

I. HYDROLOGICZNA CHARAKTERYSTYKA RZEK

W niniejszym rozdziale przypomniane zostaną wybrane wiadomości z hydrologii, mające istotny związek z zagadnieniami geomorfologii rzek.

Przed wszystkim należy więc zdać sobie sprawę z tego, czym rzeki odróżniają się od spływu wód po stokach. Tą cechą jest posiadanie koryt, które powstały w wyniku rozcięcia tzw. łożyska (korytarza rzeki). Łożysko (korytarz rzeki) zaś to obszar spływu wielkich wód, który jest zalewany w czasie wezbrań (powodzi).

1. Wybrane klasyfikacje rzek

Ze względu na okres płynięcia wyróżnia się:

cieki (rzeki) stałe – perenialne,

cieki (rzeki) periodyczne, czyli zasilane regularnie w pewnych okresach:

 propluwialne – zasilane opadami w porze deszczowej,

 proniwalne – zasilane wodami z topnienia śniegów w porze wiosenno – letniej

 proglacjalne – zasilane wodami topniejących lodowców w porze letniej

cieki (rzeki) epizodyczne, czyli zasilane rzadko i nieregularnie wodami deszczowymi w czasie ulew; ich koryta prowadzą wodę krótko (czasem tylko kilka godzin) a poza tym okresem są suche.

Ze względu na spadek podłużny rozróżnia się cieki (Dębski 1970):

- górskie > 5‰
- wyżynne 1- 3 ‰
- nizinne 0,05 - 0,5 ‰

Koryta cieków górskich przebiegają skalistymi wyłomami, wyścielone są grubym rumowiskiem włączonym (głazy, otoczaki). Na rzekach górskich obserwuje się dużą intensywność procesów erozyjnych.

Cieki wyżynne w odróżnieniu od cieków górskich odznaczają się znacznymi krzywiznami przepływu, cieki te są szersze, a materiał wyścielający koryto jest drobniejszy (otoczaki drobne, żwiry, gruby piasek).

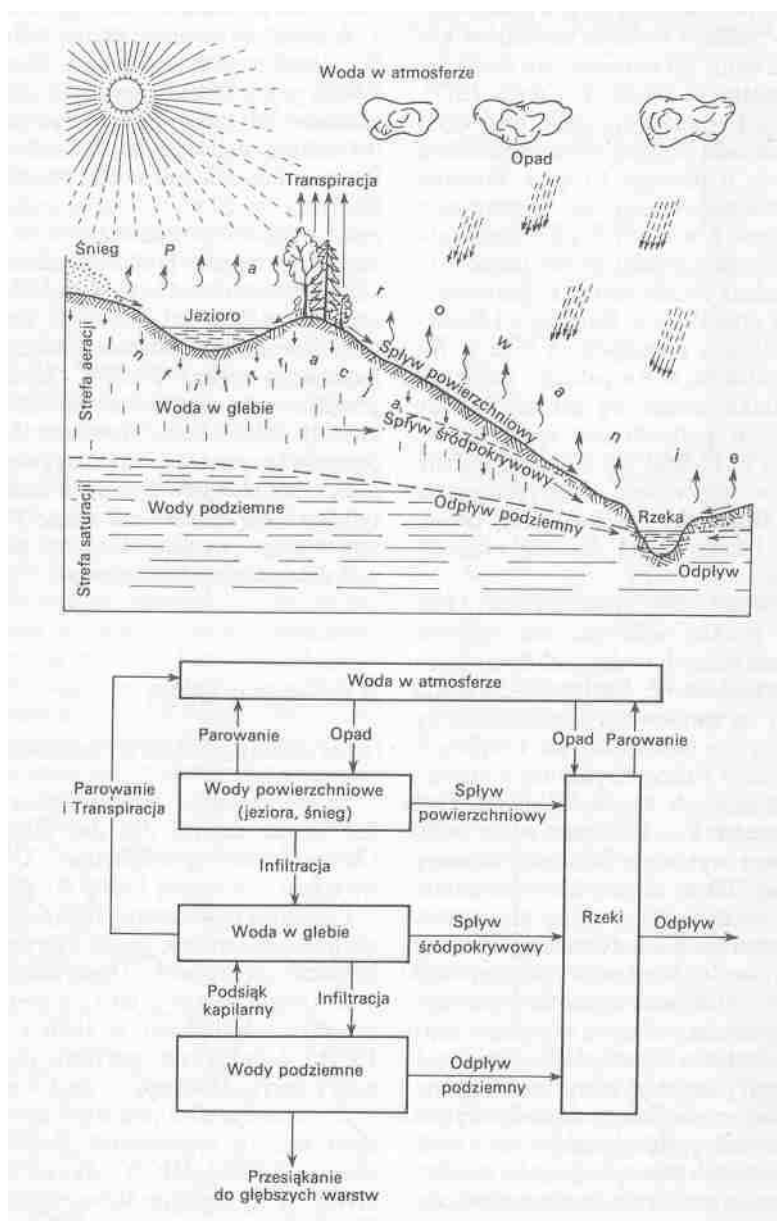
Koryta cieków nizinnych są stosunkowo szerokie, meandrujące, czasami z licznymi wyspami. Brzegi koryt porośnięte są roślinnością. Materiał rumowiskowy stanowi w przeważającej mierze piasek o różnej granulacji. Na ciekach nizinnych obserwuje się przewagę procesu depozycji (akumulacji).

