szczególnie na obszarze Wyżyny Lubelskiej (pow. puławski 175 mm, lubelski 199 mm, kraśnicki 189 mm). Na południu zaznacza się już wybitny wpływ Roztocza. Obszary powiatów krasnostawskiego, zamojskiego, tomaszowskiego posiadają najwyższe odpływy (od 214—227 mm). Wysokie odpływy tych powiatów tłumaczyć należy silnie zróżnicowaną rzeźbą (stoki wysokie i strome) oraz wyższymi opadami jakie otrzymują te powiaty.

P o r ó w n a n i e w y n i k ó w

Z obliczeń metodami pośrednimi wynika, że dla wojew. lubelskiego wartość współczynnika odpływu mieści się w granicach od 0,25 do 0,30. Widzimy więc, że wyniki są bardzo zbliżone do siebie w swych wartościach. Ta zgodność wyników potwierdza fakt, że pomimo braku pomiarów bezpośrednich odpływów, możemy wyliczyć metodami pośrednimi potrzebny nam współczynnik, a tym samym ułożyć równanie bilansu wodnego w najprostszej formie dla badanego regionu.



Mapa Nr 6

Średni odpływ dla powiatów województwa Lubelskiego.

Mittlere Abflussmengen für die Kreise der Woiv. Lublin.

Znając wartość średniego opadu dla województwa, oraz wyniki dla wartości współczynnika, obliczone trzema metodami, proponuję następujący wzór na wartość współczynnika C_s dla wojew. lubelskiego

$$C_s = \frac{162}{575}$$

stąd wzór ten przyjmie postać:

$$O \text{ mm} = 0,980 \cdot H_{\text{sr}} - 401,5$$

gdzie 0,980 = stały współczynnik, 401,5 = wartość stała H_{sr} = średni opad.

Znając wartość dla średniego opadu obliczonego na podstawie danych z okresu 1920—1937, która wynosi 575 mm, oraz wartość dla odpływu — 162 mm, możemy rozwiązać uproszczone równanie bilansu wodnego dla Lubelszczyzny.

$$H = O + S$$

czyli

$$575 \text{ mm} = 162 \text{ mm} + 413 \text{ mm}$$

Wnioski

Północna część województwa posiada normalnie prawie zawsze za mało opadów w stosunku do swych potrzeb. W przypadku wystąpienia posuchy atmosferycznej czy gruntowej ten nikły niedobór powiększy się znacznie, grożąc katastrofą — gdy na czas nie uzupełnimy i nie usuniemy braków.

Powiaty leżące w środkowej części województwa mają ogólnie biorąc zrównoważony bilans opadów. Pewną nadwyżkę opadów posiadają natomiast obszary południowe, a szczególnie południowo-zachodnie, gdzie średnia wysokość opadów sięga ponad 650 mm.

Ten krótki przegląd wskazuje nam, że przy regionalizacji upraw należy zwrócić uwagę na ten stan, dobierając odpowiednio rośliny dla obszarów o ujemnym lub prawie ujemnym bilansie opadowym, względnie zrównoważonym czy nadwyżkowym.

Wszystkie dotychczasowe opracowania dotyczące opadów, w zasadzie opierają się na materiałach bardzo skąpych, niepewnych i bardzo niejednorodnych.

Czy zastosowanie metody redukcji celem uzyskania dostatecznej ilości materiału obserwacyjnego, a tym samym uzupełnienia luk i braków w obserwacjach opadowych jest słuszne?

Porównanie mapy opadów (mapa 1) wykreślonej na podstawie wartości uzyskanych przy pomocy metody redukcji z mapą nr 2 (wartości rzeczywiste) lub z mapą opadów Kosińskiej-Bartnickiej (23) — wykazuje, że przebieg izohiet jest prawie identyczny — co potwierdza wartość tej metody.

Przy zakładaniu nowych stacji ombrometrycznych należy zwrócić uwagę na północną część województwa, która mając duże znaczenie

gospodarcze nie posiada dostatecznej sieci pluwiometrycznej, na podstawie której można przeprowadzać badania bardziej szczegółowe. Ponadto sieć ombrometryczna nie jest racjonalnie rozmieszczona np. w obszarze Roztocza sieć ta powinna być szczególnie gęsta z uwagi na urozmaiconą rzeźbę i różnice deniwelacji.

