

**UNIwersytet MIKOŁAJA KOPERNIKA
W TORUNIU**

WYDZIAŁ BIOLOGII I NAUK O ZIEMI

Margerita Cieniawa

**„Zarys monografii geograficznej
dorzecza rzeki Liwy”**

Praca magisterska
napisana w zakładzie hydrologii
pod kierunkiem:
Prof. dr hab.
Z. Churski

TORUŃ 2004

Spis treści

Wstęp	3
Cel i metody pracy	3
Rozdział I	5
Warunki geograficzne dorzecza rzeki Liwy	5
1.1. Polożenie, obszar i warunki naturalne	5
Rozdział II	11
Charakterystyka klimatu	11
2.1. Wstępny zarys.....	11
2.2. Temperatura powietrza	11
2.3. Ciśnienie atmosferyczne	12
2.4. Wiatr	13
2.5. Opady atmosferyczne	14
2.6. Zachmurzenie.....	15
2.7. Wnioski końcowe	16
Rozdział III	17
Geologia obszaru	17
3.1. Stratygrafia utworów „preglacialnych”	17
Rozdział IV	23
Zarys geomorfologii obszaru dorzecza rzeki Liwy	23
4.1. Utwory glacialne dorzecza rzeki Liwy	23
4.2. Utwory postglacialne dorzecza rzeki Liwy.....	24
Rozdział V	29
Zarys hydrologii i hydrografii rzeki Liwy i jej dopływów	29
5.1. Obszar i granice zlewni.....	29
5.2. Źródła.....	31
5.3. Sieć rzeczna	33
5.4. Jeziora	46
5.5. Obszary bagienne.....	48
Rozdział VI	51
Profil podłużny rzeki Liwy	51
6.1. System GPS i jego zastosowanie w badaniach terenowych	51
6.2. Szczegółowy profil podłużny rzeki Liwy	53
Rozdział VII	56
Reżim hydrologiczny	56
7.1. Dynamika wód powierzchniowych	56
7.2. Miesięczne wahania stanów wody i przepływów	58
7.3. Roczne stany wody i przepływy	60
7.4. Charakterystyczne stany wody i strefy stanów.....	63
7.5. Dzienne stany wody i opady.....	64
7.6. Częstość i czas trwania charakterystycznych stanów wody	72
Rozdział VIII	78
Człowiek a środowisko geograficzne rzeki Liwy i jej dorzecza	78
8.1. Wykorzystanie zasobów wodnych rzeki przez człowieka na przestrzeni wieków.....	78
Zakończenie	92
Bibliografia	94
Spis ilustracji	97

Wstęp

Cel i metody pracy

Temat niniejszej pracy wynika z kilkuletniej fascynacji określonym zakątkiem Polski, którego poznanie wynikało w dużej mierze z mojej pasji jaką jest turystyka kajakowa. Są miejsca, do których chce się wracać, których dogłębne poznanie staje się celem i pasją. Niejednokrotnie będąc nad Liwą zadawałam sobie wiele pytań dotyczących zagadnień związanych z rzeką i otaczającym ją terenem, na które nie znałam odpowiedzi. Dociekliwość w tej kwestii skłoniła mnie do stworzenia pewnego kompendium wiedzy geograficznej, dotyczącej rzeki Liwy, w formie pracy magisterskiej. W rozumieniu sensu stricto geografii jako nauki opisującej Ziemię, przyjętym przeze mnie kryterium, charakteryzującym zarys monografii, była hydrologiczna definicja dorzecza. Niejako zawiera ona w sobie rzekę jako ciek wodny wraz z dopływami, jeziorami, bagnami i całą konsekwencją wynikających z tego faktu zjawisk hydrograficznych i fizycznych, dotyczących złożonego układu hydrologicznego. Z definicji wynika ponadto sam obszar dorzecza w rozumieniu określonego terenu z całym uwarunkowaniem takim jak: geologia, geomorfologia, historia. W niniejszej pracy starałam się w znacznym stopniu korzystać ze źródeł historycznych, gdyż moim zdaniem pomimo, że praca dotyczy monografii geograficznej, nawiązanie do historii wydało mi się ze wszech miar potrzebne. Rozpatrywanie pewnego obszaru bez nawiązania do śladów, jakie człowiek pozostawił przez stulecia, nie byłaby w pełni adekwatne. Jednakże podstawowym założeniem pracy było, obok zagadnień geograficznych, ukierunkowanie na zagadnienia dotyczące hydrologii omawianej rzeki i obszaru, po którym płynie. Podczas pracy terenowej, polegającej na ustaleniu obszaru dorzecza oraz zidentyfikowania miejsc charakterystycznych i cieków w dorzeczu (np. niektóre dopływy

lub miejsca po dawnych budowlach typu młyny), korzystałam z przedwojennych niemieckich map typu *Messtischblatt* oraz z urządzenia pozwalającego odczytać współrzędne geograficzne danego miejsca – czyli odbiornika GPS podłączonego do przenośnego komputera typu PDA (Personal Digital Assistant). Zestaw: PDA + odbiornik GPS pozwala weryfikować na bieżąco – w terenie – dane i współrzędne, a to dzięki zapisanym w pamięci PDA mapom. Zarys metody przedstawiam w rozdziale VI. Niejednokrotnie w terenie, dzięki niezwyklej dokładności map niemieckich i wspomaganii GPS, udało mi się dotrzeć do miejsc nieznanych i nieopisanych na współczesnych mapach.

W kolejnych rozdziałach staram się w zarysie przedstawić zagadnienia związane z klimatem, geologią, geomorfologią i hydrologią obszaru, dodatkowo starałam się również ująć działania antropogeniczne jakie zmieniały środowisko geograficzne dorzecza.

Niejako największą satysfakcję w trakcie pisania pracy dało mi działanie w terenie, którego efektem są dziesiątki zdjęć. Tylko niewielką ich część przedstawiam na stronach niniejszej pracy.

Rozdział I

Warunki geograficzne dorzecza rzeki Liwy

1.1. Położenie, obszar i warunki naturalne

Liwa to niewielka rzeka, płynąca poprzez Pojezierze Iławskie i w Dolinie Dolnej Wisły, a raczej w jej części zwanej Kwidzyńską Doliną Wisły. Rozpoczyna swój bieg z jeziora Piotrkowskiego Małego. Według niektórych opracowań za początek Liwy uważa się wysychającą strużkę płynącą na gruntach wsi Piotrkowo, która wpada do niedużego jeziora Piotrkowskiego Małego¹. W początkowym odcinku Liwa zmierza w kierunku północno-zachodnim, poprzez teren dzisiejszego powiatu iławskiego, zbierając po drodze wody z kilku położonych wśród lasów jezior i przepływając przez jeziora Piotrkowskie i Januszewskie. Liwa odwadnia zachodni obszar Pojezierza Mazurskiego, czyli Pojezierze Iławskie, okolice Susza, Prabut i Kwidzyna – płynąc wysoczyzną oraz płynąc niziną – Doliną Dolnej Wisły.

W górnym biegu rzeka nie tworzy typowej doliny, wykorzystuje jedynie wytopiska, pomiędzy którymi wcina się w wysoczyznę stosunkowo głęboko i powoduje powstanie niewielkich odcinków przełomowych.

Właściwa dolina zaczyna się dopiero od Jeziora Zamkowego (Liwieniec) i ciągnie się do doliny Wisły. Rzeka posiada tu duży spadek powodujący znaczną erozję, wynikiem czego jest silne wcinanie się jej w wysoczyznę. Towarzyszą tu rzece liczne terasy, silnie już zniszczone przez erozję, denudację, i działalność człowieka.

Powyżej drogi z miejscowości Januszewo do Siemian Liwa płynie w kierunku północnym, zmieniając kierunek na zachodni na terenach

¹ *Studium generalne potrzeb melioracji użytków zielonych związanych z regulacją rzeki Liwy na odcinku od źródeł do miasta Kwidzyna* – materiały będące w posiadaniu Wojewódzkiego Zarządu Melioracji. Rejon Kwidzyn.

rezerwatu jeziora Gaudy². Tworzy tu wąską dolinę o charakterze wąwozu. Jedynie powyżej jazu w Gostyczynie zmienia charakter na szerokie rozlewisko, do którego uchodzi kanał łączący Liwę z jeziorem Kawki.

Poniżej jeziora Gaudy rzeka utrzymuje charakter częściowo uregulowany, aby po minięciu Bagien Karolewskich powrócić do naturalnego stanu.

Tutaj już Liwa płynie przez tereny powiatu Kwidzyn. Granica pomiędzy powiatami Kwidzyn i Iława znajduje się dokładnie w miejscu, w którym Liwa po raz pierwszy przecina drogę Susz – Prabuty. Do samego jeziora Dzierżoń płynie w wąskiej dolinie o szerokości 100-300 m. Od wypływu z Jez. Dzierżoń do jeziora – rezerwatu Liwieniec, rzeka kieruje się na południe, zmieniając kierunek na zachodni powyżej jeziora Liwieniec. Opracowania z lat osiemdziesiątych zwracają uwagę na lokalnie wykonane prace regulacyjne, między innymi w rejonie miejscowości Licze.³ Od jeziora Liwieniec dolina Liwy jest bardzo zróżnicowana. Rzeka ostro meandruje pomiędzy licznymi wzniesieniami i trudno dostępnymi wąwozami, a spadki zwierciadła wody są bardzo duże. Dolny odcinek Liwy, zaczyna się od miejscowości Białki, na terenie Żuław Kwidzyńskich, gdzie rzeka wpływa na teren pradoliny Wisły, przepływa po rozległej i płaskiej równinie. Koryto jest tu uregulowane na całej długości, aż do samego ujścia.

W samym powiecie kwidzyńskim Liwa płynie przez gminę Prabuty, gminę Kwidzyn, gminę Sadlinki, którą zahacza opływając szerokim łukiem, miasto Kwidzyn i bardzo nieciekawym w większości uregulowanym korytem – gminę Ryjewo, aby przekroczyć granicę

² *Studium generalne potrzeb melioracji użytków zielonych związanych z regulacją rzeki Liwy. Odcinek od źródeł do miasta Kwidzyna*, mat. będące w posiadaniu Wojewódzkiego Zarządu Melioracji. Rejon Kwidzyn.

³ *ibidem*.

powiatów Kwidzyn – Malbork na rozlewiskach pod Białą Górą. Tu kończy swój bieg wpadając do rzeki Nogat.⁴

Według E. Sperskiego całkowita długość rzeki wynosi 118 km, a powierzchnia zlewni – 934 km² lub jak podają inne źródła⁵: długość rzeki – 111,4 km i powierzchnia zlewni – 990,8 km².

Powierzchnia dorzecza posiada kształt mniej więcej owalny rozciągając się na ok. 53 km z zachodu na wschód, i 39 km z północy na południe.

Tabela 1 przedstawia najbardziej wysunięte punkty obszaru dorzecza:

Tabela 1. Skrajne punkty dorzecza

NAJBARDZIEJ WYSUNIĘTY PUNKT OBSZARU	WSPÓLRZĘDNE GEOGRAFICZE	WSPÓLRZĘDNE WG WSKAZAŃ GPS	OPIS PUNKTU
NA PÓLNOC	53°54'	53°54'48,4''	ujście Liwy – śluza w Białej Górze
NA WSCHÓD	19°32'	19°32'26,7''	punkt wysokościowy 115,2 m n.p.m. na dziale wodnym ze zlewnią Jez. Jeziorak
NA POŁUDNIE	53°34'	53°35'05,8''	okolice wsi Wielki Wełcz
NA ZACHÓD	18°44'	18°44'54,8''	część wału przeciwpowodziowego Wisły we wsi Nebrowo Wielkie

Charakter rzeki Liwy i jej doliny zmienia się zależnie od terenu, po jakim ona płynie. Bardzo wyraźny jest jej podział na trzy odmienne odcinki:

⁴ E. Sperski, *Rzeka Liwa*, Jantarowe Szlaki, Nr 1, 1976.

⁵ J. Stachý (red.), *Atlas Hydrologiczny Polski*, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1987.

- pierwszy odcinek – od źródeł do wypływu z jeziora Liwieniec pod Prabutami – rzeka przepływa poprzez lekko sfalowaną równinę, będącą w głównej mierze pagórkowatą moreną denną, z miejscami występującą moreną czołową. Tu znajdują się prawie wszystkie jeziora dorzecza i przez szereg z nich Liwa przepływa. Rzeka nie wytworzyła jeszcze na tym odcinku znaczniejszej doliny i średni spadek nie jest zbyt wielki (choć miejscami przekracza 1,4‰). Rzeka ma charakter naturalny, choć w okolicach wsi Kamieniec widać wyraźne ślady po dawnej regulacji koryta. Przez pierwsze kilkanaście kilometrów rzeka płynie na terenie Parku Krajobrazowego Pojezierza Iławskiego przez piękne i stare lasy bukowe.



Ryc. 1. Liwa w okolicach wsi Fabianki (fot. autor)

- drugi odcinek – od wypływu z jeziora Liwieniec do jazu betonowego w Białkach – może zostać nazwany „przełomowym”, Liwa głęboko

wcina się w okoliczny teren, silnie meandrując. Występują tu znaczne średnie spadki miejscami do 2%. Z tego powodu, na tym odcinku rzeki, powstało wiele budowli piętrzących dawniej młynów – dziś przerobionych w większości na elektrownie wodne. Dolina rzeki miejscami rozszerza się, a większą część otoczenia tego odcinka stanowią lasy mieszane.



Ryc. 2. Liwa w okolicy Brokowa (fot. autor)

- od jazu w Białkach rzeka wkracza na teren Kwidzyńskiej Doliny Wisły, brzegi rzeki są uregulowane. W Kwidzynie Liwa przyjmuje wody kanału Palemona odwadniającego cały obszar doliny Wisły powyżej jego ujścia aż po tzw. Góry Łosiowe poniżej Grudziądza. Pierwszą znaczną regulację tego odcinka Liwy przeprowadzono w 1934 roku. W ostatnich latach prowadzono prace mające na celu pogłębienie koryta rzeki. Jest to spowodowane znacznym zmniejszeniem spadku rzeki, który na tym odcinku wynosi ok. 0,15%, co pociąga za sobą osadzanie materiału wlezonego i znaczne spływanie rzeki⁶.

⁶ *Badanie ruchu rumowiska w korycie Liwy oraz zlecenia do projektowanej regulacji*, Warszawa 1986. Materiały będące w posiadaniu Wojewódzkiego Zarządu Melioracji. Rejon Kwidzyn.



Ryc. 3. Liwa w okolicach wsi Pastwa (fot. autor)

Liwa uchodzi do Nogatu pod miejscowością Biała Góra, wśród malowniczych rozlewisk będących pozostałością dawnego układu hydrologicznego, jakim był węzeł, w którym wody Wisły dzieliły się na Leniwkę i Nogat.

Rozdział II

Charakterystyka klimatu

2.1. Wstępny zarys

Przez klimat rozumie się regularne następstwo zmian atmosferycznych występujących w danej miejscowości lub regionie geograficznym, które jest rezultatem działania zespołowego wszystkich elementów meteorologicznych oraz procesów fizycznych uwarunkowanych charakterem powierzchni ziemi i jej pokryciem. Suma tych wpływów decyduje o charakterystycznych w danym regionie lub miejscowości typach pogody i ich układzie w czasie.⁷ Aby scharakteryzować klimat dorzecza Liwy przedstawię i omówię wybrane jego elementy:

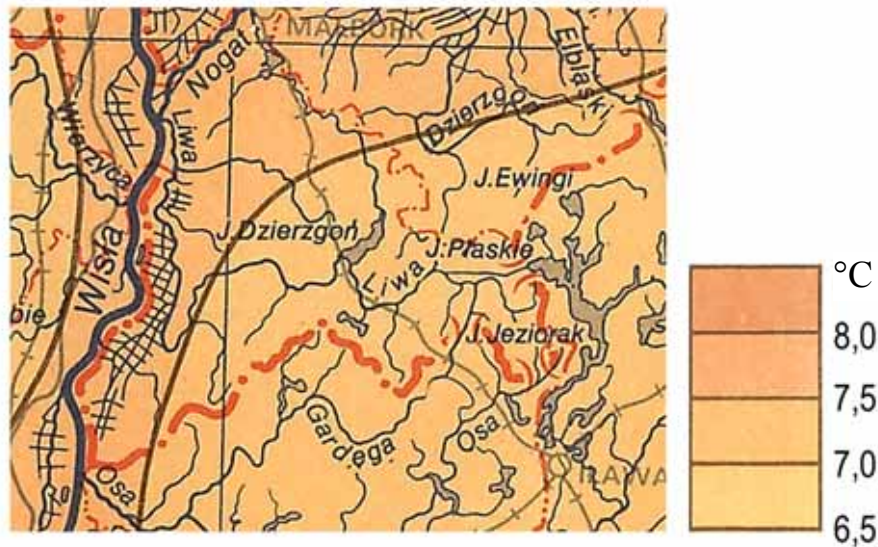
2.2. Temperatura powietrza

Średnie roczne temperatury powietrza na poziomie rzeczywistym wahają się w części wschodniej dorzecza od 6°C do 7°C, a w części zachodniej – między 7°C a 8°C. Temperatury średnie miesiąca najchłodniejszego (luty), na poziomie rzeczywistym, wahają się w części wschodniej dorzecza od -4°C do -3°C, a w zachodniej części od -3°C do -2°C. Natomiast temperatury średnie miesiąca najcieplejszego (lipiec), na poziomie rzeczywistym, we wschodniej części wahają się od 17°C do 18°C, a w zachodniej od 18°C do 19°C⁸. Z w/w danych wynika, że temperatura powietrza w dorzeczu wzrasta ze wschodu na zachód, podobnie jak na terenie całego kraju. Jednak wyraźnie granica zmiany temperatur pokrywa się z granicą morfologiczną między wysoczyzną, a Doliną dolnej Wisły. W dorzeczu Liwy można wyróżnić dwa obszary klimatyczne: w górnym biegu rzeki klimat nieco chłodniejszy zimą

⁷ A. Woś, *Klimat Polski*, wyd. PWN, Warszawa 1999.

⁸ Dane wg *Atlasu Klimatycznego Polski*, część tabelaryczna, zeszyt 2: *Temperatura powietrza*, Warszawa 1971, *Atlasy i monografie PIHM*.

i cieplejszy latem, a w dolnym biegu rzeki, na terenie Doliny Dolnej Wisły, klimat jakby łagodniejszy. Granicząca bezpośrednio z badanym obszarem Dolina Dolnej Wisły ma wyraźny wpływ na amplitudę temperatur powietrza i jednocześnie na łagodzenie klimatu. W części północno-zachodniej średnia roczna amplituda powietrza wahała się między 20° a 21°. W części południowo-wschodniej jest większa prawie o dwa stopnie i zawiera się między 21° a 22°⁹.



Ryc. 4. Średnie roczne temperatury powietrza¹⁰

2.3. Ciśnienie atmosferyczne

Rozkład i wartości ciśnienia atmosferycznego w Polsce zależą od położenia i intensywności głównych centrów działania atmosfery. Są to rozbudowany w ciągu całego roku Niż Islandzki, przejawiający swoją największą aktywność zimą i Wyż Azorski, wywierający znaczący wpływ na kształtowanie się pogody latem. Ciśnienie atmosferyczne, „uśrednione” do poziomu morza, w styczniu w dorzeczu Liwy waha się między 1012 a 1013 hPa. W lipcu średni poziom ciśnienia atmosferycznego zawiera się

⁹ Z. Kaczorowska, *Pogoda i Klimat*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1986.

¹⁰ J. Stachý (red.), *Atlas Hydrologiczny Polski*, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1987.

między 1012 a 1014 hPa¹¹. Różnice średniego ciśnienia atmosferycznego omawianego terenu są niewielkie, można więc przyjąć iż ciśnienie na omawianym terenie pokrywa się z ciśnieniem dla północnego obszaru Polski.