2. Obieg wody w zlewni

Rzeki zasilane są w wodę z (rys.):

- bezpośrednich opadów,

- topniejącego śniegu,
- dopływu podziemnego.



Rys. 1. Obieg wody w zlewni (Geografia Polski, środowisko przyrodnicze, Strakel L. (red) PWN, 1999)

Na odpływ całkowity składa się woda dostarczona do koryta w wyniku spływu powierzchniowego, spływu podpowierzchniowego, zwanego spływem śródpokrywowym oraz odpływu podziemnego.

Spływ powierzchniowy zachodzi:

- po znacznych opadach, które w Polsce występują zwłaszcza w ciepłej porze roku oraz
- w wyniku topnienia pokrywy śnieżnej na wiosnę.

Woda należąca do tej kategorii spływa bruzdami i zagłębieniami terenowymi oraz drogami. Intensywny spływ powierzchniowy jest przyczyną formowania się wezbrań.

Spływ śródpokrywowy tworzony przez wodę przepływającą na pograniczu luźnej warstwy gruntu i słaboprzepuszczalnego podłoża przy pełnym nasyceniu gleby wodą. Spływ śródpokrywowy jest charakterystyczny dla obszarów o znacznej deniwelacji, gdzie zwietrzelina retencjonuje wodę, a zatem przede wszystkim dla obszarów górskich i polodowcowych.

Odpływ podziemny stanowi woda, która uprzednio wsiąkła w podłoże, dotarła do strefy saturacji a następnie poprzez nacięcia warstw wodonośnych zasila rzekę.

Odpływ całkowity jest zróżnicowany w różnych regionach. Średni odpływ jednostkowy (objętość wody, jaka odpływa z powierzchni jednego km² zlewni w ciągu jednej sekundy) w Polsce wynosi:

w Tatrach -	do 50 l/s km ²
w Karpatach, Sudetach i na Pojezierzu Pomorskim -	ponad 10 l/s km ²
na wyżynach i Pojezierzu Mazurskim -	5 – 10 l/s km ²
na Nizinach Środkowopolskich -	do 2 l/s km ²
średnio w Polsce -	5,6 l/s km ²

Wielkość odpływu zależy od czynników naturalnych (zmiany klimatyczne) i antropogenicznych (zapotrzebowanie na wodę dla celów komunalnych, przemysłu i rolnictwa).