Jak przedstawia się dynamika opadów na omawianym obszarze — nie możemy właściwie powiedzieć, na skutek kompletnego braku aparatów samopiszących. Podobnie przedstawia się znajomość pokrywy śnieżnej, warunków jej trwałości i rozmieszczenia.

Czynne stacje wodowskazowe znajdują się głównie na większych rzekach Polski, natomiast mniejsze rzeki jak np. w naszym przypadku Bystrzyca, Wieprz, Tyśmienica nie posiadają w ogóle punktów obserwacyjnych. Pomimo tych zasadniczych braków wykonano próby obliczenia współczynnika C_s przy pomocy wzorów empirycznych, które jak się okazało, zdały egzamin próbny, dając dość zgodne wyniki.

Z obliczeń otrzymałem wartość współczynnika odpływu dla województwa lubelskiego, wyrażająca się cyfrą 0,28.

Znając wartość współczynnika C_s , możemy wyliczyć wysokość odpływu i strat, które mają miejsce na tym obszarze, a tym samym przedstawić w najprostszej formie równanie bilansu wodnego województwa lubelskiego.

L I T E R A T U R A

1. Alisow B. J., Izwiokow B. J., Pokrowskoja T. V., stein E. S. — Kurs Klimatologii. Leningrad—Moskwa, 1940.
2. Bac S. — Stosunki wodne i melioracje rolne na obszarze woj. lubelskiego. Planowanie Przestrzenne. Region Lubelski. I. W-wa, 1947.
3. Bartnicki L., Wiszniewski W. — Przyczynki do klimatologii Polski. Wiadomości Służby Hydr.-Meteorol. z. 1. Warszawa, 1947.
4. Borisow A. — Klimatologija. Leningrad, 1949.
5. Dębski K. — Hydrologia i Hydraulika. Warszawa, 1948.
6. Dębski K. — Bilans wodny zlewni Wisły po Warszawę. Wiadomości Służby Hydr.-Meteorol. T. III, z. 2. Warszawa, 1950.
7. Dębski K. — Wpływ lasu na stosunki hydrologiczne. Wiadomości Służby Hydr.-Meteorol. T. II, z. 4 i 5. Warszawa, 1951.

8. Drogi wodne — Praca zbiorowa pod redakcją T. Tillingera. T. I. Warszawa, 1948.
9. Fiedorow E. E., Baranow A. I. — Klimat ravniny ewropejskoj czasti SSRR w pogodach. Trudy Instytutu Geografii. Wypusk XLIV. Moskwa — Leningrad, 1940.
10. Friedrich K. — Hydrographie. Naturforschung und Medizin in Deutschland. Göttingen 1939—1946.
11. Gorczyński W. — Materiały do poznania opadów w Królestwie Polskim (okres 1901—1910). Nauk. Tow. Warszawskie. Warszawa, 1912.
12. Grabowski W. — Wyniki spostrzeżeń meteorologicznych w Puławach w związku z ogólnymi klimatycznymi stosunkami Polski. Pam. Państw. Inst. Nauk. Gosp. Wiejsk. T. VII. Kraków, 1926.
13. Gumiński R. — Izanomale rocznych sum opadu na terenie Wielkopolski i Pojezierza Pomorskiego. Przegląd Met.-Hydr. Rocznik 1950—1951. W-wa, 1951.
14. Gumiński R. — Ważniejsze elementy klimatu rolniczego Polski południowo-wschodniej. Wiadomości Służby Hydr.-Meteorol. T. III, z. 1. Warszawa, 1950.
15. Gumiński R. — Las jako czynnik makroklimatyczny. Wiadomości Służby Hydr.-Meteorol. T. III, z. 2. Warszawa, 1950.
16. Gumiński R. — Meteorologia i klimatologia dla rolników. W-wa, 1950.
17. Gumiński R. — Metoda izarytm w klimatologii. Gazeta obserwatora P.I.H.M. Warszawa, 1951.
18. Hann J. — Handbuch der Klimatologie. Stuttgart, 1932.
19. Holdefleiss P. — Agrarmeteorologie. Die Abhängigkeit der Ernteerträge von Wetter und Klima. Berlin, 1930.
20. Karczewska M. — Opady atmosferyczne w Puławach, w Puławach Kępa i Pożogu (rękopis). Zakład Meteorologii i Klimatologii UMCS.
21. Kopeć K. — O wpływie lasu na klimat i wody gruntowe. Czasopismo Geograficzne. T. VII. Lwów—Warszawa, 1928.
22. Kosiba A. — Klimat Ziem Śląskich. Katowice—Wrocław, 1948.
23. Kosińska-Bartnicka S. — Opady w Polsce. Wiad. Meteor. Hydr. Warszawa, 1927.
24. Landsberg H. — Physical Climatology. Chicago, 1943.
25. Landscher F. — Nimmt der Niederschlag auf der Erde wirklich ab? Mitteilungen der Geografischen Gesellschaft. Wien B 93 H. 1—12. str. 123—130. Wien, 1951.
26. Łuczszewa A. A. — Prakticzeskaja Gidrologija. Leningrad, 1950.
27. Malicki A. — Erozja gleb jako zagadnienie przyrodnicze. Chrońmy przyrodę ojczystą. Nr 1—2. Kraków, 1949.
28. Maruszczak H. — Stan i zmiany lesistości woj. lubelskiego w latach 1830—1930. Annales Univ. M. C. Skłodowska. Sectio B. Vol. 5. Lublin, 1951.
29. Matusewicz J. — Drogi Wodne. T. I. Rozdział II. Hydrologia i Hydrometria. Warszawa, 1948.
30. Merecki R. — Klimatologia Ziem Polskich. Warszawa, 1914.
31. Mieczysławski T. — Zarys fizyczno-geograficzny Województwa Lubelskiego. Monografia statystyczno-gospodarcza woj. lubelskiego. T. I. Lublin, 1932.