2.4. Wiatr

Częstość występowania określonych kierunków wiatru w dorzeczu Liwy zależy w dużym stopniu od warunków lokalnych. Dominują tu wiatry zachodnie, południowo-zachodnie a następnie południowe i północne. O ile przewaga dwóch pierwszych kierunków jest wynikiem ogólnej cyrkulacji atmosferycznej umiarkowanych szerokości geograficznych, to częstość występowania dwóch następnych kierunków jest wynikiem południkowego położenia Doliny Dolnej Wisły. Takie położenie Doliny Dolnej Wisły, a co za tym idzie również dolnego odcinka Liwy wraz z dorzeczem, sprzyja południkowej wymianie mas powietrza. Widać to wyraźnie w rocznym udziale wiatrów o kierunku południowym dla Kwidzyna – 20,5%¹² w dwudziestoleciu 1951-70. Na opisywanym terenie przeważają wiatry umiarkowane (prędkość wiatru $v = 6$ do 9 m/s) i słabe ($v < 5$ m/s), których udział w stosunku rocznym wynosi odpowiednio około 20% i około 80%. Udział wiatrów silnych i bardzo silnych ($v > 10$ m/s) jest niewielki i wynosi około 3% w stosunku rocznym¹³. Przewagę umiarkowanych wiatrów potwierdza przeciętna roczna prędkość wiatru dla Prabut w 1960r wynosząca 3,1 m/s¹⁴.

¹¹ Z. Kaczorowska, *Pogoda i Klimat*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1986.

¹² B. Augustowski (red.), *Dolina Dolnej Wisły*, Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Wydział V Nauk o Ziemi, wyd. PAN, Warszawa 1982.

¹³ ibidem

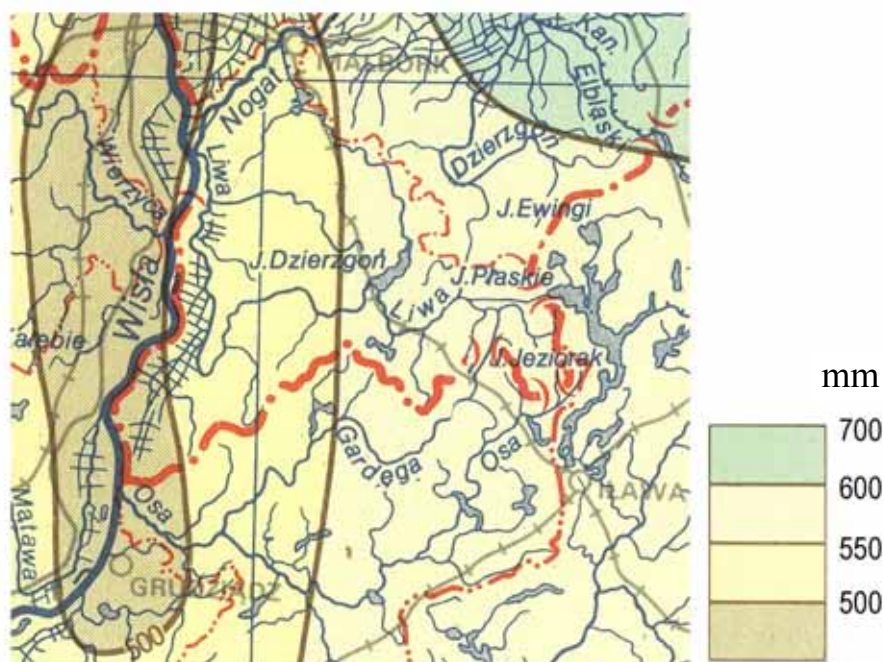
¹⁴ *Hawa z Dziejów Miasta i Powiatu*, wyd. Pojezierze, Olsztyn 1972.

2.5. Opady atmosferyczne

Dorzecze Liwy znajduje się w zasięgu morsko-kontynentalnego typu opadów atmosferycznych. Charakterystyczne dla tego typu są: mała amplituda roczna, występowanie największych opadów w lipcu lub sierpniu oraz przewaga opadów jesiennych nad wiosennymi. Na wysokość opadów na omawianym terenie największy wpływ ma orografia terenu. Wzniesienia pojezierne, czyli obszar górnej Liwy wraz z dorzeczem, notują opady nawet do 600 mm rocznie, natomiast dolna Liwa z dorzeczem w Dolinie Dolnej Wisły – między 500 a 550 mm opadu rocznie¹⁵. I tu również widać wyraźny podział Dorzecza Liwy na dwie części: zachodnią w dolinie Wisły i wschodnią – na obszarze Pojezierza Iławskiego. W ciągu roku najwięcej deszczu spada w lipcu i w sierpniu, średnio miesięcznie nawet do 90 mm. Najmniejsze opady są w marcu – około 20 mm. Liczba dni z opadami waha się od 130 do 160 w roku. Opady śniegu występują od listopada do kwietnia, a ich liczba waha się od 40 do 50 dni. Pokrywa śnieżna utrzymuje się średnio przez 50 do 70 dni w w/w okresie – w Kwidzynie sporadycznie występuje jeszcze w maju¹⁶. Pokrywa na badanym terenie nie jest trwała, co powoduje przemarzanie gruntu, które pociąga za sobą straty w rolnictwie w postaci wymarzenia ozimin.

¹⁵ J. Stachý (red.), *Atlas Hydrologiczny Polski*, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1987.

¹⁶ B. Augustowski (red.), *Dolina Dolnej Wisły*, Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Wydział V Nauk o Ziemi, wyd. PAN, Warszawa 1982.



Ryc. 5. Średnie sumy roczne opadów atmosferycznych w [mm]¹⁷

2.6. Zachmurzenie

Zachmurzenie to element ulegający dużym zmianom. Jednak jego rozkład przestrzenny jest dość monotony. Na terenie dorzecza średnie zachmurzenie waha się na poziomie 6,5 w skali 10 stopniowej, co jest również średnią dla całego kraju. Półrocze chłodne cechuje wyższe zachmurzenie – około 7,5, a półrocze ciepłe niższe – około 5. Liczba dni pogodnych w dziesięcioleciu 1951-70 dla Kwidzyna wynosi około 34, a pochmurnych aż 137¹⁸. Z rozmów z miejscową ludnością wynika interesujący wniosek, że na zachmurzenie ma wpływ dolina Wisły¹⁹, co może mieć powiązanie z prądami zbiegowymi na stosunkowo stromych krawędziach wysoczyzny schodzącej do doliny w rejonie opisywanego terenu. Sprawdzenie tego zjawiska wymaga jednak przeprowadzenia badań ukierunkowanych tylko na to zagadnienie.

¹⁷ J. Stachý (red.), *Atlas Hydrologiczny Polski*, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1987.

¹⁸ B. Augustowski (red.), *Dolina Dolnej Wisły*, Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Wydział V Nauk o Ziemi, wyd. PAN, Warszawa 1982.

¹⁹ wywiad terenowy z dnia 2003.06.25. L. Olczyk " Pani kochana tu zawsze chmury stają nad Wisłą, i ani w prawo ani w lewo nie chcą się ruszyć...."

2.7. Wnioski końcowe

Dorzecze Liwy zajmuje mały obszar, jeżeli chodzi o regionalizację klimatyczną. Trudno więc mówić o charakterystycznym klimacie tylko tego obszaru. Widać jednak wyraźnie jego podział na dwie części. Wschodnią o nieco surowszym klimacie, większych różnicach temperatur i większych opadach atmosferycznych i część zachodnią – obszar Doliny Dolnej Wisły o łagodniejszym klimacie, mniejszej amplitudzie temperatur, niższych opadach atmosferycznych i większym zachmurzeniu. Dwudzielność tego regionu potwierdzają różne podziały na regiony klimatyczne np. w regionalizacji Alojzego Wosia dorzecze Liwy położone jest w dwóch regionach część zachodnia należy do „Regionu Dolnej Wisły” (R – IV), natomiast część wschodnia dorzecza – do „Regionu Zachodniomazurskiego” (R – X)²⁰. Położenie dorzecza w umiarkowanych szerokościach geograficznych i wyraźny orograficzny podział, mogą powodować duże wahania stanów pogody i klimatu, zarówno w układzie czasowym jak i przestrzennym. Wpływ Doliny Dolnej Wisły na klimatyczne uwarunkowania opisywanego terenu jest w moim mniemaniu bezsprzeczny, jednak wymaga zbadania w osobnych publikacjach.

²⁰ A. Woś, *Regiony klimatyczne Polski w świetle częstości występowania różnych typów pogody*, wyd. IgiPZ, PAN, Warszawa 1993.

Rozdział III

Geologia obszaru

3.1. Stratygrafia utworów „preglacialnych”²¹

Obszar dorzecza rzeki Liwy położony jest w środkowej części Nizy Polskiego i stan badań dotyczący utworów przedkenozoicznych, wynika z analizy profili wiertniczych wykonywanych w okolicy, jak i w sąsiedztwie dorzecza. Na przełomie wieków powstało kilka monografii regionalnych, jednakże dotyczących w całości utworów czwartorzędowych. Na uwagę zasługują prace A. Jentzscha, dotyczące badań osadów morskich plejstocenu i fauny morskiej w okolicach Kwidzyna²², oraz jego ogólne prace dotyczące regionalnego kartowania geologicznego²³. W latach powojennych wykonano kilka odwiertów pozwalających zapoznać się z budową geologiczną, obok warstw mezozoicznych, także starszych warstw paleozoicznych, oraz poznanie poprzez badania geofizyczne głębokich struktur podłoża krystalicznego. Mapa tektoniczna Polski pokazuje, że dorzecze Liwy znajduje się w północnej części starej platformy krystalicznej, objętej fałdowaniami prebajkalskimi o gotyjskim wieku konsolidacji²⁴. Krystaliczna platforma, obejmująca obszar dorzecza, należy do jednostki strukturalnej zwanej syneklizą perybałtycką, a właściwie jej części o nazwie obniżenie kaszubsko-warمیńskie. Z punktu widzenia tektoniki część tej struktury składa się z granitowego kompleksu mazurskiego sąsiadującego od zachodu z granitowym kompleksem kaszubskim, a od południa z kompleksem dobrzyńskim.

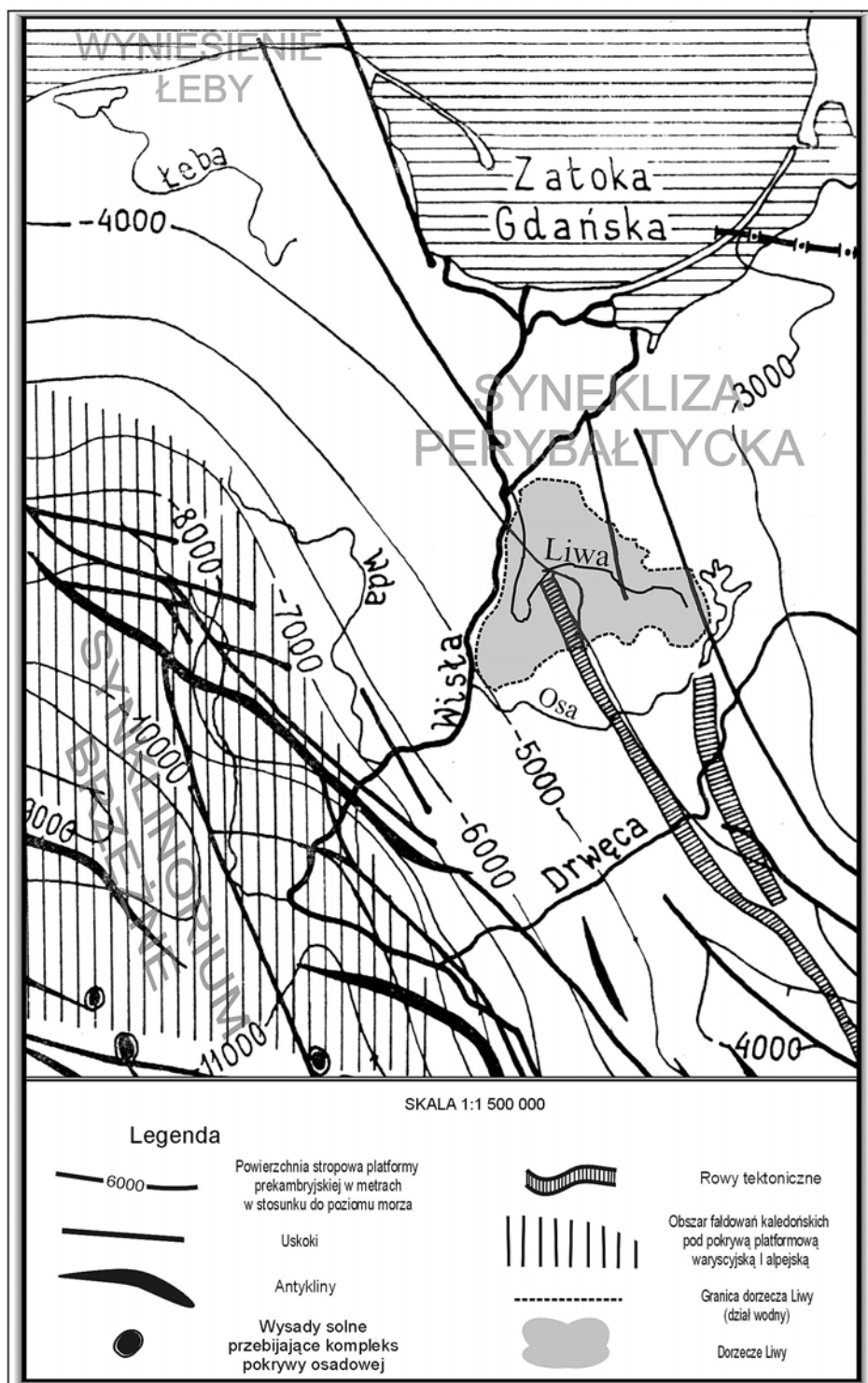
²¹ Użyte przeze mnie słowo „preglacialny” należy rozumieć jako dotyczący wszystkich utworów na omawianym obszarze, powstałych przed zlodowaczeniami. M.Cieniawa.

²² A. Jentzsch, *Die Lagerung der diluvialen Nordsee fauna bei Marienwerder*, Jb. Preuss. Geol. L.-A. Bd.3, Berlin 1882.

²³ A. Jentzsch, *Erläuterungen zur geologischen Karte*, Jb. Preuss. Geol. L.-A., Berlin 1901.

²⁴ M. Książkiewicz, J. Oberc, W. Pożaryski, *Mapa tektoniczna Polski. 1:1 500 000*, będąca załącznikiem do *Budowa geologiczna Polski*, t. IV, cz.1, Warszawa 1974.

Powierzchnię stropową tej platformy pokazuje rysunek,



Ryc. 6. Szkic tektoniczny powierzchni stropowej platformy prekambryjskiej²⁵

²⁵ B. Augustowski (red.), *Dolina Dolnej Wisły*, Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Wydział V Nauk o Ziemi, wyd. PAN, Warszawa 1982.

Na, którym widać, że opada ona ku południowemu zachodowi. Cały obszar platformy pokryty jest skałami osadowymi. Sfałdowana w epoce kaledońskiej pokrywa dolnopaleozoiczna, jak można domniemywać poprzez porównanie z sąsiednimi obszarami, składa się ze skał osadowych kambryjskich, sylurskich i ordowickich. Pokrywa ta jest ścięta erozyjnie i na jej powierzchni leżą osady permu. Prawdopodobnie osady dewonu i karbonu na omawianym obszarze nie występują. Perm, rozpoczynający profil permo-mezozoicznej pokrywy osadowej, jest reprezentowany przez skały osadowe i chemiczne takie jak: ewaporaty (cyklotemy werra, stassfurt, leine, aller), oraz wapienie, dolomity, anhydryty, sole kamienne i potasowo-magnezowe, oraz w mniejszym stopniu przez zlepieńce, piaskowce i iłowce. W tym to okresie na obszarze Polski panował suchy i gorący klimat, w którym wystąpiło silne wietrzenie skał starszych znajdujących się na powierzchni i pustynna sedymentacja osadów. Po czym nastąpiła transgresja morska, spowodowana zapadaniem się kontynentu Europy Środkowej, co przy gorącym klimacie spowodowało znaczne parowanie i wytrącanie się osadów chemicznych²⁶. Miąższość osadów permu na terenie dorzecza Liwy szacunkowo kształtuje się od około 400 metrów w okolicach ujścia pod Białą Górą (północna część dorzecza), wzrastając ku południowi do około 700 metrów w okolicy Wełcza (południowa część dorzecza). W profilu mezozoicznym jako pierwsze występują osady triasowe występujące w facji epikontynentalnej, reprezentowane przez bardzo zróżnicowane skały piaskowca pstrego, takie jak ily, mułowce, piaskowce, zlepieńce, margle, dolomity i wapienie oraz skały węglanowe i klastyczne z gipsami wapienia muszlowego. Miąższość osadów triasowych podobnie jak osadów permskich zwiększa się ku południu, orientacyjnie osiągając na omawianym obszarze

²⁶ J. Moniak, (red.), *Studium geograficzno-przyrodnicze i ekonomiczne województwa gdańskiego*, Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Wydział III Nauk Matematyczno-Przyrodniczych, Zakład im. Ossolińskich, Gdańsk 1974.

od 900 metrów do około 1300 metrów. Następnie występuje kompleks osadów jury o podobnej miąższości. W spągu kompleksu jurajskiego są to klastyczne utwory lądowe, takie jak piaskowce i mułowce z wkładkami wapieni i zlepieńców, które świadczą o wystąpieniu krótkich transgresji morskich. Jurę środkową reprezentują osady morskie, takie jak ciemne mułowce ilaste z wkładkami wapieni oraz szarozielone piaskowce. Brak osadów jury górnej wskazuje na występowanie na omawianym obszarze erozji spowodowanej wynurzeniem się lądu²⁷. Osady kredowe występują na całym terenie dorzecza, przy czym granica występowania kredy dolnej pokrywa się mniej więcej z północną granicą dorzecza rzeki Liwy, co świadczy o wspomnianej powyżej regresji morskiej na przełomie jury i kredy. Osady kredy dolnej reprezentowane są głównie przez skały klastyczne i lokalnie przez wapienie oolitowe. Kreda górna o uśrednionej miąższości około 500 metrów występuje w postaci skał węglanowych, piaskowców i piasków glaukonitowych przykrytymi na całym obszarze przez opoki, margle i gezy. Pod koniec okresu kredowego następuje kolejna regresja morska i morze ustępuje z terenów północnej Polski. Powierzchnia podkenozoiczna kredy górnej jest miejscami skrasowiała, wykazując nieckowate obniżenie w rejonie Dolnego Powiśla, a więc w zachodniej części omawianego dorzecza Liwy. Strop powierzchni kredowej zalega w rejonie Kwidzyna na głębokości 86 metrów p.p.m.

W rejonie Kwidzyna od czasów przedwojennych warstwy osadów kredy górnej wykorzystywane są jako stosunkowo zasobne złoża wodonośne. Badania tektoniki dotyczące omawianego terenu wskazują, iż pomimo tego, że na tym terenie nie odzwierciedliły się żadne ruchy górotwórcze, można przypuszczać, że osady mezozoiczne porozcinane są uskokami o niewielkich amplitudach zrzutu.

²⁷ ibidem, s. 21.

Cała powierzchnia podkenozoiczna opada łagodnie w kierunku południowym. Kenozoik na omawianym obszarze dorzecza w większości reprezentowany jest przez osady lądowe. Jedynie w niektórych poziomach stratygraficznych pojawiają się cienkie osady morskie powstałe w paleocenie, oligocenie i interglacjale eemskim. Trzeciorzęd obszaru dorzecza występuje w postaci skał osadowych paleogenu i neogenu. Profil kenozoiczny rozpoczynają osady paleocenu. Mniej więcej pokrywają się one z obszarem dorzecza, należącym do Doliny Dolnej Wisły. Według A. Makowskiej osiągają one 73 metry miąższości w rejonie Tychnów, czyli w północno – zachodniej części dorzecza. Inne profile pokazują, że osadów jest znacznie mniej. Jest to związane z procesem czwartorzędowej erozji i egzaracji.