Wielkość odpływu podziemnego zależy od warunków klimatycznych, zdolności retencyjnej skał wodonośnych i głębokości erozyjnego wcięcia rzek w podłoże. Przestrzenne zróżnicowanie odpływu podziemnego jest mniej więcej podobne do rozkładu odpływu całkowitego. Najwyższe jego wartości są charakterystyczne dla szczytowych partii Karpat (ponad 8 l/s km²), co związane jest z wysokością opadu, a także dla Wyżyny Śląsko – Krakowskiej ze względu na znaczną retencję silnie uszczelinionych i skrasowiałych skał węglanowych. Równomierne opady w ciągu całego roku i możliwość wsiąkania znacznych ilości wód opadowych w przepuszczalne osady są powodem odpływu podziemnego o znacznej wartości w obrębie Pojezierzy (zwłaszcza Pomorskiego – ponad 7 l/s km²). Najmniejszym odpływem wód podziemnych (ok. 1 l/s km²) charakteryzują się Niziny Środkowopolskie (niskie opady i duże straty na parowanie).

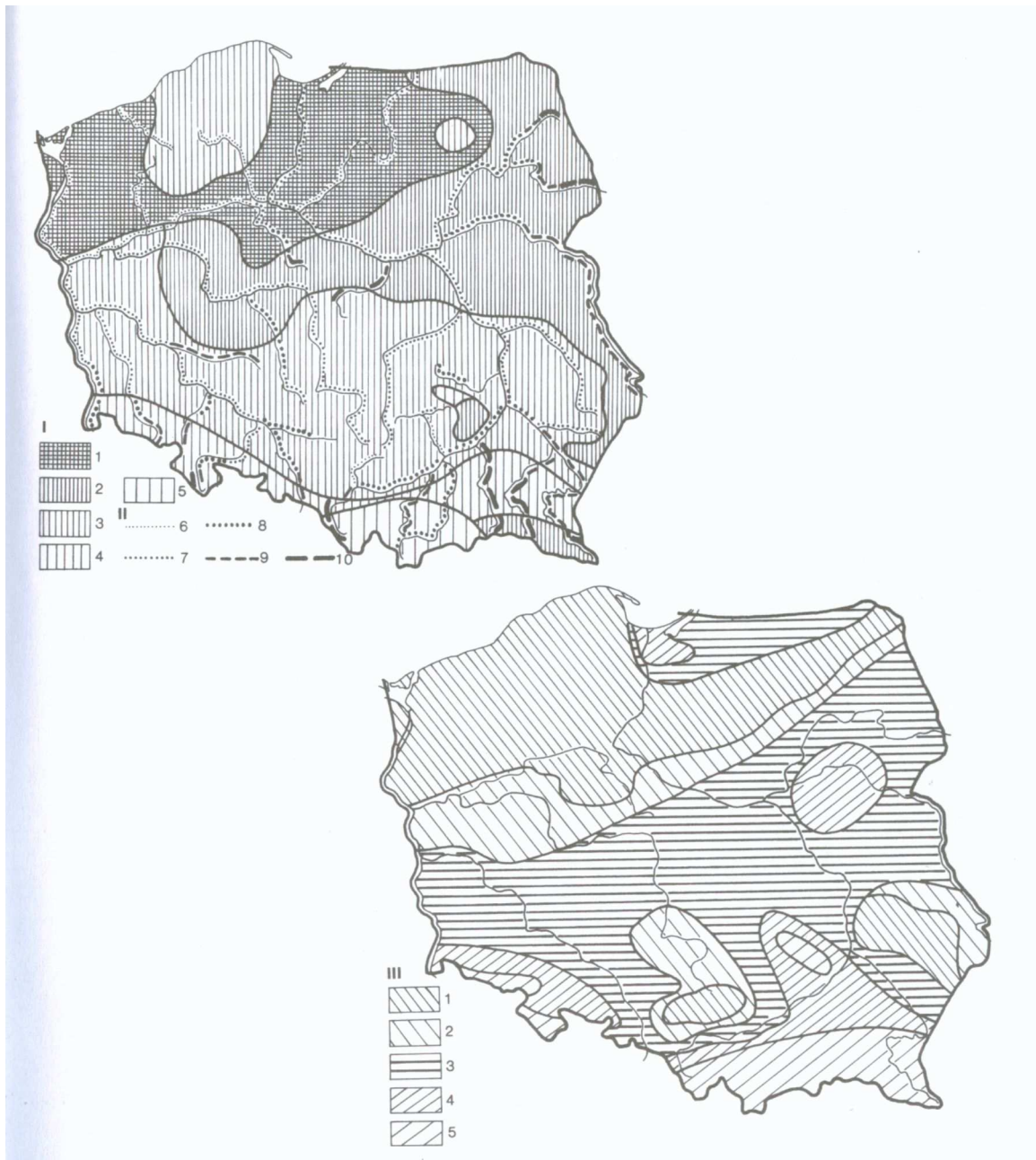
Generalnie w Polsce zasilanie podziemne średnio stanowi ok. 55% zasilania całkowitego (60% na Pojezierzu Pomorskim, poniżej 40% w Karpatach - ze względu na znaczne spadki terenu, słabą wodonośność podłoża fliszowego i nieregularne zasilanie opadem).