32. Molga M. — Charakterystyka meteorologiczna okresu wegetacyjnego 1948 r. w Polsce. Prace PIHM z. 13. Warszawa, 1950.
 33. Molga M. — O najważniejszych elementach klimatu odnośnie wegetacji roślin. Gazeta Obserwatora P.I.H.M. Warszawa, 1949.
 34. Pawłowscy E. W. i S. — Mapa opadów atmosferycznych w dorzeczu Wisły (1:2.500.000). Pokłosie Geograficzne. Lwów—Warszawa, 1925.
 35. Romer E. — Klimat Ziem Polskich. Geografia Fizyczna Ziem Polskich i charakterystyka fizyczna ludności. Encyklopedia Polska, T. I. P. A. U. Kraków, 1912.
 36. Romer E. — Pogląd na klimat Polski. Czasopismo Geograficzne. T. XVI. z. 3.
 37. Romer E. — O wpływie lasów na klimat i wody gruntowe na podstawie doświadczeń w lasach dobrostańskich. Kosmos. T. XXXVIII. Lwów, 1913.
 38. Rybczyński M., Pomianowski K., Woycicki K. — Hydrologia cz. I. Opad — Odpływ. Warszawa, 1933.
 39. Schreiber P. — Einfluss des Waldes auf das Klima und Witterung. Tharandter forstl., Jahrbuch, 1899.
 40. Schubert J. — Das Klima von Eberswalde. Zeischrift für Forst und Jagdwessen, 1892.
 41. Skibniewski L. — Wpływ zalesienia na stosunki hydrologiczne w dorzeczach. Gazeta Obserwatora P.I.H.M. Warszawa, 1948.
 42. Strojna H. — Mapa wysokości względnych Lubelszczyzny (rękopis). Zakład Geografii UMCS.
 43. Uhorczak F. — Atlas Regionalny Lubelskiego. Lublin, 1953.
 44. Wysocki G. N. — O gidrologiczieskom i mieteorologiczeskom wlijanii lesow. Moskwa—Leningrad, 1952.
 45. Yearbook of Agriculture — Climate and Man. Washington, 1941.
 46. Zierhoffer A. — Obieg wody w przyrodzie, a zagadnienie gospodarki wodnej. Czasopismo Geograficzne. Wrocław, 1948.
 47. Zinkiewicz W. — Badania nad wartością rocznego przyrostu drzew dla studiów wahań klimatu. Annales Univ. M. C. Skłodowska. Sectio B. Vol. I. 6. Lublin, 1946.
 48. Zinkiewicz W. — O parowaniu wody w Puławach w latach 1946—1947. Annales Univ. M. C. Skłodowska. Sectio B. Vol. III. 8. Lublin, 1948.
-

Р Е З Ю М Е

Вычисление коэффициента стока для воеводства является попыткой исследования корреляции атмосферных осадков и стока вод. Сравнение указанных факторов дает в конечном результате возможность составить уравнение водного баланса для изучаемой территории.