Wiele informacji uzyskano dzięki badaniom mikropaleontologicznym materiału uzyskanego z odwiertów na północ od Kwidzyna, w rejonie Tychnów i Brachlewa. Profil paleocenu w Tychnowach rozpoczynają piaski różnoziarniste, glaukonitowe, z fauną małżów, zawierające pokład piaskowca kwarcytowego z fauną i glaukonitem. Powyżej piasków leżą margle z glaukonitem i wkładkami piaskowców i piasków glaukonitowych. E. Gawor-Biedowa z Instytutu Geologicznego, badając skład otwornic w utworach paleoceńskich w rejonie Wełcza, czyli najbardziej na południe wysuniętej części dorzecza Liwy, sprecyzowała przynależność osadów w tym miejscu do wieku montu. Profil stratygraficzny paleogenu górnego zamykają osady oligoceńskie, należące do osadów morskich o uśrednionej miąższości ok. 35 m, przy czym miąższość wyraźnie rośnie w kierunku południowym. Akumulacja osadów płytkiego morza w oligocenie środkowym zakończyła na omawianym obszarze akumulację morską w trzeciorzędzie. Osady morskie były niszczone w górnym oligocenie, który był już okresem lądowym.

W neogenie, kolejna akumulacja, ale już w facji lądowej, rozpoczęła się w miocenie. Osady neogenu występują na znacznym obszarze dorzecza Liwy i są reprezentowane zarówno przez miocen jak i pliocen. Miocieńskie osady facji lądowo – jeziornej, tworzące serię burowęglową, ze względu na znaczne rozproszenie w nich pyłu węgla brunatnego. Profil trzeciorzędu wieńczą ropy oraz mułki szare pliocenu, będące śladem wielkiego płytkiego jeziorzyska wypełnianego się powoli osadami drobnofrakcyjnymi. Przełom okresów trzeciorzędu i czwartorzędu zapisał się na omawianym obszarze jako czas, w którym procesy erozji i denudacji, przy niewielkiej akumulacji rzecznej, w znacznym stopniu ukształtowały powierzchnię podłoża plejstocenu, poddaną następnie jeszcze egzaracji lodowcowej podczas kolejnych zlodowaceń. Początek czwartorzędu, tzw. plejstocenu przedlodowcowego, nie pozostawił po sobie rozpoznanych osadów, co wynika z działania czynników subaeralnych na tym terenie przez okres ok. 1 mln lat. Powierzchnia powstała w tym czasie determinuje do dziś ukształtowanie omawianego terenu, o czym szerzej będzie mowa w następnym rozdziale.

Rozdział IV

Zarys geomorfologii obszaru dorzecza rzeki Liwy

4.1. Utwory glacialne dorzecza rzeki Liwy

Dorzecze Liwy obejmuje północno-zachodni obszar Pojezierza Mazurskiego, którego dzisiejszą rzeźbę kształtowały kolejne zlodowacenia oraz niewielkie postglacialne ruchy tektoniczne. Jednak głównym czynnikiem była istniejąca wcześniej niecka Wisły. Liwa odwadnia zachodni obszar Pojezierza Mazurskiego okolice Susza, Prabut i Kwidzyna, płynąc wysoczyzną morenową, która ma charakter falistej moreny dennej, zbudowanej z nie zwiertzałej jeszcze gliny morenowej o wysokości 95-115 m n.p.m. do 130-140 m n.p.m. Ku krawędziom wysokości bezwzględne maleją do 80 m pod Kwidzynem i do 40 m pod Malborkiem. Pod Morągiem morena denna osiąga wysokości 150-160 m n.p.m. i stanowi już przejście do potężnie rozwiniętych moren czołowych.

Powierzchnię moreny dennej urozmaicają bogato formy:

- wklęsłe czyli:
 - głębokie jeziora rynnowe np. Jez. Dzierzgoń, Bądze, Orkusz
 - stosunkowo płytkie jeziora o charakterze wytopiskowym np. Sowica, Liwieniec.
 - inne drobniejsze jeziora bezodpływowe, np. jezioro koło Rakowca
 - drobne depresje występujące obficie zwłaszcza na sandrach, często zabagnione i zatorfione.
 - rynny wytopiskowe częściowo zabagnione np. rynna w okolicy Jurandowa (Solajn).

- formy wypukłe czyli:
 - moreny czołowe, bardzo wyraźny układ pasowy od Gardei do Prabut,
 - pojedyncze izolowane wzgórza w okolicy Susza,
 - oraz sandry które są formami wciętymi w morenę denną o powierzchni urozmaiconej rynnami i głębokimi, drobnymi wytopiskami jak sandr dzierzgoński.
 - wzgórza kemowe np. w okolicy kwidzyna w miejscowości Dankowo.

4.2. Utwory postglacjalne dorzecza rzeki Liwy

W górnym biegu rzeka nie tworzy typowej doliny. Wykorzystuje jedynie wytopiska, pomiędzy którymi wcina się w wysoczyznę stosunkowo głęboko i powoduje powstanie niewielkich odcinków przełomowych o charakterze erozyjnym.

Właściwa dolina zaczyna się dopiero od Jeziora Liwieniec (Zamkowego) i ciągnie się do Doliny Wisły w miejscowości Białki. Rzeka posiada tu duży spadek powodujący znaczną erozję, wynikiem czego jest silne wcinanie się jej w wysoczyznę. Towarzyszą tu rzece liczne terasy silnie już zniszczone przez erozję, denudację, i działalność człowieka. Płynąc natomiast niziną, Liwa odwadnia dolinę Wisły. Na terenie doliny występują wydmy o znacznym stopniu degradacji, oraz starorzecza dawnego systemu wiślanego.

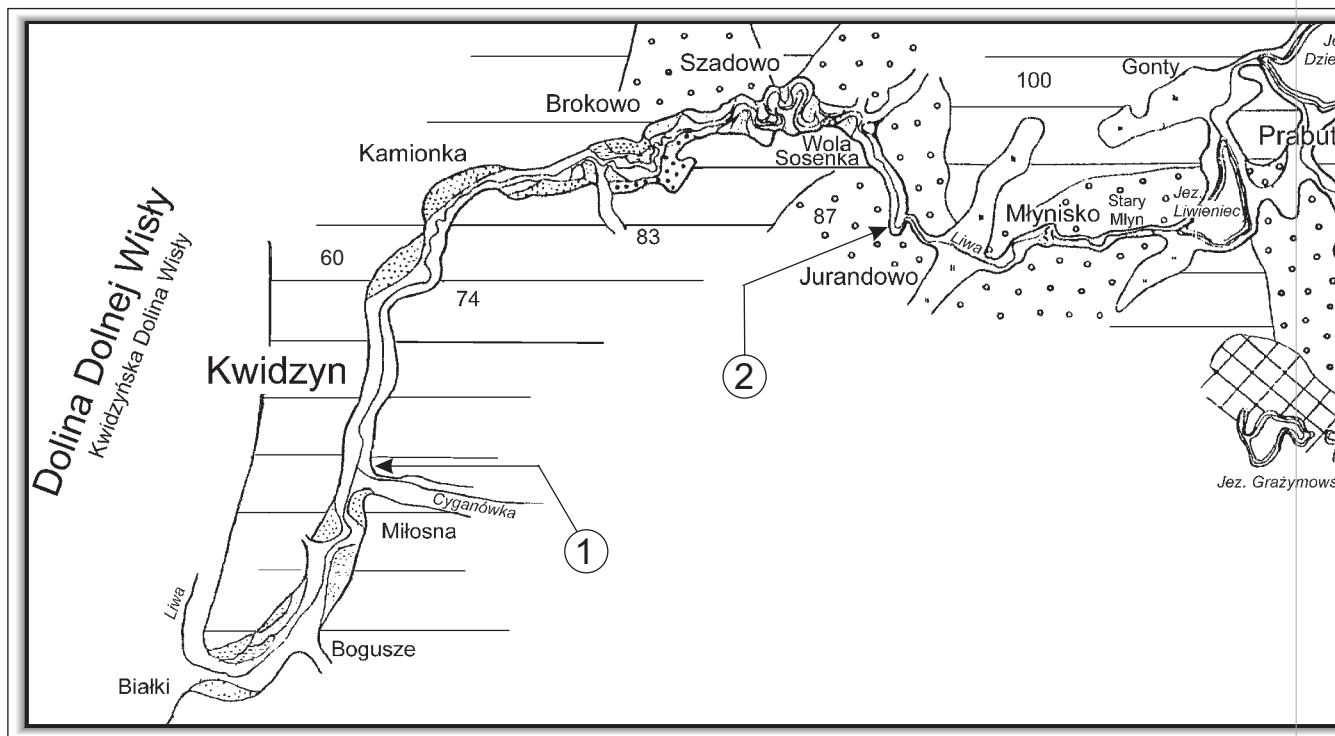
Obszar dorzecza Liwy charakteryzuje się zmiennością stosunków geologicznych i morfologicznych. Według I. Ceynowej, od góry często leżą piaski fluwioglacjalne, niżej pierwsza glina morenowa (I), pod nią

fluwiogłaciał bądź ily i znów cienka warstwa drugiej gliny morenowej (II), czasami rozmytej, z której pozostał tylko bruk morenowy²⁸.

W ujściowym odcinku Liwy występuje, w profilu zbocza, ił warwowy, który świadczy o istnieniu wielkiego zastoiska. Jego osady zostały przykryte przez młodsze utwory lodowcowe: glinę morenową i piaski fluwiogłacialne.

Inaczej kształtuje się profil w górnym odcinku Liwy, gdzie dolina przecina obszary sandrowe i wytopiskowe, zatorfione lub wypełnione jeziorami. Od góry znajduje się seria fluwiogłacialna, na którą składają się żwiry warstwowane, przedzielone drobnymi warstwami drobno ziarnistego, żółtego, dobrze przemytego i średnio obtoczonego piasku. Poniżej zalega piasek drobno- i średnioziarnisty dobrze przemyty. Niżej zalega żwir średnioziarnisty o niewidocznym warstwowaniu. Pod tą warstwą znajduje się glina morenowa a pod nią siwy ił.

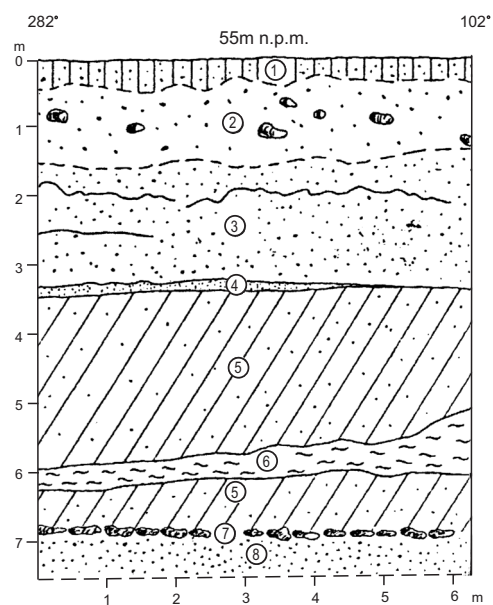
²⁸ I. Cejnowa, *Rozwój morfologiczny doliny Liwy*, Zeszyty Naukowe UMK w Toruniu, zeszyt 5, Geografia (II) 1963.



- | | | | | | |
|--|-------------------------------|--|----------------------------|--|-----------|
| | Wysoczczyzna morenowa falista | | Pagórki i wzgórza morenowe | | Równina |
| | Terasa IV | | Terasa III | | Terasa II |

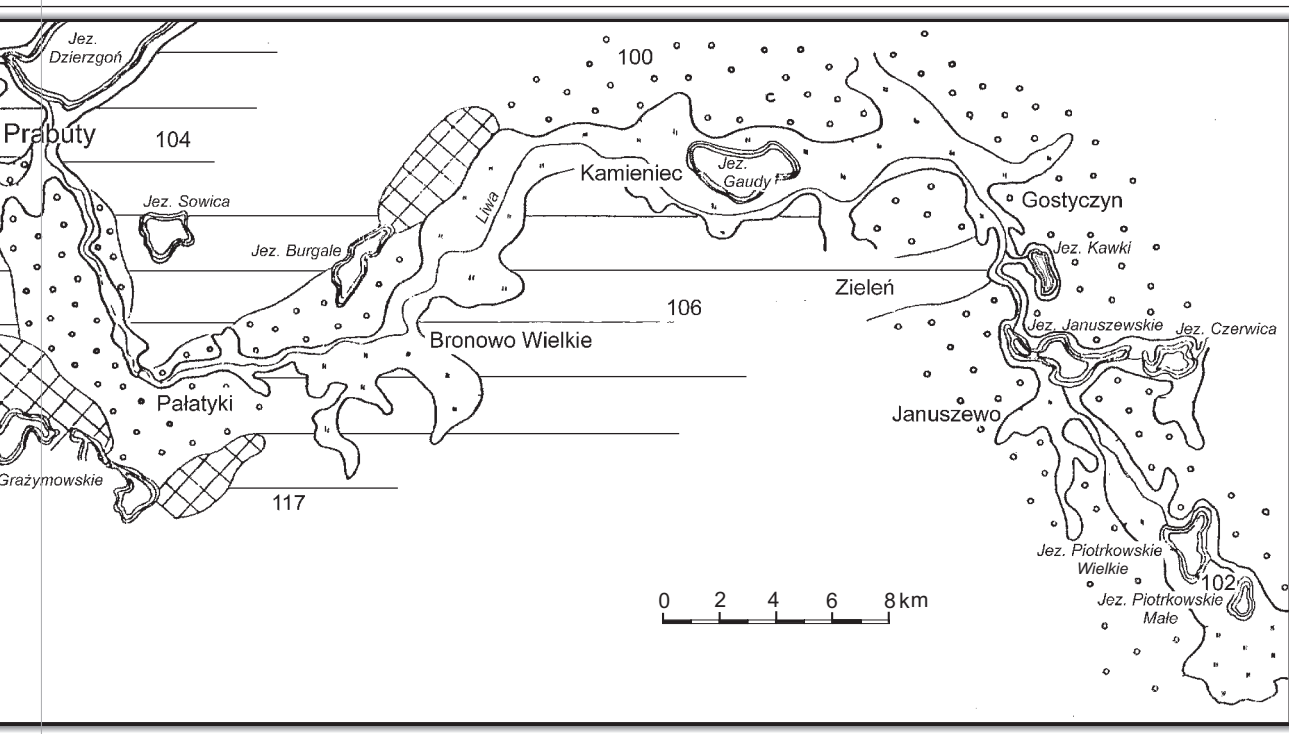
① Budowa geologiczna zbocza doliny Liwy w Miłosnej

- ① Gleba piaszczysta
- ② Piaski zwałowe (0,2-1,0 mm) z licznymi głazami do 25 cm średnicy
- ③ Piaski fluwiogłacialne (0,2-0,5 mm) dobrze przemyte, warstwowania nie widać
- ④ Piaski fluwiogłacialne (0,1-0,2 mm) drobnoziarniste
- ⑤ } Głina morenowa z wkładką siwego ilitu
- ⑥ }
- ⑦ Bruk morenowy, głazy silnie zlimonityzowane i zwietrzałe
- ⑧ Piaski fluwiogłacialne drobne (0,1-0,2 mm) dobrze przemyte



Ryc. 7. Mapa geomorfologiczna Doliny Liwy i przyległego terenu²⁹

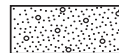
²⁹ ibidem



Równiny sandrowe

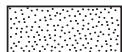


Rynny i wytopiska



Terasa V

Terasa II



Terasa I

Kwidzyn

Brokowo

Miejscowości

② Budowa geologiczna zbocza doliny Liwy w Jurandowie

① Gleba

② } Seria utworów fluwioglacjalnych:
piaski drobne (0,1-0,2 mm)
oraz żwiry (10-50 mm)

④ Bruk morenowy z głazami do 25 cm
należący do moreny niżej leżącej

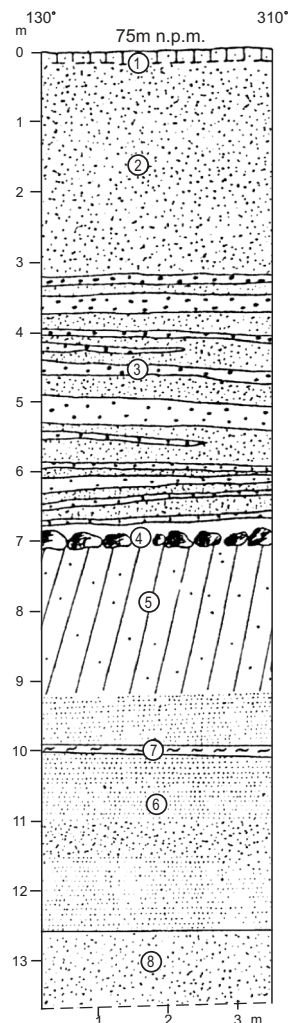
⑤ Gлина morenowa

Seria utworów fluwioglacjalnych:

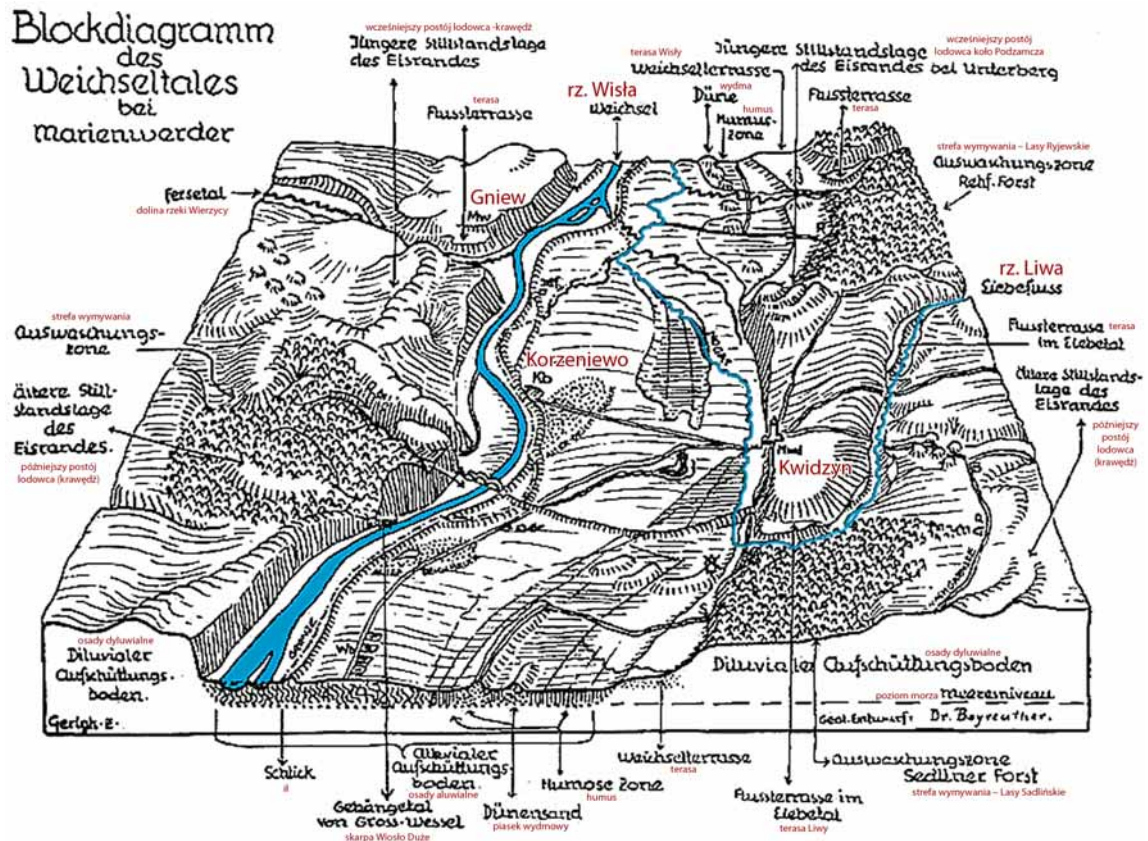
⑥ Piaski drobne (0,1-0,2 mm)