3. Reżim odpływu rzecznego

Natężenie odpływu (przepływu) rzecznego zmienia się w ciągu roku na skutek zmian intensywności zasilania wodami opadowymi i wodami z topnienia pokrywy śnieżnej, a także zdolności retencjonowania wody zarówno na powierzchni jak i pod ziemią.

Zróżnicowanie przepływów średnich dobowych (rys. 2)

Rzeki karpackie charakteryzują się bardzo silnie zróżnicowanymi przepływami średnimi dobowymi. Wezbrania są gwałtowne i trwają stosunkowo krótko. Występują głównie latem na skutek intensywnych opadów, z których woda szybko spływa po stromych zboczach słabo przepuszczalnego podłoża.



Rys. 2. Reżim odpływu rzecznego (oprac. I Dynowska):

I. Typy reżimów rzecznych:

- 1 – niwalny słabo wykształcony (średni odpływ miesiąca wiosennego nie przekracza 130% średniego odpływu rocznego);
- 2 – niwalny silnie wykształcony (średni odpływ miesiąca wiosennego nie przekracza 180% średniego odpływu rocznego),
- 3 – niwalny średnio wykształcony (średni odpływ miesiąca wiosennego nie przekracza 130% - 180% średniego odpływu rocznego),
- 4 – niwalno – pluwialny (średni odpływ miesiąca wiosennego nie przekracza 130% - 180% średniego odpływu rocznego a odpływ miesiąca letniego jest wysoki i równy co najmniej średniemu odpływowi miesiąca wiosennego),

- 5** – pluwiaino – niwalny (średni odpływ miesiąca letniego jest wyższy od średniego odpływu miesiąca wiosennego i wynosi 130% - 180% średniego odpływu rocznego).
- II. Zmienność przepływów dobowych: **6** – $C_v < 0.5$, **7** – $0.5 < C_v < 1.0$,
8 - $1.0 < C_v < 1.5$, **9** – $1.5 < C_v < 2.0$, **10** – $C_v > 2.0$ (C_v – stosunek odchylenia decylogowego do mediany)
- III. Udział zasilania podziemnego i powierzchniowego w odpływie całkowitym:
- 1** – znaczna przewaga (powyżej 65%) zasilania podziemnego,
 - 2** – słaba przewaga (od 55% do 65%) zasilania podziemnego,
 - 3** – równowaga obu typów zasilania,
 - 4** – słaba przewaga (od 55% do 65%) zasilania powierzchniowego,
 - 5** – znaczna przewaga (powyżej 65%) zasilania powierzchniowego.

Rzeki sudeckie charakteryzują się mniejszą zmiennością przepływów z powodu większej częstotliwości opadów niż w Karpatach.

Rzeki wyżynne charakteryzują się stosunkowo wyrównanymi przepływami, co wynika z dużej zdolności retencyjnej podłoża, zbudowanego ze skał węglanowych.

Rzeki nizinne mają też wyrównane przepływy głównie za sprawą spowolnionego odpływu ze względu na mały spadek podłużny.

Rzeki pojezierzy charakteryzują się bardzo wyrównanymi przepływami dobowymi, co jest skutkiem małego natężenia występujących w tych regionach opadów i nietrwałości pokrywy śnieżnej.