На основании статистических материалов, опубликованных Государственным Гидро-Метеорологическим Институтом составлено 3 основных карты распределения атмосферных осадков на территории воеводства, а именно:

- 1) карту осадков для периода времени 1920—1937
- 2) „ „ „ „ „ 1928—1937
- 3) „ „ „ „ „ 1931—1935

Ряды наблюдений за короткие промежутки времени пересчитаны методом редукции — методом отношений к основному периоду (по методу, применяемому Ганном (18) и Павловским (34).). Таким путем получено 87 станций осадков, на основании которых составлено карту осадков для периода времени 1920—1937.

Карта осадков для периода 1928—1937 гг., а равно и карта осадков для периода 1931—1935 гг. составлены на основании непосредственных наблюдений.

Северная часть воеводства обладает самыми минимальными осадками — годовая сумма колеблется в границах от 470 до 500 мм. К югу эти величины возрастают, особенно на северном крае Люблинской возвышенности, а также в области Ростоха, где осадки достигают величины 720 мм. На территории воеводства наибольшие процентные величины выступают, как правило, в августе месяца, наименьшие — в январе (табл. IV).

В Люблинском воеводстве и прилегающих местностях нередко можно наблюдать осадки свыше 250 мм отдельно в каждом из летних месяцев (табл. VI).

Крайние величины осадков и их колебания иллюстрируют таблицы VII и VIII. Максимальные осадки доходят до 145% средних осадков за 10 лет, а минимальные — до 40%.

Наибольшими колебаниями месячных сумм осадков характеризуются прежде всего весенние месяцы, особенно июнь, а также осенние—октябрь; самыми же минимальными колебаниями—летние месяцы—август и зимние—декабрь.

Материалы, учитывающие снеговые осадки и град неполны, вследствие чего автором использованы материалы опубликованные Гуминским (26), который констатирует, что среднее количество дней со снеговым покровом на территории Люблинского воеводства колеблется от 60 до 80, причем в районе Росгоча это число возрастает до 100 дней.

Кроме выше указанных 3 карт осадков составлена карта осадков для уездов Люблинского воеводства (карта № 4) на основании формулы

$$H_{sr} = \frac{\sum H_k F_k}{F_k}$$

где H_{sr} = средняя осадков

H_k = осадки, вычисленные для отдельных участков

F_k = поверхность участка в км².

Средняя величина осадков для территории всего Люблинского воеводства, высчитанная при помощи указанной выше формулы, по данным для периода времени 1920—1937 гг. составляет 574,5 мм.

Для сравнения и установления точности вычислений автором произведено контрольное вычисление среднего количества осадков для исследуемого района посредством метода квадратов (26), пользуясь формулой

$$X_o = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

где X_o = среднее количество осадков

x_i = сумма средних годовых величин для всех квадратов в миллиметрах

n = число квадратов.

Таким путем получено среднюю величину осадков на территории Люблинского воеводства для периода времени 1920—1937 гг. 573,3; для периода времени 1928—1937 гг. — 569,5 мм; для периода времени 1931—1935 гг. получено 577,8 мм.

Из-за отсутствия статистических материалов определяющих сток речных вод Люблинского воеводства, автор был принужден для вычисления величины оттока и коэффициента оттока пользоваться косвенными методами, а именно формулой Ишков-

ского, Паренского и Келлера. Исходя из подразделения на топографические группы Ишковского, автор вычислил, что для воеводства величина среднего оттока составляет 170 мм, а величина коэффициента $C_s = 0,30$.

Из таблицы Ишковского вытекает, что величина коэффициента C_s зависит прежде всего от рельефа поверхности (крутизна скатов), но не учтены, однако, ни величина бассейна, ни размеры топографической группы.

Ошибку эту пытаются устранить Паренский (38) учитывая при вычислениях зависимость от величины бассейна.

Пользуясь таблицами Паренского, автор определил величину среднего оттока на 167 мм при коэффициенте $C_s = 0,29$.