⑦ Wkładka ilitu brunatnego

⑧ Piaski fluwioglacjalne
średnioziarniste
(0,2-0,5 mm)



Ciekawym ujęciem geomorfologii doliny Liwy w okolicach Kwidzyna jest poniższy przedwojenny schemat:



Ryc. 8. „Diagram blokowy” doliny Wisły i Liwy w okolicach Kwidzyna³⁰

Na obszarze źródłiskowym Liwy można wyróżnić dwa poziomy sandrowe: niższy – 100 m n.p.m. i wyższy – 116 m n.p.m. W dalszym swym biegu Liwa kilkakrotnie przecina obszary sandrowe i dennomorenowe. W okolicy Kamieńca na obszarze sandrowym, bezpośrednio do północnej krawędzi wytopiska kamienieckiego przylega podwójny wał ozowy, a na zachodzie – wzgórze piaszczyste moreny czołowej 226 m n.p.m. Od Wielkiego Bronowa do Prabut rzeka przecina inny obszar sandrowy genetycznie związany z rynnowym jeziorem Dziergoń, o czym świadczą upady warstw piaszczysto żwirowych w kierunku pd.- wsch. Po prawej stronie towarzyszą rzecze odosobnione, piaszczyste, akumulacyjne pagórki moreny

³⁰ <http://www.chem.univ.gda.pl/~tomek/opisy/kamieniec.htm>

czołowej, dochodzące do 115 m n.p.m. w Pałatykach. Po lewej stronie rzeki występują wzgórza moreny czołowej nad Jeziorem Grażymowskim. Przed ujściem do jeziora Dzierzgoń kończy się sandr, a rzece towarzyszy morena denna, gliniasta i piaszczysta³¹. Po opuszczeniu jeziora Zamkowego ponownie wkracza rzeka w obszar sandrowy, przecinając go w poprzek. Sandr ten podobnie jak poprzedni, również jest związany z rynną jeziora Dzierzgoń. Wreszcie po opuszczeniu rynny dawnego jeziora w Jurandowie (Solajnach), Liwa przecina po raz czwarty obszar sandrowy, młodszy od poprzednich, bo związany z morenami czołowymi w okolicy Mikołajek Pomorskich. Na obszarze tego sandru są liczne zagłębienia bezodpływowe oraz wyspa moreny dennej na północ od Szadowa. Stąd, aż do doliny Wisły, Liwa przecina obszar moreny dennej.

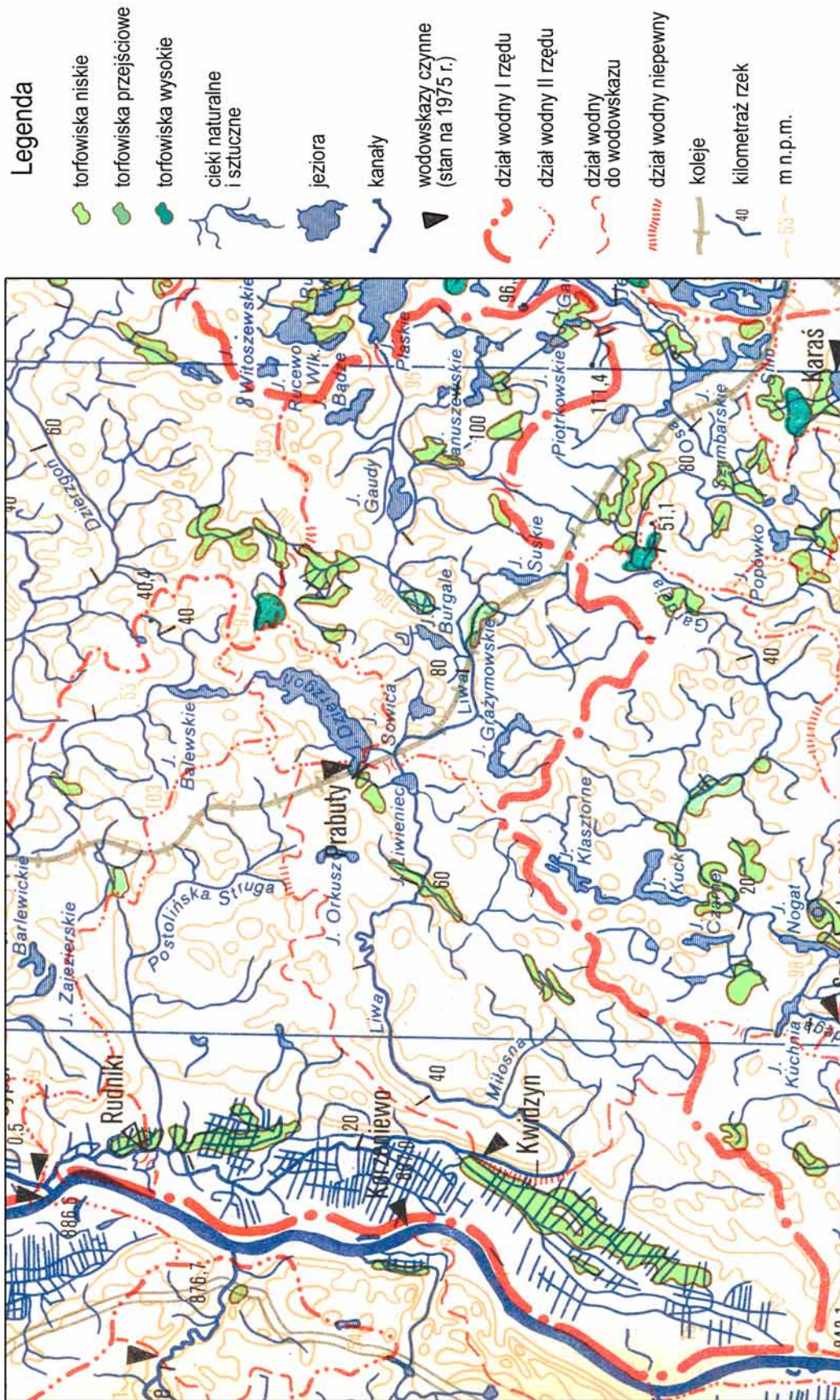
³¹ ibidem

Rozdział V

Zarys hydrologii i hydrografii rzeki Liwy i jej dopływów

5.1. Obszar i granice zlewni

Liwa jest prawym dopływem Nogatu i jej dorzecze należy do zlewni Zalewu Wiślanego. Obszar dorzecza ma kształt dość nieregularny, zbliżony do trapezu. Rozciągłość równoleżnikowa to około 53 km, a południkowa około 39 km. Na północy obszar zlewni graniczy z dorzeczem Kanału Juranda, który podobnie jak Liwa jest dopływem Nogatu. Północno-wschodnia część dorzecza Liwy graniczy z dorzeczem rzeki Dzierzgoń. Granica wschodnia to dział wodny zlewni Jez. Jeziorak, należącego do dorzecza Drwęcy. Południową granicę wyznacza dział wodny rzeki Osy, a zachodnią granicą dorzecza Liwy są praktycznie wały przeciwpowodziowe Wisły.



Ryc. 9. Obszar i granice dorzecza Liwy na podst. Atlasu Hydrologicznego Polski pod red. Juliusza Stachy, Wyd. Geolog. W-wa 1987

Skala 1:250 000

5.2. Źródła

Liwa i jej źródła są bardzo różnie określane w literaturze. Według niemieckich map urzędowych typu *Messtischblatt* z lat 20-tych³², początek Liwy jest określany jako wypływ z Jeziora Januszewskiego. W pracach z zakresu melioracji³³ za źródła Liwy przyjmowana jest struga odwadniająca okolice wsi Piotrkowo (110 m n.p.m.).



Ryc. 10. Liwa w okolicach wsi Piotrkowo (fot. autor)

Trzeba przyznać, że jest ona bardzo skromna i zanieczyszczona, co widać na zdjęciu powyżej. Ścieki pochodzą prawdopodobnie z tuczarni drobiu znajdującej się kilka kilometrów powyżej we wsi Piotrkowo.

Inne źródła określają początek Liwy jako wypływ z Jez. Piotrkowskiego Wielkiego.

³² Mapy niemieckie w skali 1:25 000, arkusze: 2079 *Werbersdorf*, 2179 *Rehhof*, 2279 *Marienwerder*, 2379 *Garnsee*, 2280 *Gross Krebs*, 2281 *Riesenburg*, 2282 *Rosenberg*, 2283 *Schwalgendorf*.

³³ *Badania ruchu rumowiska w korycie Liwy oraz zalecenia do projektowanej regulacji*, mat. będące w posiadaniu Wojewódzkiego Zarządu Melioracji, Region Kwidzyn, Warszawa 1986.



Ryc. 11. Wyływ Liwy z Jez. Piotrkowskiego Wielkiego powyżej Jez. Januszewskiego (fot. autor)

Jeżeli szukać źródeł powyżej Jez. Januszewskiego, to znacznie okazalszym okazuje się być wyływ z Jez. Czerwica.



Ryc. 12. Dopływ z Jez. Czerwica powyżej Jez. Januszewskiego (fot. autor)

Niestety, znacząca struga powyżej Jez. Czerwica, którą można by uznać za Liwę, nazywana jest na mapach niemieckich Rów Buchcień (*Buchten Graben*). Tak więc struga z Jeziora Piotrkowskiego prawdopodobnie ze względu na swoją długość (blisko 4 km) jest uznana za rzekę Liwę. Za początek Liwy w poniższym opracowaniu przyjąłem strugę odwadniającą okolice wsi Piotrkowo na wysokości 110 m n.p.m.

5.3. Sieć rzeczna

W dorzeczu znajduje się dużo jezior, bagien oraz terenów podmokłych. Z tych obszarów wody prowadzone są do rzeki głównej przez mniejsze strugi i rzeczki. Liwa przepływa również przez szereg jezior i posiada połączenia z innymi dorzeczami (bifurkacje). Profil podłużny Liwy na (ryc. 39) przedstawia dokładną sytuację hydrologiczną dorzecza.

Pierwszy znaczący dopływ – to z prawej strony struga z Jez. Kawki. Następnie na kilometrze 107+65 wody dzielą się i z Liwy wypływa niewielka rzeczka zwana Młynówką.



Ryc. 13. Odnoga Młynówka, Liwa płynie w prawą stronę (fot. autor)

Ciekawostką tej części dorzecza jest możliwość połączenie Liwy z Jez. Płaskim (odnogą Jez. Jeziorak należącego do dorzecza Drwęcy) przez sztucznie przekopany kanał w Jerzwałdzie,



Ryc. 14. Kanał wypływający z Jez. Płaskiego (fot. autor)

a następnie dwa małe jeziora: Jez. Tworózek i Jez. Zdryńskie. Około 1 km od zachodniego końca Jez. Zdryńskiego jest jednak usypana wysoka grobla w poprzek kanału, która zatrzymuje praktycznie całą wodę. Widoczne są jedynie niewielkie wysięki, które kierują się w stronę trzeciego niewielkiego Jeziora Karpie (Karpieniec). To ostatnie jest na niektórych mapach (szczególnie najnowszych) określane jako bagna. Choć na zdjęciu poniżej widać wyraźnie lustro wody, to mam wrażenie, że gdyby nie bobry budujące żeremia – wody w tym jeziorze rzeczywiście nie było by widać.



Ryc. 15. Jez. Karpie (fot. autor)

Po przyjęciu z prawej strony strugi z Jez. Karpie Liwa płynie przez teren Rezerwatu Przyrody „Jezioro Gaudy” – utworzonego dla ochrony

naturalnych miejsc gniazdowania szeregu gatunków ptactwa wodnego i błotnego. Rezerwat składa się z lustra wody Jez. Gaudy, bagien i otoczki drzewostanów olchy. Bagna, których jest większość, stanowią doskonałe miejsca lęgowe dla ptactwa błotnego i wodnego, a także ostoję dla występującej tu zwierzyny. Do stałych gnieźdzących się mieszkańców rezerwatu należy zaliczyć następujące gatunki: perkozek, perkoz zausznik, perkoz dwuczuby, łabędź niemy, cyranka, kobuz, pustułka, kaczka krzyżówka, kurka wodna, łyśka, czajka, szpak, sójka, żuraw popielaty, dzikie gęsi i inne³⁴.



Ryc. 16. Struga z Jez. Karpie (fot. autor)

³⁴ z tablicy nad jeziorem na granicy rezerwatu – Rezerwat Przyrody „Jezioro Gaudy”.

Następnym prawym dopływem jest struga z jeziora Bądze,



Ryc. 17. Struga z Jez. Bądze (fot. autor)

która wpływa do Liwy gdy ta pokonuje zabagniony i podmokły teren Rezerwatu „Jezioro Gaudy”. Po opuszczeniu przez Liwę terenu rezerwatu i jednocześnie po wypłynięciu z Jez. Gaudy,



Ryc. 18. Wypływ Liwy z Jez. Gaudy (fot. autor)

rzeka przepływa przez miejscowość Kamieniec gdzie widać ślady dawnej regulacji tego odcinka.



Ryc. 19. Liwa przed Kamieńcem (fot. autor)



Ryc. 20. Kanał z jeziora Gaudy w Kamieńcu (fot. autor)

W Kamieńcu do Liwy wpływa – a raczej powraca rzeka zwana Młynówką,



Ryc. 21. Młynówka w Kamieńcu (fot. autor)

która odwadnia znaczną – południowo-wschodnią część dorzecza tj. okolice wsi Rumunki – Rudniki i Olbrachtówko – Olbrachtowo.



Ryc. 22. Jeden z dopływów Młynówki – struga z okolic wsi Michałowo i Rumunki (fot. autor)

Kolejny dopływ za miejscowością Kamieniec, to z prawej strony niewielka, płynąca w głębokiej dolinie i bardzo zarośnięta Bornicka Struga.



Ryc. 23. Bornicka Struga (fot. autor)

Następnie, w okolicach wsi Bronowo, do Liwy z lewej strony dopływa struga z bagien Karolewskich.



Ryc. 24. Dopływ z Bagien Karolewskich – dopływ w miejscu niższych trzcin – po prawej stronie płynie Liwa (fot. autor)

Bagna te zasilane są wodami Jez. Suskiego. Następne dopływy, to struga z okolic wsi Jawty (lewy) i struga z Jeziora Burgale (prawy).



Ryc. 25. Wypływ strugi z jeziora Burgale (fot. autor)

Kolejny lewy dopływ to struga z jeziora Grażymowskiego.



Ryc. 26. Dopływ strugi z Jez. Grażymowskiego (fot. autor)

Ostatnim, prawym dopływem w tej części dorzecza jest struga z jeziora Sowica. Następnie Liwa opływa od wschodu miasto Prabuty i wpływa

do największego w dorzeczu Jeziora Dzierzgoń. Rzeka wypływa z tego jeziora zaledwie 1 km po wpłynięciu. Wypływ wód z Jeziora Dzierzgoń możliwy jest także sztucznym odprowadzeniem zlokalizowanym w części północnej jeziora. Jest to druga ciekawostka hydrologiczna w dorzeczu Liwy – Kanał Juranda zwany też Młynówką Malborską – wybudowany przez Krzyżaków dla potrzeb miasta Malborka w XIV w. i doprowadzający wodę do fosy zamku w Malborku. Obecnie wylot z jeziora pokryty jest bujną roślinnością i jest częściowo zasypany. W ekstremalnych warunkach, przy bardzo wysokim stanie wody w Jez. Dzierzgoń, może on pełnić rolę kanału ulgi. Aktualna rzędna wlotu do Kanału Juranda (według niwelacji BIPROMEL z dnia 26.06.95) wynosi około 82,80 m n.p.m. czyli jest ona równa rzędnej maksymalnego poziomu piętrzenia na jeziorze. Po opuszczeniu Jez. Dzierzgoń jazem widocznym na zdjęciu poniżej,



Ryc. 27. Wypływ Liwy z Jez. Dzierzgoń (fot. autor)

Liwa, zaledwie po niecałych dwóch kilometrach, wpływa do następnego jeziora – Liwieniec z kolejnym rezerwatem przyrody.



Ryc. 28. Liwa przed Jez. Liwieniec (fot. autor)

Jeziro Liwieniec zamyka jakby pierwszą część dorzecza – terenu, na którym znajduje się większość jezior i bagien w dorzeczu, gdzie Liwa płynie spokojnie a średni spadek rzeki nie przekracza 0,7‰.

Drugi odcinek rzeki od wypływu z Jez. Liwieniec,



Ryc. 29. Wypływ Liwy z jeziora Liwieniec koło Prabut (fot. A. Kędziora, ze zbiorów M. Bagińskiej)

aż po miejscowość Białki, można nazwać przełomowym. Rzeka zmienia swój charakter, silnie meandruje, płynie szybciej, a średnie spadki osiągają

nawet 2‰. Dopływy są już większymi rzekami, a nie tylko strugami z jezior i posiadają własne nazwy. Pierwszym takim dopływem jest rzeka Wandówka,



Ryc. 30. Z prawej strony dopływ - rzeka Wandówka (fot. autor)

wpadająca do Liwy z lewej strony w nieistniejącej już dziś wsi Solajny (Jurandowo), odwadniająca obszar rynny dawnego jeziora oraz tereny wsi Bronno, Otoczyn, aż po wieś Wandowo. Drugim znaczącym dopływem i zarazem ostatnim w tej części dorzecza jest z lewej strony rzeka Cyganówka (Miłosna), która wpada do Liwy na wysokości miasta Kwidzyna.



Ryc. 31 i 32. Rzeka Cyganówka – prace regulacyjne koryta (fot. autor)

Kolejne dopływy znajdują się już na terenie Doliny Wisły, gdzie Liwa powraca do rzeki o spokojnym charakterze – płynącej wolno. Spadki nie przekraczają 0,5‰, a sama rzeka jest częściowo uregulowana.

Pierwszym dopływem w tej części dorzecza jest z lewej strony Kanał Palemona:



Ryc. 33. Kanał Palemona z prawej strony,(fot. autor)

Największy dopływ Liwy, zbierający większość wód powierzchniowych z terenu położonego na południe od Kwidzyna w dolinie Wisły, aż po okolice wsi Wielki Wełcz.

Następny dopływ z prawej strony to Struga Mareza



Ryc. 34. Struga Mareza (fot. autor)

i z lewej strony Kanał Cegielniacki. Ostatnie dwa prawe dopływy to Podlesińska Struga i Postolińska Struga,



Ryc. 35. Postolińska Struga po lewej stronie (fot. autor)

odwadniająca północną część dorzecza. Zerowy kilometr rzeki, to ujście do Nogatu ze śluzą w Białej Górze, gdzie lustro wody jest na poziomie rzędnej 6,7 m. Jest to poziom utrzymywany na Nogacie dla jego żeglowności³⁵.



Ryc. 36. Śluza w Białej Górze (fot. autor)

5.4. Jeziora

Dorzecze Liwy jest terenem bogatym w jeziora, bagna i tereny podmokłe oraz różne mniejsze zbiorniki wodne. Większość z nich zgrupowana jest w górnym odcinku rzeki i jednocześnie we wschodniej części dorzecza. Powierzchnia, pojemność i głębokość jezior jest bardzo różna. Dokładne dane przedstawia tabela nr 2.