Przepływy ekstremalne

Miarą nieregularności przepływów jest stosunek przepływu maksymalnego do minimalnego w danym przekroju rzeki. Wartości tego wskaźnika dla wybranych rzek geograficznych krain Polski zestawiono w tabeli 1. Największym zróżnicowaniem przepływów ekstremalnych odznaczają się rzeki karpackie, mniejszą rzeki wyżyn i nizin, a zdecydowanie najmniejszą rzeki Pojezierza Pomorskiego.

Wezbrania

Ze względu na genezę wezbrania dzieli się na roztopowe i opadowe. Zasięg i okres występowania obu typów wezbrań w Polsce zobrazowano na rys. 3

Wezbrania roztopowe

Wezbrania roztopowe występują najwcześniej (luty, marzec) w zachodniej i środkowej części kraju, na nizinach i w kotlinach. Mają tam intensywny charakter, bo ocieplenie obejmuje jednocześnie dość duży obszar a w konsekwencji duża ilość wody dostaje się do rzek.

W górach wezbrania roztopowe są mniej intensywne. Co prawda ilość śniegu jest duża ale topnieje on stopniowo: im teren położony jest wyżej tym później (w Tatrach nawet dopiero w maju). Rozłożeniu zasilania rzek w terenach górskich w czasie sprzyja także retencja lasów. W półroczu zimowym występują w Polsce także wezbrania (powodzie) zatorowe. Przyczyna ich nie jest zwiększone zasilanie wodą tylko utrudniony odpływ wód roztopowych.

Tab. 1. Nieregularność przepływów rzek Polski

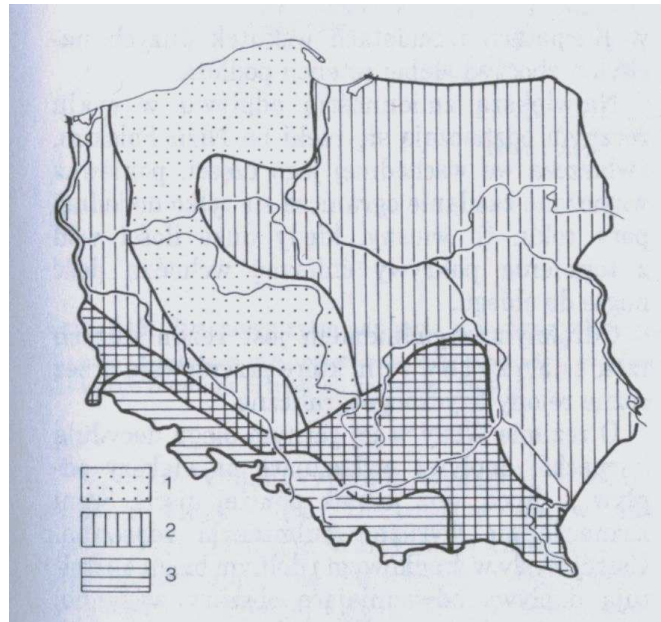
Rzeka	Posterunek	Powierzchnia zlewni (km ²)	Przepływ (m ³ /s)		Nieregularność przepływów (Q_{\max}/Q_{\min})
			maksymalny (Q_{\max})	minimalny (Q_{\min})	
Sudety					
Kwisa	Nowogrodziec	736	192	0,80	240
Strzegomka	Łazany	356	89,5	0,20	448
Bystrzyca	Krasków	683	192	0,17	1129
Ścinawka	Gorzuchów	511	252	0,74	340
Karpaty					
Soła	Oświęcim	1386	1300	0,83	1566
Skawa	Wadowice	836	935	1,16	806
Raba	Proszówki	1470	1390	1,85	751
Ropa	Kłęczany	483	275	0,20	1375
Wisłoka	Żółków	581	346	0,10	346
Jasiołka	Jedlicze	346	178	0,06	2967
Ośława	Zagórz	505	439	0,17	2582
San	Lesko	1614	900	0,44	2045
Wyżyny (węglanowe)					
Warta	Bobry	1800	116	2,75	42
Bystrzyca	Sobianowice	1265	93,6	0,70	134
Wieprz	Krasnystaw	3001	300	3,49	86
Wyżyna Kielecko-Sandomierska					
Czarna Nida	Tokarnia	1216	230	1,28	180
Koprzywnianka	Koprzywnica	502	92,5	0,28	330
Opatówka	Dwikozy	256	70,4	0,14	503
Niziny					
Mała Panew	Staniszczce Wielkie	1107	142	1,59	89
Mogilnica	Konojad	663	18,4	0,06	307
Lutynia	Raszewy	534	15,7	0,11	143
Bzura	Sochaczew	6281	480	2,80	171
Rawka	Kęszyce	1191	101	1,46	69
Utrata	Krubice	715	80,1	0,18	445
Wkra	Cieksyn	4879	294	2,00	147
Orzyc	Krasnosielec	1268	87,0	0,50	174
Kostrzyń	Jagodne	577	78,7	0,23	342
Liwiec	Łochów	2466	262	1,37	191
Pojezierza Pomorskie i Mazurskie					
Drawa	Drawsko Pomorskie	609	18,8	0,38	49
Gwda	Ptusza	2052	50,0	2,97	17
Słupia	Słupsk	1450	44,2	4,82	9,2
Brda	Tuchola	2462	42,2	7,64	5,5
Wda	Czarna Woda	940	17,2	1,85	9,3
Wierzyca	Brody Pomorskie	1544	36,1	2,51	14,4
Łyna	Sępól	3647	172	4,60	37
Guber	Prosna	1568	145	0,40	362