Пользуясь же формулой Келлера, который вычислил величину потерь для рек Средней Европы от Дуная и Рейна до Немана: $O \text{ mm} = 0,942 \cdot H - 405$ (при $H > 560 \text{ mm}$), автор установил для Люблинского района среднюю величину оттока 146 мм при коэффициенте $C_s = 0,25$.

Чтобы сравнить карту (4), иллюстрирующую среднюю величину осадков для уездов Люблинского воеводства, с величинами оттоков полученных при применении подразделения на топографические группы Ишковского, автором составлена карта средних величин оттоков для уездов воеводства (карта № 6)

по формуле: $O_{sr} = \frac{\sum F_k O_k}{\sum F_k}$

Зная среднюю величину осадков для воеводства и вычисленные величины коэффициента C_s , вычисленные тремя методами, автор предлагает следующую формулу для обозначения

коэффициента C_s для Люблинского воеводства: $C_s = \frac{162}{H_{sr}}$, а фор-

мула на определение стока вод примет вид: $O \text{ mm} = 0,980 H_{sr} - 401,5$ где 0,980 константа, 401,5 — величина постоянная, H_{sr} — средняя величина осадков.

Зная среднюю величину осадков, определенную на основании данных для периода 1920—1937, которая равняется—575 мм, а также величину стока 162 мм, можем уже решить упрощенное уравнение водного баланса для Люблинского воеводства: $H = O + S$, то есть: $575 \text{ мм} = 162 \text{ мм} + 413 \text{ мм}$ где H — осадки, O — сток, S — расход.

Обозначение точных величин для компонентов водного баланса весьма трудно по двум причинам: во первых отсутствие данных для осадков из-за недостаточной омброметрической сети, а также отсутствие длительного ряда наблюдений. Поэтому для получения достаточного количества наблюдений, автор применил метод редукции. Правильно ли было применение этого метода? — кажется так, потому что карты, составленные на основании этих вычислений, равно как и численные данные, не обнаруживают более серьезных различий, в чем можно убедиться, сравнивая карту № 1 с картой осадков в Польше по Косинской-Бартницкой.

Во вторых — отсутствие водоизмерительных станций на реках Люблинского воеводства — вследствие чего не знаем какие величины стока вод характерны для Вепржа, Быстрицы либо Тысьменицы.

Величины полученные путем вычислений для правой стороны уравнения, нельзя признать удовлетворительными, так как они будут несравнимы и нельзя будет их проверить на основании фактического материала, который можно будет получить лишь после устройства водоизмерительной сети на более крупных реках Люблинского воеводства.

КАРТЫ И ТАБЛИЦЫ

- Карта 1. Карта осадков для Люблинского воеводства за период времени 1920—1937 г.
- Карта 2. Карта осадков для Люблинского воеводства за период времени 1928—1937 г.
- Карта 3. Карта осадков для Люблинского воеводства за период времени 1931—1935 г.
- Карта 4. Средние осадки для уездов Люблинского воеводства 1920—1937 г.
- Карта 5. Топографические группы Люблинского воеводства.
- Карта 6. Средние величины стока вод для уездов Люблинского воеводства.
-

- Табл. 1. Атмосферные осадки. Средние годовые суммы за период времени 1920—1937 г. (вычисленные по методу редукции).
- Табл. 2. Месячные атмосферные осадки. (Средние данные за время 1928—1937 г.).
- Табл. 3. Атмосферные осадки. (Средние годовые суммы за время 1931—1935 г.).
- Табл. 4. Месячные осадки в % суммы осадков. (Средние за время 1928—1937 г.).
- Табл. 5. Осадки в отдельные времена года. (Средние за время 1928—1937 г.).
- Табл. 6. Неописанные месячные осадки (период времени 1920—1937 г.).
- Табл. 7. Крайние величины годовых осадков за время 1928—1937 г.
- Табл. 8. Максимум и минимум месячных сумм за время 1928—1937 г.
- Табл. 9. Коэффициент стока для Вислы в Пулавах и в Демблине.
-

ZUSAMMENFASSUNG

Das Feststellen des Abflusskoeffizienten für das Gebiet der Woiwodschaft Lublin, bedarf einer Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Niederschlag und Wasserabfluss. Das Vergleichen obengenannter Faktoren wird uns im Endergebnis eine Wasserbilanzgleichung für das untersuchte Gebiet ermöglichen.