Genetycznie są to:

- jeziora rynnowe o charakterystycznym podłużnym kształcie, stromych brzegach i dużych głębokościach np. Jez. Dzierzgoń, (największe

³⁵ *Rozpoznanie specjalistyczne potrzeb regulacji kanałów Palemona, Sadlińskiego i Olszańskiego*, Biuro Projektów Wodnych Melioracji, Gdańsk 1973.

jezioro w dorzeczu o pow. 787,9 ha i objętości 50952,7 tys. m³),
Jez. Orkusz,

- jeziora moreny dennej o dość dużej powierzchni, nieznacznej głębokości, brzegi płaskie, a linia brzegowa urozmaicona np. Jez. Sowica, Jez. Piotrkowskie, Jez. Januszewskie, Jez. Czerwica, Jez. Burgale,
- jeziora moreny czołowej o wydłużonym kształcie podobne do jezior rynnowych ale stosunkowo płytkie np. Jez. Grażymowskie.

Przez niektóre z jezior Liwa przepływa i są to:

- jeziora przepływowe – Jez. Januszewskie, Jez. Gaudy, Jez. Dzierzgoń i Jez. Liwieniec,
- druga grupa jezior to jeziora odpływowe, z których niewielkie strugi lub rzeczki odprowadzają wodę do Liwy. Są to Jez. Kawki, Jez. Bądze, Jez. Burgale, Jez. Grażymowskie, Jez. Sowica, i Jez. Brachlewo,
- trzecia grupa to jeziora bezodpływowe jak Jez. Suskie i Jez. Merynos, znajdujące się na terenie dorzecza.

Tabela 2. Jeziora dorzecza Liwy³⁶

Nazwa Jeziora	Szer. i długo geograf.	Wys. n.p.m. (m)	Pow. (ha)	Objętość (tys.m ³)	Głęb. max. (m)	Głęb. śr. (m)	Dł. max. (m)	Szer. max (m)	Długość linii brzegowej (m)	Rozw. linii brzeg.
Łabędzie (Buchcień)	53°44,5' 19°31,7'	99,7	22,2	155,4	0,9	0,7	840	345	2080	1,2
Czerwica	53°43,7 19°31,2	98,8	37,8	264,6	0,8	0,7	1030	685	450	1,9
Januszewskie	53°42,8 19°29,4	98,5	111,3	3454	4,9	3,1	2475	1000	7450	1,99
Piotrkowskie	53°41,9 19°31,4	102	54,4	925,6	3,2	1,7	1450	850	4350	1,66
Kawki	53°44,7 19°29,0	98,4	22,9	1213,7	13,1	5,3	940	360	2570	1,5
Gaudy	53°45,8 19°24,1	91,2	152,5	1762,9	2,4	1,2	2475	1025	6150	1,41
Bądze	53°47,2 19°28,2	94,4	149,9	4282,6	6,7	2,9	3100	600	8300	1,91
Suskie	53°42,6 19°20,6	100,4	62,7	1491,4	5,3	2,4	2300	475	5600	2,0
Burgale	53°44,9 19°18,8	90,4	79,0	3644,9	7,4	4,6	2100	580	5193	1,65
Grażymowskie Zachodnie	53°43,3 19°12,2	90,5	74,8	1845,9	4,2	2,4	1780	850	5625	1,83
Grażymowskie Wschodnie	53°42,8 19°13,7	90,5	65,8	916,2	3,0	1,4	2240	690	6075	2,09
Sowica	53°45,2 19°14,6	87,1	77,6	2151,2	4,8	2,5	1450	980	5825	1,79
Dzierżoń	53°48,1 19°14,1	81,7	787,9	50952,7	15,0	6,4	6935	1955	20675	2,07
Liwieniec	53°45,7 19°11,2	80,2	81,2	966,1	2,4	1,2	1250	750	4425	1,37
Orkus	53°47,4 19°07,9	76,4	72,1	4025,2	11,8	5,6	2000	600	5250	1,74
Brachlewo (Jerzewski)	53°48,8 18°59,8	62,4	17,0	935,0	17,7	5,5	925	280	2190	1,5
Mątki	53°50,9 18°59,8	54,8	10,0	140	2,2	2,4	660	255	1930	1,72

5.5. Obszary bagienne

Bagna i tereny podmokłe w dolinie dorzecza położone są często na obszarach przyjeziernych, bywają też pozostałością po dawnych jeziorach lub starorzeczach. Wiele bagien powstało też na skutek wydobywania torfów. Występowanie bagien można również zaobserwować w dnach płytkich zagłębień bezodpływowych – na morenie dennej lub na powierzchni sandrowej. Większość bagien w dorzeczu Liwy położone jest na obszarze pierwszego odcinka rzeki, od źródeł po Jez. Liwieniec.

³⁶ A. Choiński, *Katalog jezior Polski*, wyd. Naukowe UAM, Poznań 1991.

Największe w dorzeczu bagna to cały kompleks wokół Jeziora Gaudy i zarazem obszar Rezerwatu Przyrody. Podobny teren występuje przy jeziorze Liwieniec w Prabutach, gdzie ogromna część powierzchni jeziora ustąpiła już roślinności bagiennej – głównie trzinom (widać to bardzo wyraźnie po analizie przedwojennych map). Nieistniejący już dziś Młyński Staw (*Mühlen-Teich*) w mieście Prabuty jest bardzo dobrym przykładem terenów podmokłych powstałych w miejscu dawnego jeziora. W dolinnych zagłębieniach bezodpływowych znajdują się Bagna Pilmy oraz Bagna Karolewskie.

Pierwsze z nich znajdują się między wsiami Kamieniec i Bronowo. Na niemieckich przedwojennych mapach teren ten jest zmeliorowany i nazywany *Pelmwiesen*. Wówczas były to łąki i pastwiska.

Bagna Pilmy wyraźnie retencjonują wodę wskazuje na to duża różnica przepływu wody. W Kamieńcu widać, że Liwą płynie znacznie więcej wody niż przed wsią Bronowo, czyli w miejscu opuszczenia przez rzekę w/w bagien.

Bagna Karolewskie Liwa mija po lewej stronie za wsią Bronowo.



Ryc. 37. Bagna Karolewskie (fot. autor)

Cały kompleks tych bagien oddziela od rzeki wysoka grobla, a poziom wody w uregulowanym korycie Liwy nie daje możliwości grawitacyjnego odwodnienia obszaru bagna Karolewskiego. Bagna powstałe na skutek wydobywania torfów, to bagna usytuowane na południowym brzegu Jez. Mątki oraz w okolicach wsi Laskowice.

Rozdział VI

Profil podłużny rzeki Liwy

Na podstawie informacji uzyskanych w archiwum Zarządu Melioracji w Kwidzynie oraz własnych badań w terenie powstał szczegółowy profil podłużny rzeki. W badaniach tych wykorzystalam możliwości systemu GPS, które opisuję poniżej.

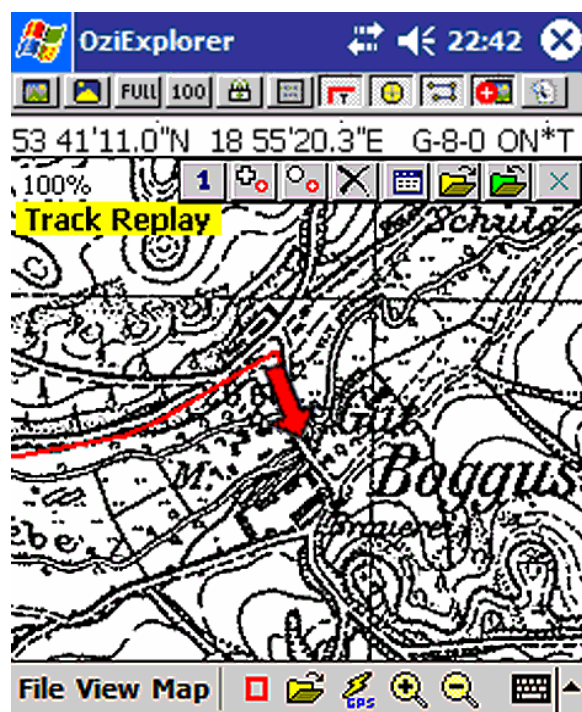
6.1. System GPS i jego zastosowanie w badaniach terenowych

Global Positioning System, zwany w skrócie GPS, jest systemem udostępnionym przez rząd Stanów Zjednoczonych do nieodpłatnego korzystania przez dowolnego użytkownika na całej kuli ziemskiej, pod warunkiem posiadania urządzenia odbiorczego. System został założony i jest obsługiwany przez Departament Obrony USA. Pomimo, że system zaprojektowano na potrzeby armii amerykańskiej, korzystają z niego tysiące cywilnych użytkowników na całym świecie.

GPS składa się z części naziemnej i 24 satelitów podstawowych, z których każdy 2 razy na dobę okrąży kulę ziemską. Satelity GPS krążą po dokładnie wyliczonych orbitach i wysyłają słaby sygnał na określonej częstotliwości. Sygnał od każdego satelity jest unikalny. Odległość od odbiornika do konkretnego satelity, procesor odbiornika GPS oblicza z opóźnienia sygnału. Po wyliczeniu odległości do przynajmniej 3 satelitów, odbiornik ma gotowe dane do wyliczenia własnej pozycji ze zwykłej triangulacji. Sposób obliczania współrzędnych geograficznych w GPS nie różni się więc zasadą, od sposobu, jaki stosowali pruscy kartografowie, kreśląc mapy, z których pomocy korzystałam przy pisaniu tego opracowania. Satelity są ruchomymi odpowiednikami dawnych punktów triangulacyjnych. Oczywiście 3 satelity w polu widzenia odbiornika to minimum. Im ich więcej, tym wyliczone położenie obarczone

jest mniejszym błędem. Możliwe jest też dokonywanie bardziej złożonych pomiarów, np. szybkości przemieszczania, kursu, odległości pomiędzy punktami pomiarowymi itp.

Do wykonania pomiarów związanych z tematem niniejszej pracy wykorzystano przenośny odbiornik GPS firmy Socket, wykorzystujący częstotliwość 1575,42 MHz, cechujący się małymi rozmiarami, umożliwiającymi korzystanie w każdych warunkach terenowych. Odbiornik ten współpracuje z komputerem wielkości dłoni – PDA (palmtop) z zainstalowanym programem nawigacyjnym OziExplorer.



Ryc. 38. Wygląd programu OziExplorer w trakcie pracy koło młyna (obecnie elektrowni) Bogusze. Strzałka przesuwa się zgodnie z ruchem osoby niosącej odbiornik GPS i pokazuje aktualną pozycję na tle ponemieckiej mapy typu *Messtischblatt*. W górnej części ekranu widoczne są współrzędne geograficzne szpicy strzałki.

Program ten pozwala na automatyczne naniesienie aktualnej pozycji geograficznej na dowolną skanowaną mapę, o ile znany jest nam układ odniesienia i współrzędne rogów tejże mapy. Kolejne pozycje geograficzne, podawane przez GPS, są na bieżąco pokazywane na wyżej widocznym ekranie i zapisywane w pamięci przenośnego komputera PDA

– tworzą czerwoną ścieżkę rysowaną na podkładzie mapy. Ścieżka ta jest dokładnym odpowiednikiem przebytej trasy w terenie.

Przed przystąpieniem do pomiarów określono zakres celów, jakie zostaną osiągnięte przy użyciu tej metody:

- wstępne naniesienie punktów pomiarowych na mapę topograficzną 1:25000 ze szczególnym uwzględnieniem punktów charakterystycznych takich jak: dopływy, mosty, jazy i inne budowle hydrotechniczne.
- wykonanie pomiarów terenowych na całym biegu rzeki Liwy pomiędzy źródłem, a ujściem wykorzystując jako stanowiska pomiarowe, ustalone wcześniej punkty.
- opracowanie danych dotyczących rzeki i przeniesienie ich do stworzonej wcześniej bazy danych.

6.2. Szczegółowy profil podłużny rzeki Liwy

Na profilu przedstawiłam wszystkie ważniejsze dopływy, strugi z jezior zasilające rzekę oraz jeziora, przez które Liwa przepływa. Profil przedstawia również wszelkie zapory i stopnie wodne, czyli te budowle wodne, które wpływają w dużym stopniu na kształtowanie się stanów wodny na rzece w ciągu roku.

Pomysł przedstawienia szczegółowego profilu rzeki powstał ze względu na chęć usystematyzowania wiedzy o Liwie. Zawiera istotne dopływy tworzące w sumie tę rzekę, jak i działające obecnie elektrownie wodne oraz inne budowle w korycie rzeki, które mając wpływ na stany wody i przepływy, kształtują jednocześnie charakter rzeki.

Większość rzek ma określoną długość czyli kilometrą od ujścia do źródeł. Wynika to z trudności ustalenia źródeł rzeki i małej stabilności tego punktu.

Z tego względu, sporządzony szczegółowy profil podłużny, ma również kolejność od ujścia do źródeł, a za kilometr zerowy Liwy przyjęłam miejsce jej ujścia do Nogatu ze Śluzą w Białej Górze.

Profil jest przedstawiony w układzie współrzędnych, gdzie na osi „y” zaznaczony jest średni poziom lustra wody w m. n.p.m. zaś na osi „x” – kilometraż rzeki.

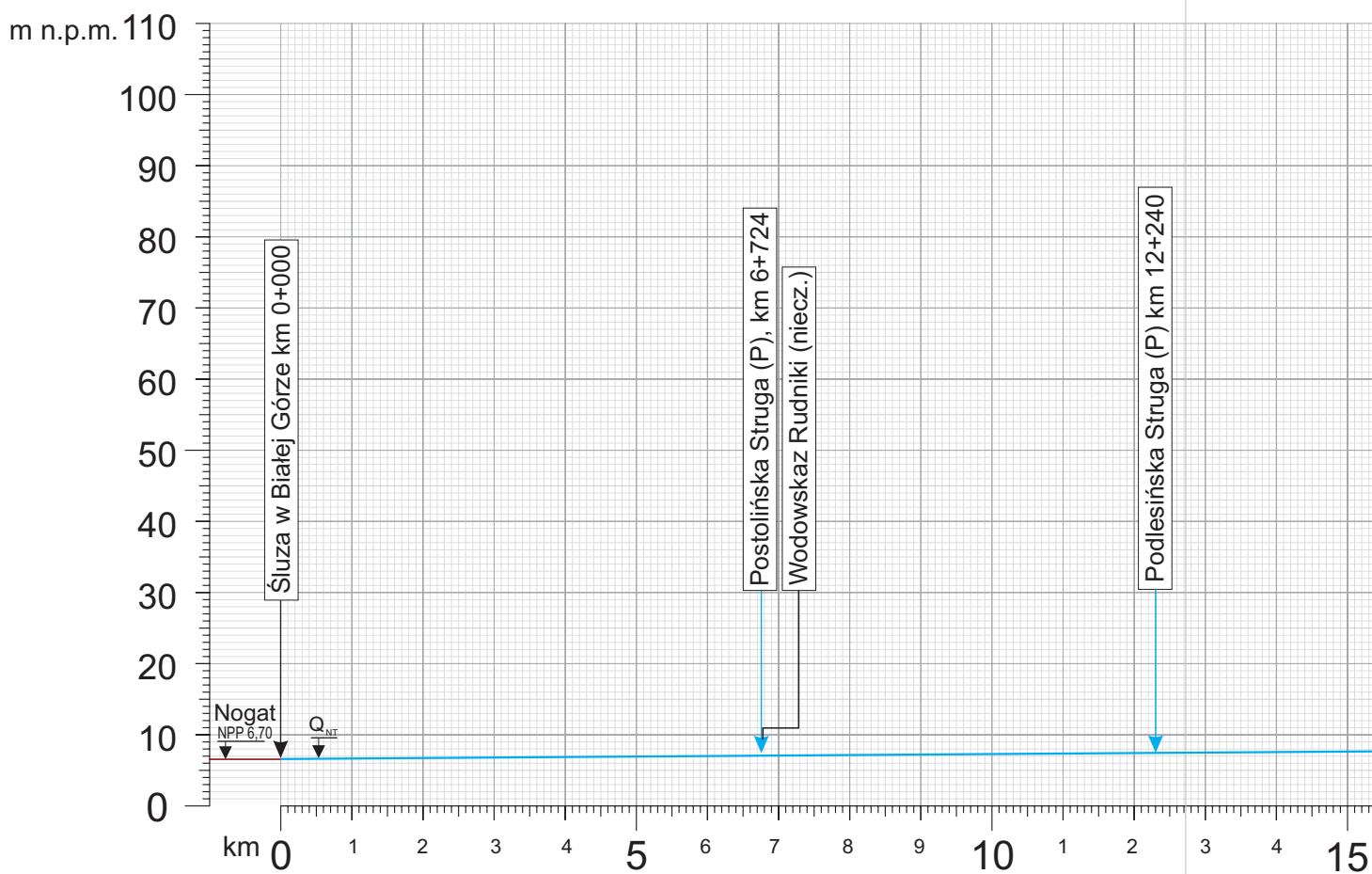
Między poszczególnymi dopływami lub odcinkami rzeki, gdzie występują stopnie wodne, obliczone są średnie spadki rzeki na danym odcinku. W profilu umieściłam również współrzędne geograficzne odczytane z odbiornika GPS i uśredniony kierunek biegu rzeki.



Wcześniejszy podział Liwy na trzy odcinki – pierwszy źródłowy, drugi przełomowy oraz trzeci dolny, ma wyraźne potwierdzenie na rysunku. Gdzie na początku i na końcu w profilu widać łagodne spadki rzeki natomiast w środkowej części rysują się znaczne różnice poziomów na niewielkich odcinkach.

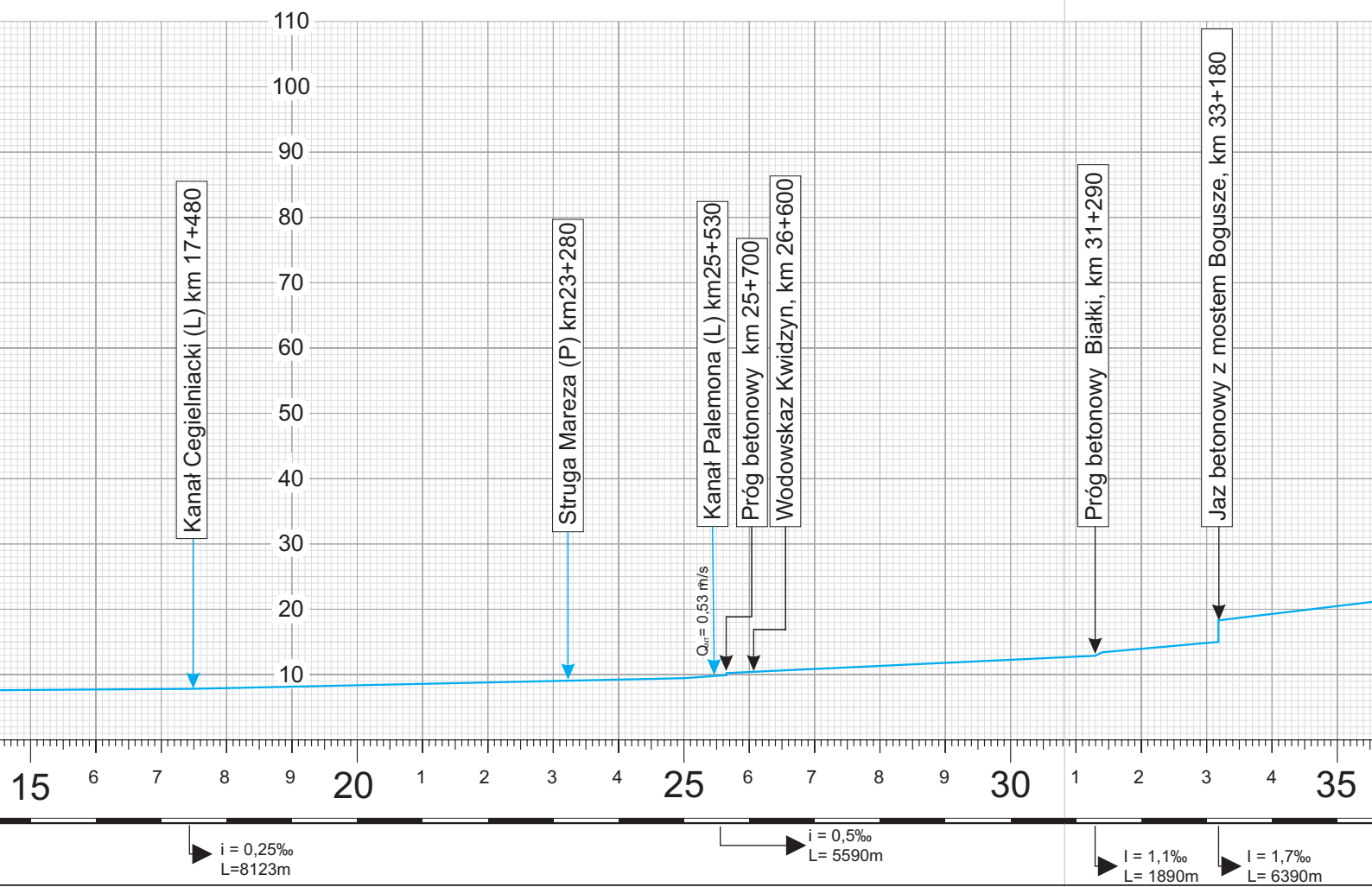
Dla pełniejszego zobrazowania całej rzeki przy niektórych dopływach, ciekach i budowlach hydrologicznych umieszczone są również miniaturowe zdjęcia.