Wezbrania opadowe

Wezbrania spowodowane deszczami rozlewnymi narastają stosunkowo powoli i obejmują zwykle duży obszar. Wezbrania spowodowane deszczami nawalnymi mają zwykle gwałtowny przebieg ale obejmują niewielki obszar.

Nizówki

Nizówki rzadko występują wiosną. Najczęściej zdarzają się latem i w jesieni ze względu na słabe zasilanie rzek w tym okresie. Nizówki zimowe występują jedynie w Sudetach wschodnich, w części Karpat i na Wyżynie Lubelskiej. Przyczyną niszówek zimowych jest zablokowanie dużej ilości wody w pokrywie śnieżnej i niskie zasilanie rzek.



Rys. 3. Okresy występowania wezbrań w Polsce (wg. Biernata):

- 1 – roztopowe w lutym i marcu,
- 2 – roztopowe w marcu i kwietniu,
- 3 – opadowe w maju, czerwcu, lipcu i sierpniu.

Zmienność odpływu w kolejnych miesiącach roku w Polsce przedstawia rys. 4.

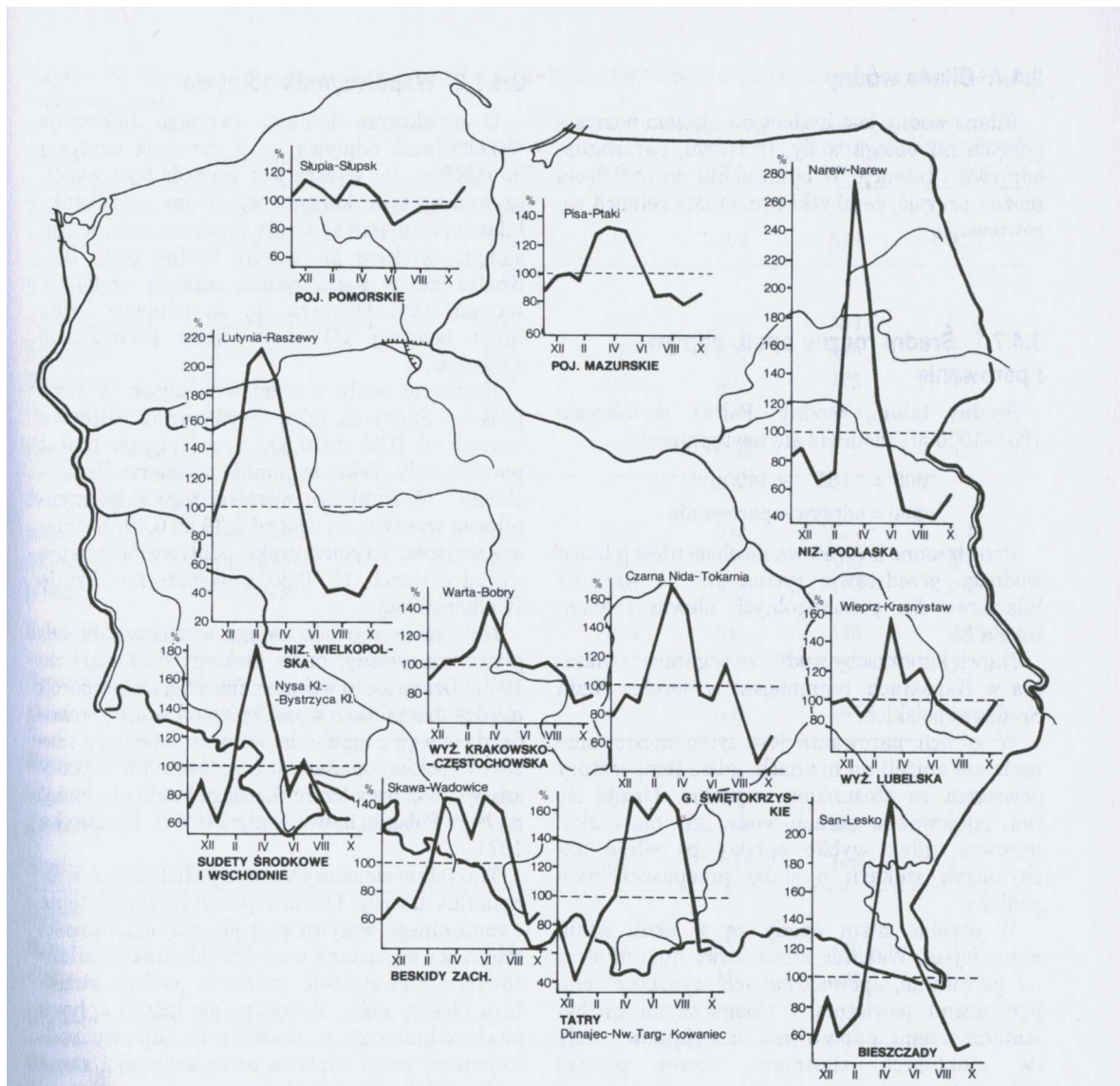
Najmniejszą zmiennością odpływu w ciągu roku charakteryzują się rzeki pojezierzy, co związane jest ze stosunkowo równomiernie rozłożonymi opadami i retencja jezior. Małą zmiennością charakteryzują się także rzeki na Wyżynie Krakowsko – Częstochowskiej w związku z retencją skał węglanowych.