Nach Veröffentlichungsmaterial des Staatlich-Hydrologisch-Meteorologischen Institutes wurden 3 grundlegende Karten über die Verteilung atmosphärischer Niederschläge für die Woiwodschaft Lublin angefertigt: 1) Karte der Niederschläge für die Jahre 1920—1937; 2) — 1928—1937; 3) — 1931—1935. Kurzfristige Beobachtungsreihen umrechnete der Verfasser nach der Reduktionsmethode — Methode der Verhältnisse zum grundlegenden Zeitraum (angewandt durch Hann (18) und Pawłowski (34)). Auf diesem Wege erhielt der Verfasser 87 Niederschlagsstationen, auf Grund welcher die Niederschlagskarten für die Zeit von 1920 bis 1937 angefertigt wurden. Karten für den Zeitraum 1928—1937 sowie 1931 bis 1935 wurden auf Grund tatsächlichen (nicht reduzierten) Materials ausgearbeitet.

Dem nördlichen Teil der Woiwodschaft fallen die niedrigsten Niederschlagswerte — von 470 bis 500 mm jährlich — zu. Nach dem Süden hin steigen diese, hauptsächlich am nördlichen Rand der Lubliner Hochfläche, sowie im Gebiet des Höhenzuges Roztocze, wo die Niederschläge einen Wert von 720 mm erreichen.

Im Gebiet der Woiwodschaft Lublin treten maximale Prozentwerte immer im Monat August, die minimalen im Januar auf. (Tabelle IV).

Im Lubliner und den angrenzenden Gebieten dürfen wir oft Niederschläge über 250 mm für jeden Sommermonat annehmen. (Tabelle VI).

Ausserste Wertangaben für Niederschläge sowie ihre Veränderlichkeiten charakterisiert Tabelle VII und VIII. Maximale Niederschlagswerte erreichen bis 145% des Mittelwertes für 10 Jahre und minimale bis 40%. Grösster Veränderlichkeit wegen heben sich die Frühjahrs- sowie Herbstmonate ab — hauptsächlich der Monat Juni und September.

Die geringste Veränderlichkeit weisen Sommer- (August) und Wintermonate (Dezember) auf.

Ausser den drei erwähnten Karten wurde eine nach der Formel

$$H_{sr} = \frac{\sum H_k F_k}{\sum F_k}$$

(wo H_{sr} = mittlerer Niederschlag, H_k — für die einzelnen Felder erhaltener Niederschlag und F_k — Feldoberfläche in km^2 , bezeichnen) für die Kreise der Woiw. Lublin (Karte Nr 4) erarbeitet.

Die Höhe des Niederschlagskoeffizienten für das Gebiet der Woiwodschaft Lublin wurde nach obenstehender Formel, auf Grund von Werten für die Jahre 1920—1937 berechnet und beträgt 574,5 mm.

Um die Genauigkeit dieser Berechnungen festzustellen und zu vergleichen, wurden Versuchsberechnungen für die mittleren Niederschlagswerten der untersuchten Region bei Zuhilfenahme der Quadratmethode (26) nach der Formel:

$$X_o = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \text{ mm}$$

durchgeführt — (wo X_o — der mittlere Niederschlagswert, $\sum_{i=1}^n x_i$ die Zahl der mittleren jährlichen Niederschlagswerte für alle Quadrate in Millimetern und n — Zahl der Quadrate beträgt).

Auf diese Weise erhielten wir für die Jahre von 1920 bis 1937 einen mittleren Niederschlagswert von 579,3 mm für Woiw. Lublin, für die Zeit von 1926 bis 1937 einen Wert von 569,5 mm und für die Zeit von 1931 bis 1935 einen Wert von 577,8 mm.

Da Zahlenmaterial zur Charakterisierung der Wasserabführung durch Flüsse für die Woiwodschaft Lublin fehlt, beschränkte der Verfasser sich auf eine Wertberechnung des Abflusses und des Abflusskoeffizienten durch Zuhilfenahme von Mittelmethode nach Iszkowski, Pareński und Keller. Sich auf Iszkowski's Teilung in topographische Gruppen stützend, erhielt er für die Woiw. Lublin einen mittleren Abflusswert von 170 mm mit dem Wertkoeffizienten C_s — 0,30.