Ryc. 39. Profil podłużny rzeki Liwy

SKALA 1: $\frac{1000}{100\ 000}$



ŚREDNI SPADEK	→ $i = 0,1\text{‰}$ $L=17500\text{m}$	
PRZEPIŁYWY		
WSPÓŁRZĘDNE GEOGRAFICZNE/GPS	→ $53^{\circ} 54' 48,4'' \text{ N}$ $18^{\circ} 53' 05,4'' \text{ E}$	→ $53^{\circ} 52' 04,5'' \text{ N}$ $18^{\circ} 54' 41,1'' \text{ E}$
UŚREDNIONY KIERUNEK BIEGU RZEKI	←	
UWAGI	 Śluza Biała Góra	 Postolińska Str.



$Q_{SS0} = 2,35 \text{ m}^3/\text{s}$ (średnia z lat 1964-83)

53° 48' 34,8" N
18° 53' 50,7" E
53° 45' 20,7" N
18° 55' 29,7" E
53° 44' 12,7" N
18° 55' 01,7" E
53° 41' 19,1" N
18° 53' 59,4" E
53° 41' 06" N
18° 55' 10,7" E

350° N

280° W



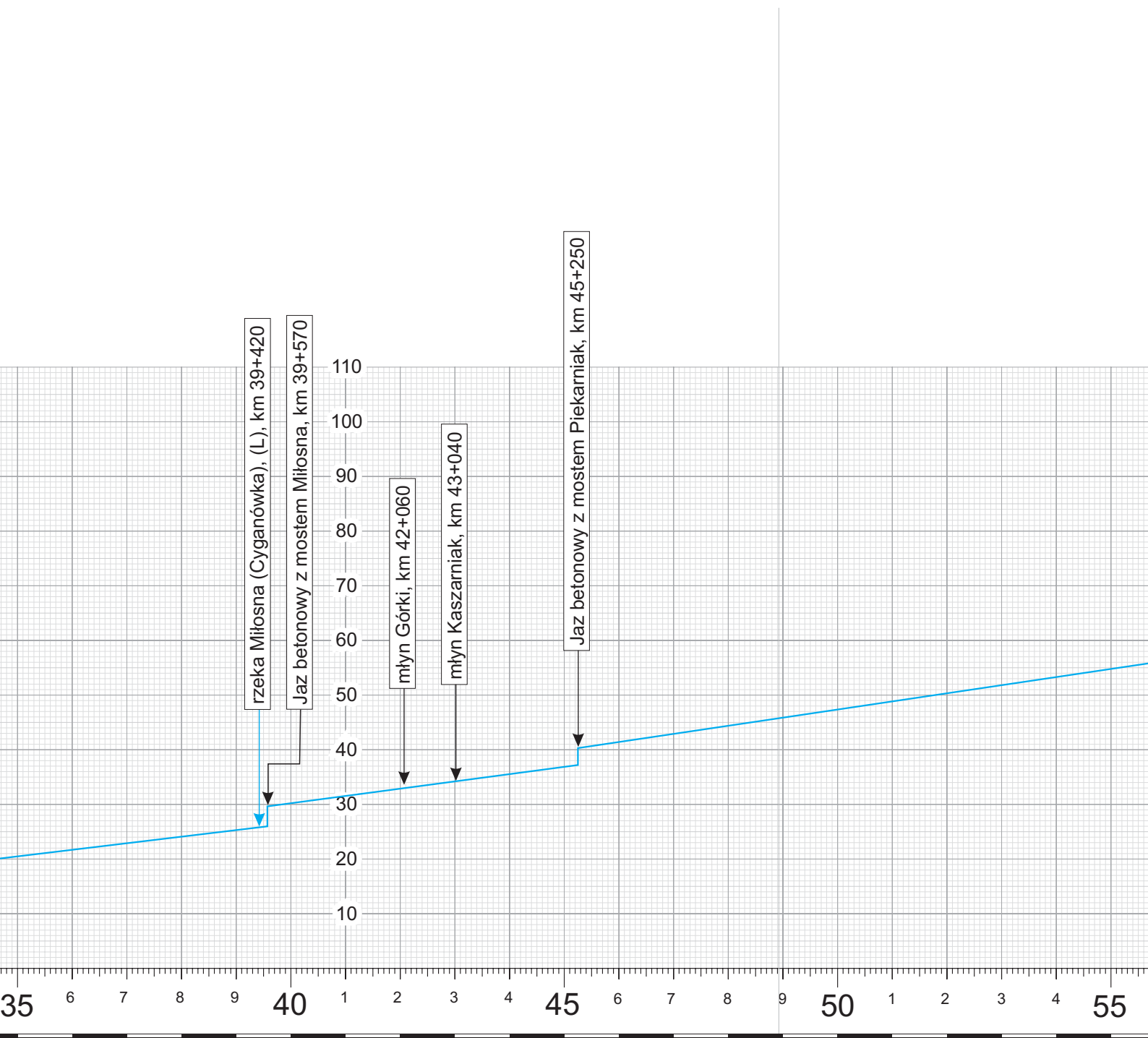
Str. Marezza



Kan. Palemona



Bogusze



▶ I = 1,3‰
L = 5680m

▶ I = 1,4‰
L = 12490m

53° 43' 10,7" N
18° 56' 45,7" E

▶ 53° 43' 10" N
18° 56' 45,7" E

▶ 53° 44' 33,6" N
18° 57' 14,2" E

▶ 53° 45' 01,1" N
18° 57' 58,3" E

215°S

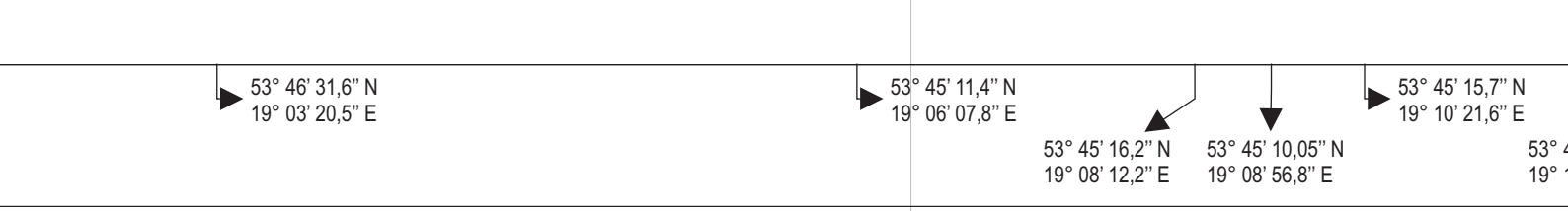
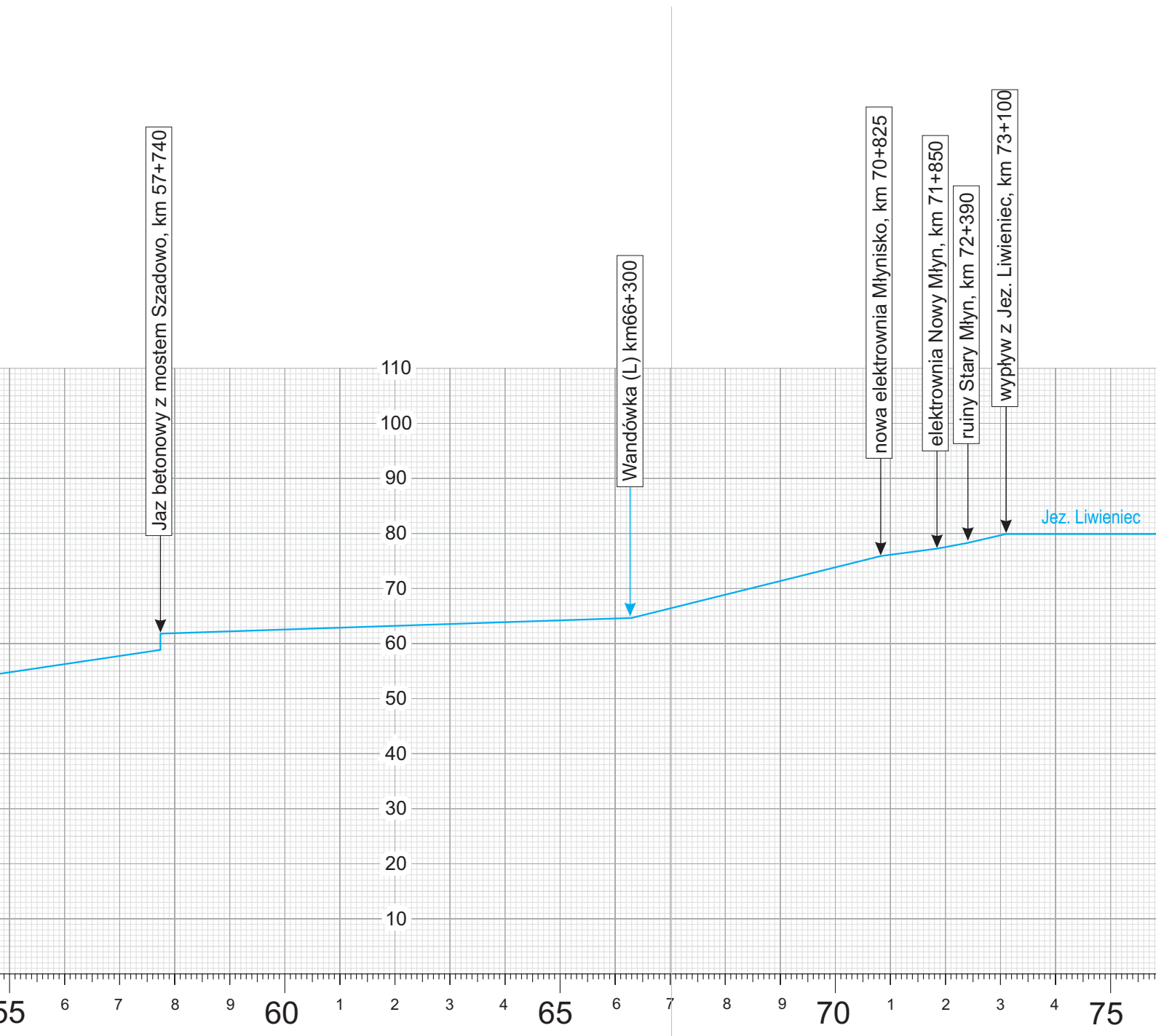


250°W



Miłosna: staw młyński i jaz z mostem

Piekarniak



Szadowo



Wandówka



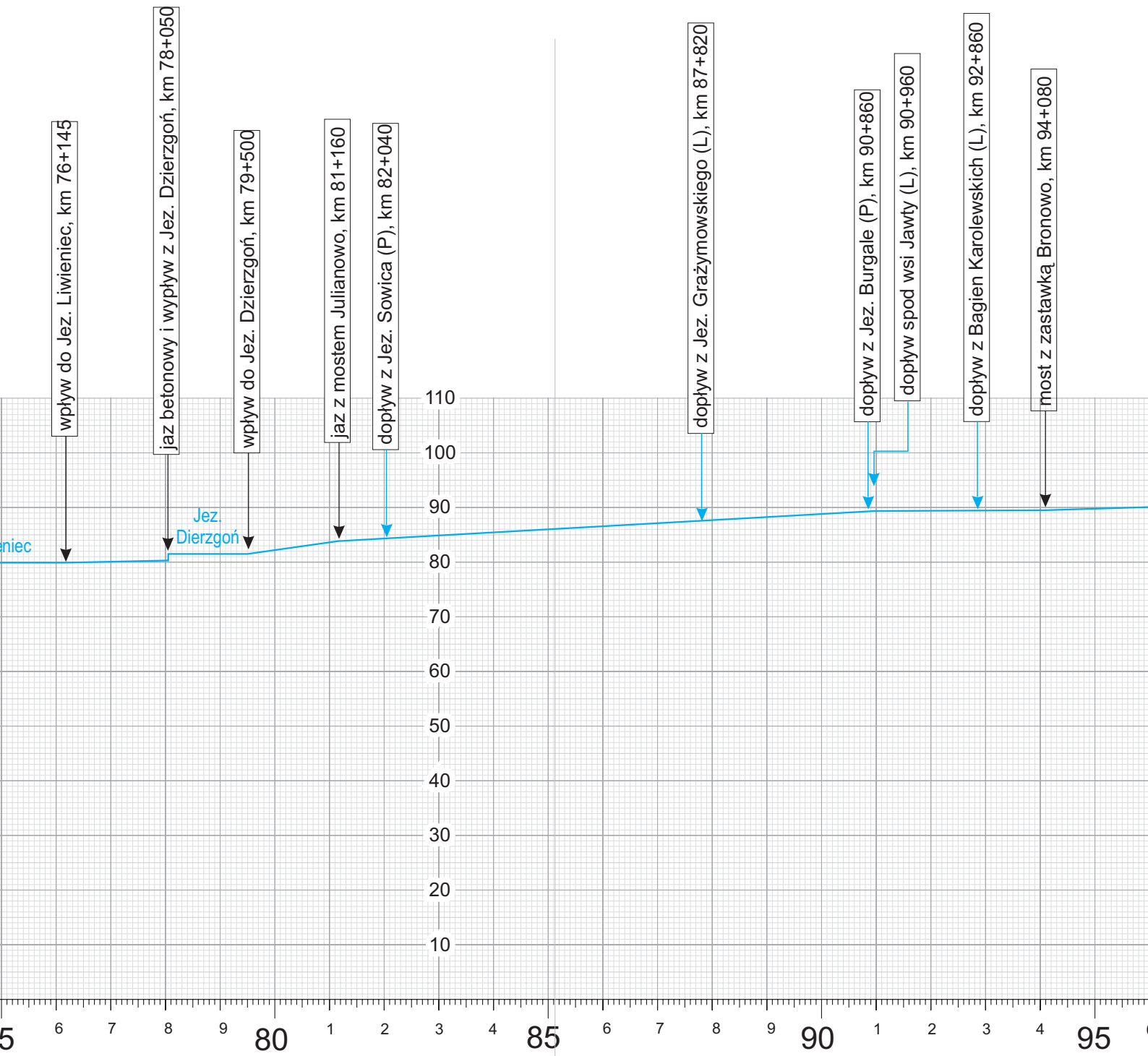
Młynisko



Nw. Młyn



Jez. Liwieniec



$I = 1,4\text{‰}$ $L = 1660\text{m}$ $I = 0,4\text{‰}$ $L = 20970\text{m}$

53° 46' 14,9" N 19° 11' 04,9" E 53° 46' 58,6" N 19° 11' 33,9" E 53° 46' 33,4" N 19° 12' 33,7" E 53° 45' 57,1" N 19° 12' 35,1" E 53° 45' 39" N 19° 13' 08,9" E

53° 43' 39,9" N 19° 14' 22,5" E 53° 43' 56,9" N 19° 16' 40,3" E 53° 43' 57,1" N 19° 16' 45,3" E 53° 44' 09,7" N 19° 18' 24,6" E

191°S 310°W 340°N 240°W



ec



Jez. Dzierzgoń



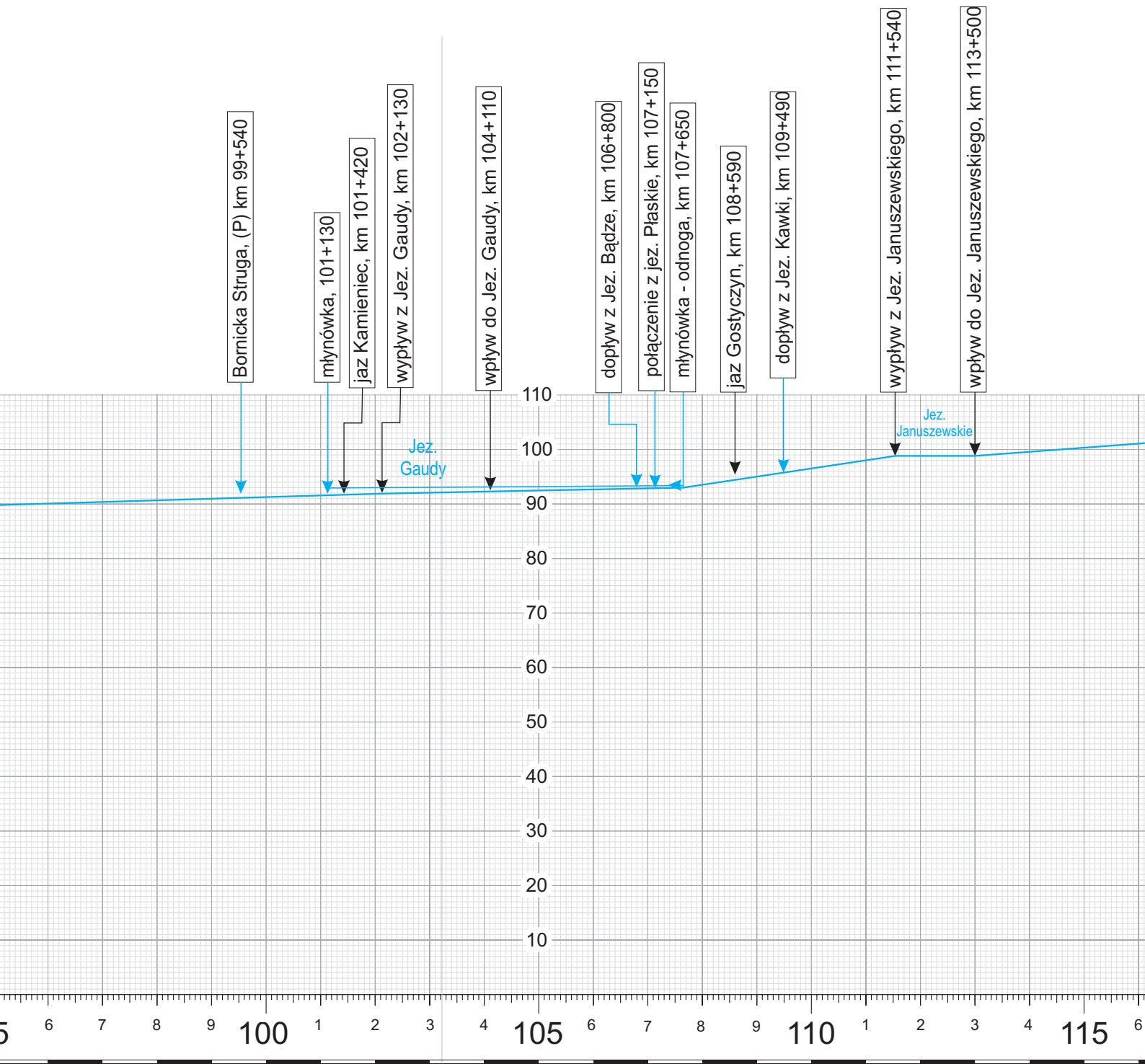
Julianowo



Str. z jez. Burgale



Str. z Bag. Karolew.