Dużą zmiennością charakteryzują się rzeki w Karpatach i Sudetach. Przyczyną jest słaba retencja podłoża i znaczne nachylenia zboczy. Największą zmiennością odpływu w cyklu rocznym odznaczają się rzeki na Nizinie Polskiej, gdzie wzmożone zasilanie występuje tylko na wiosnę, kiedy to znaczne ilości wody z topniejącego śniegu zasilają rzeki w sposób gwałtowny.

Duże rzeki tranzytowe (Wisła i Odra) przepływają przez różne krainy geograficzne i charakteryzują się zmiennym reżimem.

Wisła w górnym biegu ma reżim, o którym decydują jej karpackie dopływy, których największy odpływ występuje w lipcu. Poniżej ujścia Sanu dominuje kulminacja wiosenna. Ta dominacja nasila się wraz z biegiem Wisły w kierunku jej ujścia.

Odra wykazuje mniejszą zmienność reżimu. Aż do ujścia Warty na reżim Odry wpływają jej dopływy sudeckie, odznaczające się największym odpływem w kwietniu. Poniżej Warty równorzędne wezbrania występują w marcu (ze względu na reżim Warty) i kwietniu.



Rys. 4. Sezonowa zmienność odpływu rzek polskich

LITERATURA

- Klimaszewski M., *GEOMORFOLOGIA*, PWN, W-wa 1981
 Strakel L. (red), *Geografia Polski, środowisko przyrodnicze*, PWN, 1999