Aus Iszkowski's Tabelle geht hervor, dass die Grösse des Koeffizienten C_s hauptsächlich von der Geländegestaltung (Steile der Hänge) abhängig ist. Die Abhängigkeit vom Flussgebiet und die Grösse

der topographischen Gruppe wurde bei ihm jedoch nicht berücksichtigt.

Diesen Fehler auszuschliessen ist Pareński bemüht, der in seinen Berechnungen den Abhängigkeitsgrad von der Grösse des Flussgebietes berücksichtigt. Nach Pareński's Tabellen arbeitend erhielt der Verfasser einen Abflussmittelwert von 167 mm mit dem Wertkoeffizienten $C_s = 0,29$.

Keller errechnete den Wasserverlust für die Mitteleuropäischen Flüsse Donau, Rhein und Niemen nach der Formel

$$0 \text{ mm} = 0,942 \cdot H - 405 \text{ (bei } H > 560 \text{ mm)},$$

Sich auf seine Berechnungsform stützend, erhielten wir für die Lubliner Region einen Abflussmittelwert von 146 mm mit dem Koeffizienten $C_s = 0,25$.

Um die Mittelniederschläge für die Woiw. Lublin, die auf Karte Nr 4 dargestellt sind, mit den nach Iszkowski's Teilungsmethode auf topographische Gruppen erhaltenen Abflusswerte zu vergleichen, wurde eine Karte der Abflussmittelwerte für die Kreise der Woiw.

Lublin (Karte Nr 6) mit Hilfe der Formel $O_{\text{sr}} = \frac{\sum F_k O_k}{\sum F_k}$

erarbeitet.

Da die Niederschlagsmittelwerte bekannt sind und die Ergebnisse für den Wertkoeffizienten C_s nach 3 Methoden errechnet wurden, schlägt der Verfasser folgende Formel zur Berechnung des Abflusskoeffizienten C_s für die Woiwodschaft Lublin vor:

$$C_s = \frac{162}{H_{\text{sr}}}$$

also wird die Formel für zur Errechnung des Abflusses lauten:

$$0 \text{ mm} = 0,980 \cdot H_{\text{sr}} - 401,5$$

wobei 0,980 — der stete Wertkoeffizient, 401,5 der ständige Wert, und H_{sr} — Wert der mittleren Niederschlagsmenge ist.

Wenn nun der Mittelwert-nach Angaben aus den Jahren 1920 bis 1937 errechnet wurde und 575 mm, sowie der Abflusswert 162 mm beträgt, können wir eine vereinfachte Wasserbilanzgleichung für das Lubliner Gebiet erhalten und zwar

$$H = 0 + S$$

wobei H — Niederschlag, 0 — Abfluss und S — den Verlust angibt, oder

$$575 \text{ mm} = 162 \text{ mm} + 413 \text{ mm.}$$

Eine genaue Angabe der Bilanzsummanden ist aus zwei Gründen beschwerlich, erstens fehlen Niederschlagsangaben infolge des nicht-ausreichenden pluviometrischen Beobachtungsnetzes und langzeitiger Beobachtungen. Um eine ausreichende Zahl von Beobachtungsmaterial zu gewinnen wurde die Reduktionsmethode angewandt. Man wird wohl fragen, ob die Anwendung der Reduktionsmethode richtig war? Sie war es wohl, da Karten welche nach den Berechnungen ausgearbeitet wurden, sowie Zahlenangaben, keine grösseren Unterschiede aufweisen, was man leicht durch Vergleichen der Karte Nr 1 mit der Niederschlagskarte für Polen von K o s i ń s k a - B a r t n i c k a feststellen kann.

Zweitens fehlen Wasserstandstationen auf Flüssen des Lubliner Gebietes, wodurch Abflusswerte für den Wieprz, die Bystrzyca oder Tyśmienica unbekannt sind.

Die erhaltenen Werte der rechtsseitigen Gleichungsrechnung können nicht als zufriedenstellend angesehen werden, da sie mit dem Effektivmaterial nicht verglichen werden können. Dieses werden wir wiederum erst nach Installierung eines Wasserstandnetzes auf den grösseren Flüssen der Woiwodschaft Lublin erhalten.