I = 0,7‰
L = 9410m

I = 0,5‰
L = 5180m

			53° 45' 47" N 19° 25' 02" E			53° 44' 47,8" N 19° 28' 16,6" E		53° 43' 27,5" N 19° 29' 04,9" E
53° 45' 53,4" N 19° 22' 24,7" E	53° 45' 55,8" N 19° 23' 08" E	53° 45' 57,9" N 19° 27' 22,9" E	53° 45' 38,7" N 19° 27' 43,4" E	53° 45' 15,9" N 19° 28' 09,2" E	53° 44' 01" N 19° 28' 20,5" E			

220°S 273°W 337°N 310°W 328°N



Bornicka Str. Jez. Gaudy



Str. z Jez. Bądze



Gostyczyn

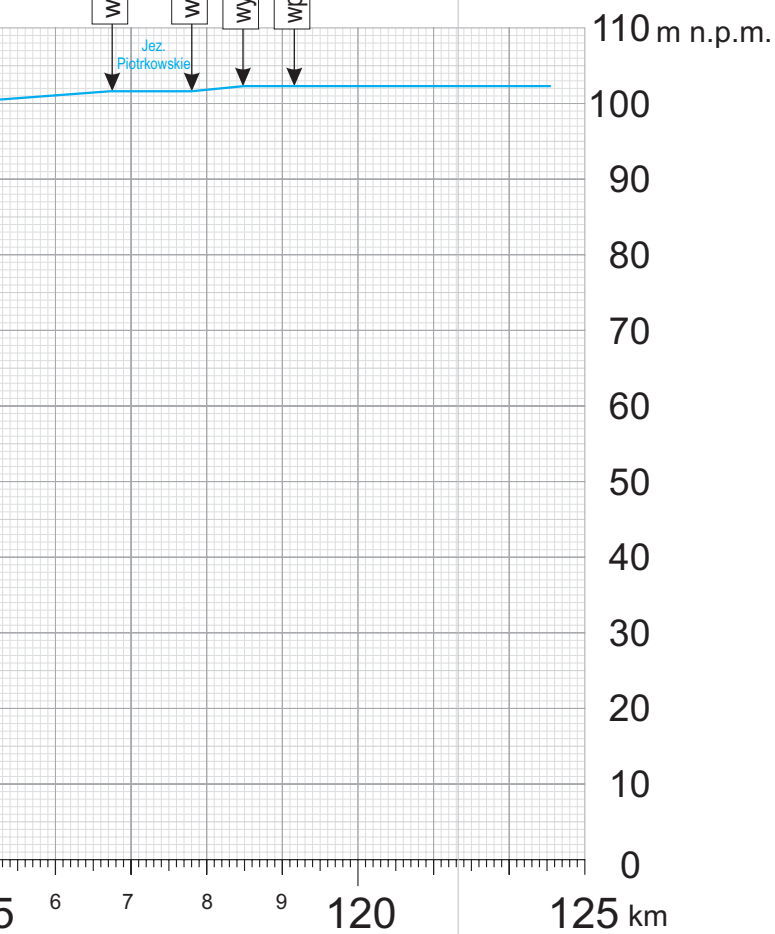
wypływ z Jez. Piotrkowskiego, km 116+720

wpływ do Jez. Piotrkowskiego, km 117+800

wypływ z Jez. Piotrkowskiego Małego, km 118+490

wpływ do Jez. Piotrkowskiego Małego, km 118+490

SKALA 1: $\frac{1000}{100\ 000}$



↓	ŚREDNI SPADEK
↓	PRZEPŁYWY
↓ 53° 42' 04" N 19° 30' 44,5" E	WSPÓLRZĘDNE GEOGRAFICZNE/GPS
→	UŚREDNIONY KIERUNEK BIEGU RZEKI
	MOSTY
	UWAGI

Rozdział VII

Reżim hydrologiczny

7.1. Dynamika wód powierzchniowych

Dynamikę wód powierzchniowych obrazują, krzywe miesięcznych i rocznych stanów wody, krzywe codziennych stanów wody w przebiegu rocznym, stany główne, strefy stanów wody oraz częstotliwość i czas trwania stanów wody. Wszystkie te elementy z jednej strony obrazują dynamikę i reżim rzeki, a z drugiej są odbiciem powiązań rzeki z elementami środowiska przyrodniczego.

W dorzeczu Liwy znajduje się jedna stacja pomiarowa stanów wody, na 26+600 kilometrze rzeki licząc od ujścia do Nogatu w Białej Górze, w mieście Kwidzyn przy moście na ulicy Karowej. Zbudowany w 1904 roku wodowskaz na Liwie był przez dziesiątki lat prawie jedynym źródłem informacji o „charakterze” rzeki. Rzędna zera wodowskazu, to znaczy wysokość działki zerowej nad poziomem morza wynosi 10,31 metra. Co prawda w związku z przeprowadzoną regulacją rzeki w 1934 r., stany wody po latach trzydziestych są nieporównywalne z danymi z wcześniejszych lat, jednakże zostały zachowane. W obecnym roku mija sto lat od założenia wodowskazu. Zważywszy na fakt, że pierwsze służby hydrograficzne (zwane też hydrometrycznymi) zaczęły powstawać w Europie Środkowej w drugiej połowie XIX w.³⁷, to obserwacje na Liwie w Kwidzynie mają długą tradycję. W niniejszym opracowaniu uwzględniłam okres pomiarów w latach hydrologicznych 1964 – 1983. Na podstawie danych z tego okresu i własnych spostrzeżeń terenowych przeanalizowałam reżim rzeki.

Wszystkie elementy obrazujące dynamikę rzeki zostały zilustrowane graficznie, a odpowiednie dane liczbowe zostały zestawione w tabelach.

³⁷ E. Bajkiewicz-Grabowska, Z. Mikulski, *Hydrologia ogólna*, wyd. PWN, Warszawa 1996.

Tabela 3. Średnie miesięczne, średnie roczne i ekstremalne roczne stany wody Liwy w profilu Kwidzyn lata hydrologiczne 1964 – 1983³⁸

lp.	lata	miesiące												rok		
		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	średnie roku	max. roku	min. roku
1	1964	103	104	110	124	109	130	113	101	109	105	102	97	109	134	87
2	1965	95	97	98	106	113	111	110	107	116	106	124	119	108	146	79
3	1966	118	130	163	159	137	133	115	106	113	112	117	119	127	192	80
4	1967	120	128	157	155	168	154	139	114	104	122	117	119	133	188	89
5	1968	123	144	172	178	164	148	129	114	100	100	112	114	133	206	78
6	1969	118	124	142	156	124	105	96	76	88	114	118	105	114	178	61
7	1970	99	106	131	147	148	160	188	150	116	117	152	119	136	204	74
8	1971	161	199	196	164	169	131	127	126	118	111	126	126	146	226	90
9	1972	127	137	158	176	132	127	119	114	117	107	128	129	131	203	87
10	1973	129	133	157	135	149	136	134	127	116	139	113	93	130	201	75
11	1974	120	131	145	141	147	115	114	114	143	120	104	132	127	187	75
12	1975	169	166	171	162	145	127	119	96	94	87	91	90	126	180	70
13	1976	90	92	137	163	116	110	108	114	97	99	112	104	112	186	80
14	1977	109	123	135	143	150	172	163	141	118	122	117	112	134	194	78
15	1978	110	105	137	166	134	121	128	118	109	113	122	136	125	209	86
16	1979	141	159	164	159	165	203	168	124	101	98	101	110	141	210	84
17	1980	117	118	133	128	114	128	126	129	186	177	154	154	139	220	90
18	1981	151	158	160	164	170	159	138	127	139	147	164	164	153	199	118
19	1982	179	197	218	184	196	173	152	129	139	126	117	110	160	248	100
21	1983	105	107	117	125	143	157	135	125	124	129	133	123	127	164	99
22	sumy	2917	3107	3468	3486	3348	3258	3084	2798	2762	2770	2886	2836	3048	3875	1780
23	średnie roczne	124	133	150	152	145	140	131	118	117	118	121	119	131	194	84

Tabela 4. Średnie roczne i średnie miesięczne przepływy wody w Liwie w latach hydrologicznych 1964 – 1983³⁹

lp.	lata	miesiące												średnie roku XI-X	średnie zimy XI-IV	średnie lata V-X
		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X			
1	1964	1,30	1,40	1,42	2,15	1,70	3,20	2,10	1,14	1,15	0,84	0,72	0,74	1,49	1,86	1,12
2	1965	1,19	1,22	1,20	1,20	2,00	2,05	1,97	1,64	1,65	0,93	1,89	2,04	1,58	1,48	1,69
3	1966	1,82	2,60	2,66	2,74	3,61	3,08	2,27	1,37	1,45	1,07	1,10	1,23	2,08	2,75	1,42
4	1967	1,47	2,70	2,35	4,43	5,45	4,63	3,54	1,88	1,26	2,00	1,79	2,15	2,80	3,51	2,10
5	1968	2,55	3,53	4,25	5,36	4,99	4,27	2,76	1,58	0,80	0,72	1,13	1,38	2,78	4,16	1,40
6	1969	1,99	1,94	2,00	2,33	1,79	1,81	1,42	0,67	0,61	0,76	0,83	0,95	1,43	1,98	0,87
7	1970	1,32	1,36	1,30	1,68	2,00	4,54	4,95	2,62	1,22	1,41	3,18	2,37	2,33	2,03	2,63
8	1971	5,04	7,12	5,99	4,88	4,57	2,82	2,14	1,62	1,12	0,80	1,30	1,70	3,26	5,07	1,45
9	1972	2,30	3,25	2,63	2,59	2,51	2,64	2,15	1,38	1,11	0,77	1,19	1,30	1,99	2,65	1,32
10	1973	1,55	1,82	2,43	2,54	3,64	2,87	2,75	1,96	1,20	1,68	1,01	0,67	2,01	2,48	1,55
11	1974	1,45	1,91	2,94	3,16	3,53	1,89	1,32	0,98	1,78	1,63	1,49	2,74	2,07	2,48	1,66
12	1975	5,05	4,88	5,21	4,32	3,39	2,45	2,04	1,23	1,16	0,94	1,09	1,02	2,73	4,22	1,25
13	1976	0,99	1,07	2,54	2,28	1,58	1,69	1,56	1,37	0,66	0,51	0,66	0,68	1,30	1,69	0,91
14	1977	1,08	1,85	2,12	3,32	3,76	5,31	4,65	3,20	1,74	1,59	1,32	1,15	2,59	2,91	2,28
15	1978	1,20	1,26	1,61	1,60	2,95	2,32	2,17	1,29	0,83	0,96	1,64	3,15	1,75	1,82	1,67
16	1979	3,44	3,66	2,48	2,31	3,90	8,04	5,18	2,05	0,87	0,68	0,74	1,03	2,87	3,79	1,76
17	1980	1,33	1,62	1,37	1,62	1,63	2,27	2,09	1,76	4,22	4,46	3,72	3,74	2,49	1,64	3,33
18	1981	3,48	3,53	3,41	4,30	4,98	4,07	2,72	2,14	2,57	2,75	3,38	4,42	3,48	3,96	3,00
19	1982	5,70	6,94	9,92	6,10	6,91	5,20	3,61	2,26	2,62	1,61	1,41	1,45	4,48	6,80	2,16
20	1983	1,25	1,31	1,60	1,90	2,72	3,57	2,38	1,64	0,90	0,61	0,62	0,72	1,60	2,06	1,15
21	razem	53,3	63,23	66,12	67,84	76,02	78,5	62,95	39,89	32,88	30,33	34,32	39,59	47,09	59,51	34,67
22	średnie miesięczne	2,28	2,75	2,97	3,04	3,38	3,44	2,69	1,69	1,45	1,34	1,51	1,73	2,35	2,98	1,73

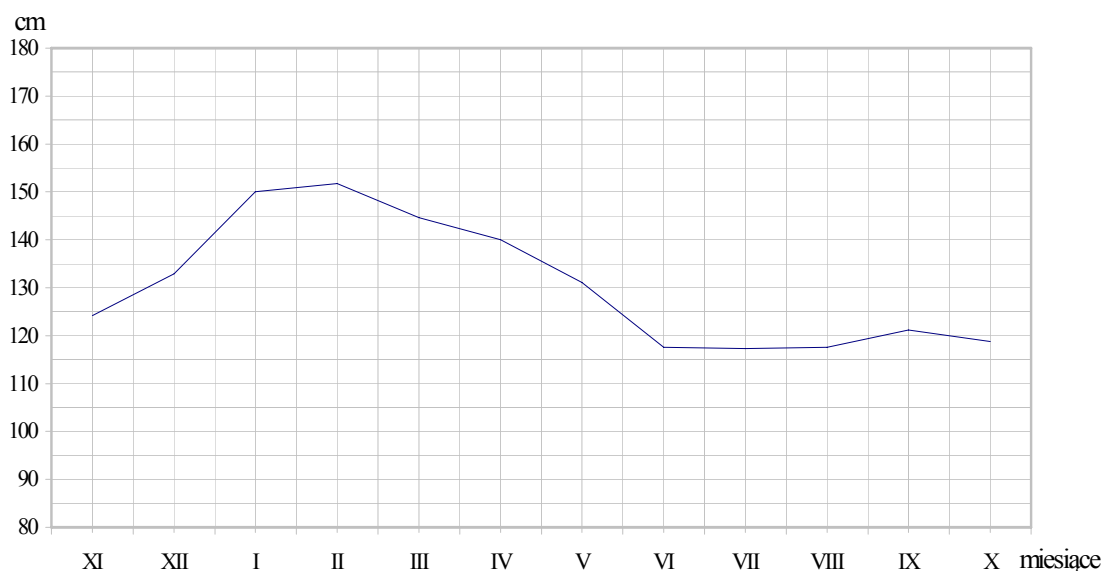
³⁸ Roczniki Hydrologiczne wód powierzchniowych, z lat 1964-83, IMGW, Wydawnictwa Łączności i Komunikacji.

³⁹ ibidem.

7.2. Miesięczne wahania stanów wody i przepływów

Wahania stanów wody kształtowane są w rzece głównie zmianami przepływów. W sporadycznych przypadkach, w czasie występowania zatorów lodowych lub przy zarastaniu koryta rzeki, brak jest bezpośredniego związku stanu wody z wielkością przepływu.

Wybrane dane z dwudziestolecia, czyli obserwowane stany wody w cm w profilu wodowskazowym Kwidzyn i wielkości przepływów w m³/s przedstawiają tabele nr 3 i 4.

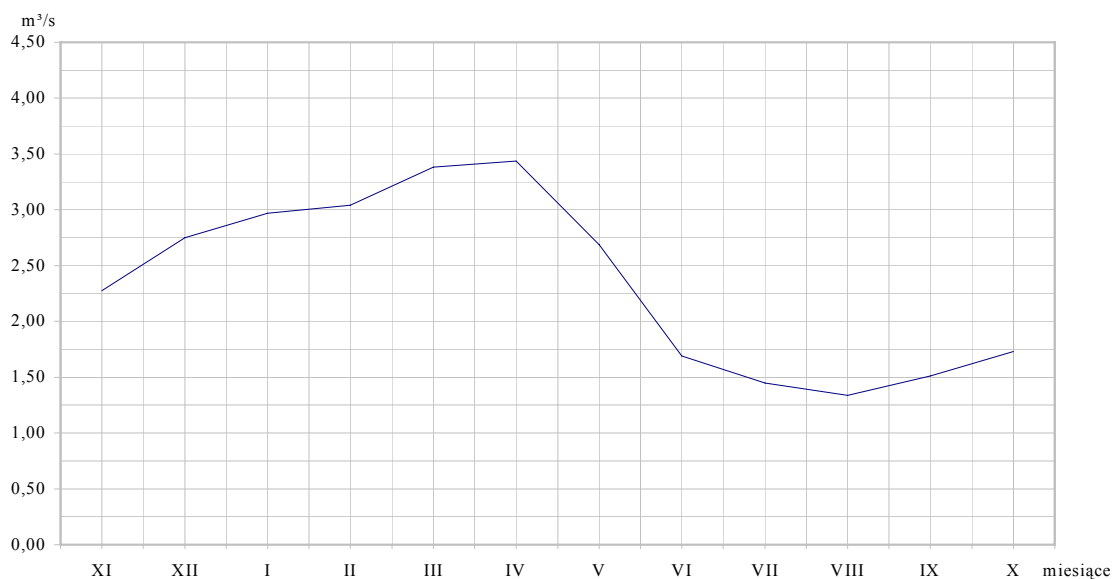


Ryc. 40. Średnie miesięczne stany wody Liwy w latach hydrologicznych 1964-83

Najwyższe średnie miesięczne stany wody na Liwie obserwowane są w półroczu zimowym tzn. od listopada do kwietnia, najniższe zaś – w półroczu letnim, czyli od maja do października. I tak (w analizowanym dwudziestoleciu) w styczniu wynosiły 150 cm a w lutym 152 cm. Latem, w czerwcu, lipcu i sierpniu, odnotowano natomiast średnie miesięczne stany wody na poziomie 117-118 cm. Rozpatrując średnie poszczególnych miesięcy, najwyższy średni stan wody przypada na styczeń 1982 roku – na poziomie 218 cm, co jest wartością 1,6 razy większą, niż średnia miesięczna badanego dwudziestolecia. Stan najniższy – to zaledwie 76 cm

w czerwcu 1969 roku, co świadczy, że średnia z tego miesiąca była o 1,7 razy niższa od średniej miesięcznej badanego dwudziestolecia.

Analiza zmienności przepływów nie obejmuje tak długich okresów, jak stany wody. Obserwacje tych ostatnich rozpoczęto znacznie wcześniej (na Liwie na początku ubiegłego wieku), jednak na podstawie analizy okresów kilkudziesięcioletnich można zauważyć pewne prawidłowości, potwierdzające integralny związek stanów wody z przepływami.

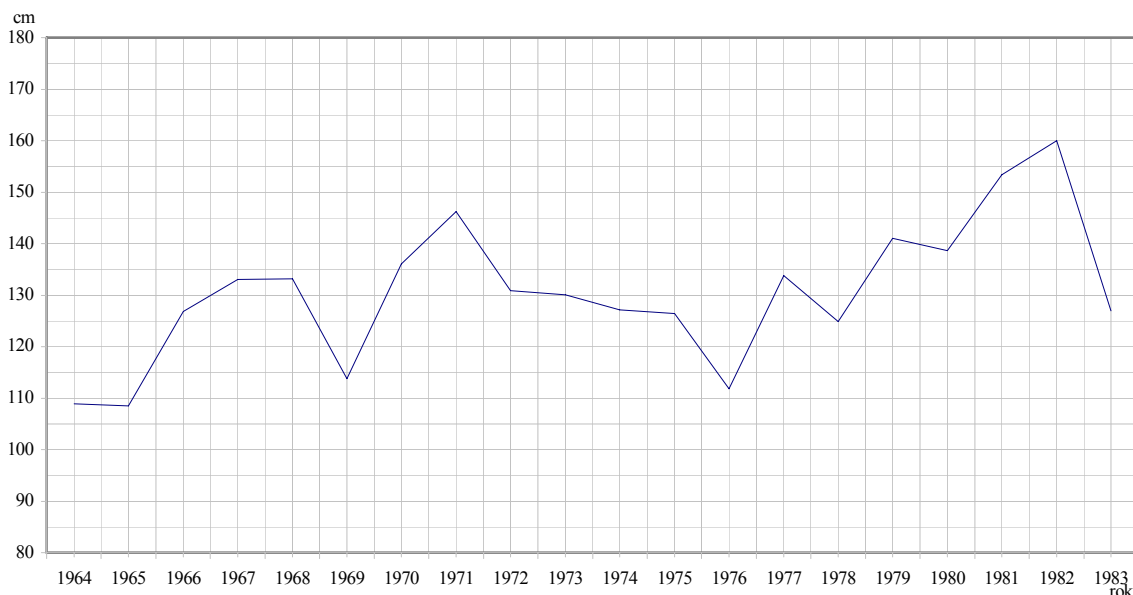


Ryc. 41. Średnie miesięczne przepływy rzeki Liwie w wieloleciu 1964-83

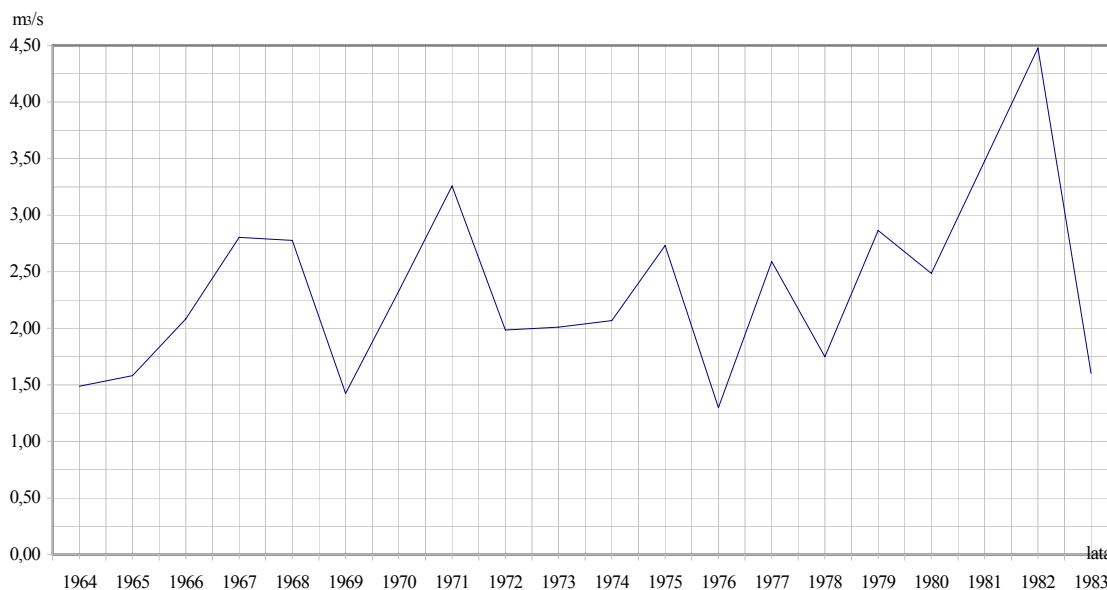
I tak na wykresie rozkładu przepływów w ciągu roku, średnie przepływy miesięcy zimowych tzn. od listopada do kwietnia, są wyraźnie wyższe, niż średnie przepływy miesięcy letnich, od maja do października. Zimowa średnia z wielolecia – to $2,98 \text{ m}^3/\text{s}$, natomiast letnia – $1,73 \text{ m}^3/\text{s}$. Najwyższe przepływy wiosenne wystąpiły w marcu ($3,38 \text{ m}^3/\text{s}$) i kwietniu ($3,44 \text{ m}^3/\text{s}$), natomiast najniższe przepływy są charakterystyczne dla czerwca ($1,69 \text{ m}^3/\text{s}$), lipca ($1,45 \text{ m}^3/\text{s}$) i sierpnia ($1,34 \text{ m}^3/\text{s}$).

7.3. Roczne stany wody i przepływy

Przeciętne wahania średnich rocznych stanów wody w latach 1964-1983 kształtują się na granicy pół metra (51cm). Najniższy średni stan wody odnotowano dla lat 1964 i 1965 – 109cm a najwyższy średni roczny stan wody odnotowano dla 1982 r. – 160cm. Maksymalne obserwowane rozpiętości poziomów wody ($H_{\max.\text{obs.}} - H_{\min.\text{obs.}}$) na Liwie kształtowały się między 248 cm (styczeń 1982 r.), a 61cm (czerwiec 1969 r.). Różnica wyniosła 187cm. Można uznać, że nie jest to duża różnica, biorąc pod uwagę, że średnie stany wody w dwudziestolecie kształtują się na poziomie 131cm.



Ryc. 42. Średnie roczne stany wody Liwy w latach hydrologicznych 1964-83



Ryc. 43. Średnie roczne przepływy Liwy w latach 1964-83

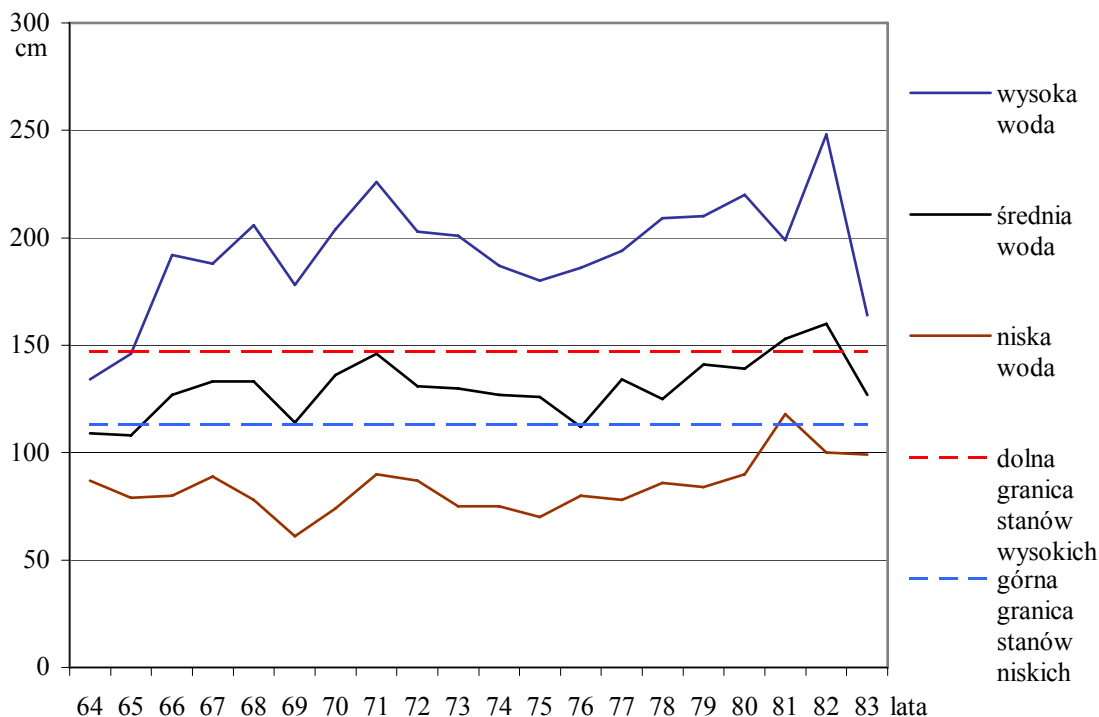
Przedstawiony na wykresie przebieg średnich rocznych przepływów Liwy w profilu Kwidzyn obejmuje okres od 1964 do 1983 roku. Widać na nim znaczne wahania średnich rocznych przepływów – od 1,3 m³/s w 1976 r. do 4,48 m³/s w 1982 r. Jest to 3,18m³/s różnicy, co przy średnim rocznym przepływie w wieloleciu 2,35m³/s dla Liwy stanowi prawie 1,5 razy więcej od średniej ilości przepływającej wody w korycie. Absolutnym wyjątkiem w tym dwudziestoleciu jest rok 1982, gdzie średni roczny przepływ wynosił 4,48 m³/s. Rozkład roczny przepływu w wyjątkowym 1982 r. wykazuje duże różnice. Najwyższy przepływ – w styczniu – wyniósł 9,92 m³/s, zaś najniższy – we wrześniu – zaledwie 1,41 m³/s. Tak, więc roczna amplituda średnich miesięcznych przepływów tego roku wynosi aż 8,51 m³/s i jest 3,6 razy większa od średniego rocznego przepływu w badanym dziesięcioleciu. Wahania średnich półrocznych stanów wody w dwudziestoleciu oznaczają, że rzeką w ciągu roku płyną bardzo różne ilości wody. Od 0,87 m³/s latem 1969 roku, do prawie 8 razy więcej: 6,80 m³/s zimą 1982 roku.

Występowanie wysokich stanów wody i przepływów w miesiącach zimowych spowodowane jest zapewne odprowadzaniem przeważającej części wody z terenów jezior w czasie zimy i wiosny i związane jest z taniem śniegu. Latem i jesienią przepływy i stany wody są znacznie niższe i ma to związek z niskimi wartościami opadów półrocza letniego w dorzeczu – poniżej 350 mm.

Wykresy kształtowania się średnich stanów wody jak i przepływów potwierdzają, że sytuacje ekstremalne na Liwie, groźne powodzie lub okresy posuchy, nie są udziałem tej rzeki. Na taką sytuację mają niewątpliwie wpływ liczne jeziora, przez które przepływa rzeka. Zdolność retencjonowania wody w jeziorach powoduje wyrównywanie stanów wody i przepływów w Liwie.

7.4. Charakterystyczne stany wody i strefy stanów

Zestawione w tabeli numer 3 między innymi ekstremalne roczne stany wody rzeki Liwy, pozwoliły na sporządzenie wykresu ich zmian i wydzielenie strefy stanów wody – niskiej, średniej i wysokiej.



Ryc. 44. Strefy stanów wody oraz średnie i ekstremalne stany wody Liwy w latach 1964-83

Strefa stanów niskich obejmuje przedział od absolutnego minimum wynoszącego 61 cm do wartości 113 cm. Strefa stanów średnich zajmuje przedział od 114 cm do 147 cm, a strefa stanów wysokich sięga od 148 cm do wartości maksimum absolutnego w badanym dwudziestoleciu, wynoszącego 246 cm. Średnia dwudziestoletnia woda kształtuje się na poziomie 131 cm.

7.5. Dienne stany wody i opady

Kolejnym elementem odzwierciedlającym charakter rzeki są krzywe przebiegu codziennych stanów wody zależnych od opadów atmosferycznych. Zostały one sporządzone dla charakterystycznych lat hydrologicznych 1976 i 1981.

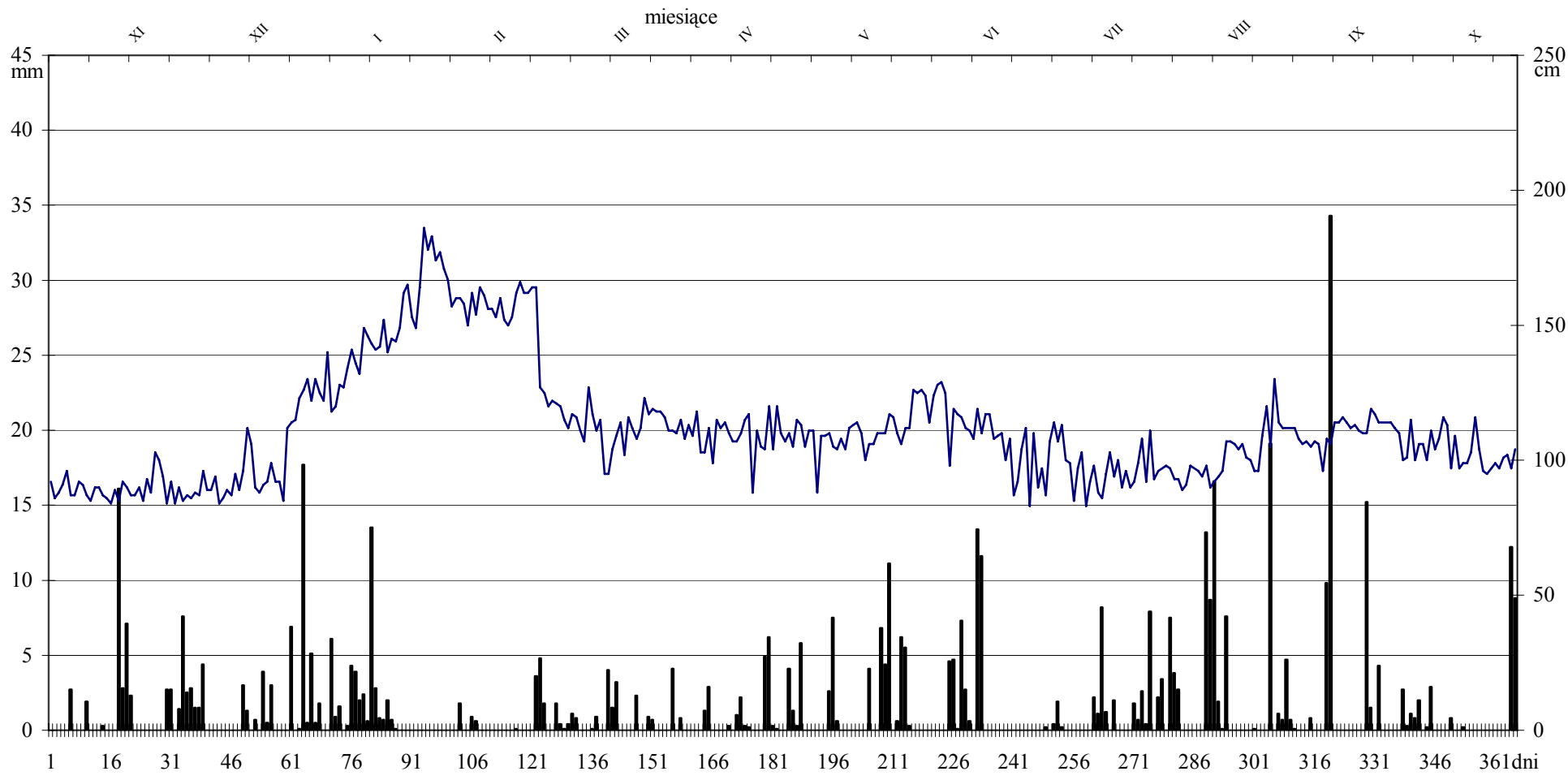
Krzywa z roku 1976 prezentuje zmiany w latach suchych, a krzywa z roku 1981 może być odzwierciedleniem dynamiki wód powierzchniowych w latach mokrych.

Tabela 5. Opady atmosferyczne w [mm] w roku hydrologicznym 1976 notowane na stacji w Dzierzgoniu, * - oznacza opad w postaci śniegu, ▲ - oznacza opad w postaci gradu

dni	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1.	0	2,7	0	0	3,6*	0	0	5,5	0	7,9	0	0
2.	0	0	0,1*	0	4,8*	0	0	0,3	0	0	1,1	0
3.	0	1,4	17,7*	0	1,8*	0	4,1	0	0	2,2	0,7	2,7
4.	0	7,6	0,5*	0	0	4,1	1,3	0	0	3,4	4,7	0,3
5.	0	2,5	5,1*	0	0	0	0,3	0	0	0	0,7	1,1
6.	2,7	2,8*	0,5*	0	1,8*	0,8	5,8	0	0,2	7,5	0,1	0,8
7.	0	1,5	1,8▲	0	0,4*	0	0	0	0	3,8	0	2
8.	0	1,5*	0	0	0,1*	0	0	0	0,4	2,7	0	0
9.	0	4,4*	0	0	0,4*	0	0	0	1,9	0	0	0,2
10.	1,9	0	6,1*	0	1,1*	0	0	0	0,2	0	0,8	2,9
11.	0	0	0,9	1,8*	0,8*	0	0	0	0	0	0	0
12.	0	0	1,6*	0	0	1,3	0	4,6	0	0	0	0
13.	0	0	0	0	0	2,9	2,6	4,7	0	0	0	0
14.	0,3	0	0,3*	0,9*	0	0	7,5	0,1	0	0	9,8	0
15.	0	0	4,3*	0,6*	0,1*	0	0,6	7,3	0	13,2	34,3	0,8
16.	0	0	3,9*	0	0,9*	0	0	2,7	0	8,7	0	0
17.	0	0	2*	0	0	0	0	0,6	0	16,6	0	0
18.	16,1	0	2,4*	0	0	0,3	0	0	2,2	1,9	0	0,2
19.	2,8	3*	0,6*	0	4*	0	0	13,4	1,1	0,1	0	0
20.	7,1*	1,3*	13,5*	0	1,5*	1,0	0	11,6	8,2	7,6	0	0
21.	2,3*	0	2,8	0	3,2*	2,2*	0	0	1,2	0	0	0
22.	0	0,7	0,8*	0	0	0,3*	0	0	0	0	0	0
23.	0	0	0,7*	0	0	0,2	4,1	0	2	0	0	0
24.	0	3,9	2*	0	0	0	0	0	0	0	15,2	0
25.	0	0,5*	0,7*	0,1*	0	0	0	0	0	0	1,5	0
26.	0	3,0*	0,1*	0	2,3	0	6,8	0	0	0	0	0
27.	0	0	0	0	0	4,9	4,4	0	0	0,1	4,3	0
28.	0	0	0	0	0	6,2*	11,1	0	1,8	0	0	0
29.	0	0	0	0	0,9	0,3	0	0	0,7	0	0	0
30.	2,7	0	0	0	0,7	0,1	0,6	0	2,6	0	0	12,2
31.		6,9	0		0		6,2		0,4	19,1		8,8
suma	35,9	43,7	68,4	3,4	28,4	24,6	55,4	50,8	22,9	94,8	73,2	32,0

Tabela 6. Stany wody Liwy w roku hydrologicznym 1976 [cm] w profilu Kwidzyn.

dni	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1.	92	92	115	164	164	118	110	112	112	111	130	112
2.	86	84	123	186	127	116	107	112	83	93	114	110
3.	88	90	126	178	125	111	110	126	110	96	112	100
4.	91	85	130	183	120	111	105	125	90	97	112	101
5.	96	87	122	174	122	110	115	126	97	98	112	115
6.	87	86	130	177	121	115	113	124	87	97	112	100
7.	87	88	125	171	120	108	105	114	107	93	108	106
8.	92	87	122	167	115	113	111	124	114	93	106	106
9.	91	96	140	157	112	109	111	128	107	89	107	100
10.	87	89	118	160	117	118	88	129	113	91	105	111
11.	85	89	120	160	116	103	109	125	100	98	107	104
12.	90	94	128	158	111	103	109	98	99	97	106	108
13.	90	84	127	150	107	112	110	119	85	96	96	116
14.	87	86	134	162	127	99	105	117	97	94	108	113
15.	86	89	141	154	117	115	104	116	103	98	106	97
16.	84	87	136	164	111	112	108	112	83	90	114	109
17.	89	95	132	161	115	114	104	111	92	92	114	97
18.	85	89	149	156	95	110	112	108	98	94	116	99
19.	92	96	146	156	95	107	113	119	88	96	114	99
20.	90	112	143	153	104	107	114	110	86	107	112	103
21.	87	106	141	160	109	110	110	117	95	107	113	116
22.	87	90	142	152	114	115	100	117	103	106	111	104
23.	90	88	152	150	102	117	106	108	94	104	110	96
24.	85	91	140	153	116	88	106	109	100	106	110	95
25.	93	92	145	162	112	111	110	110	90	101	119	97
26.	88	99	144	166	108	105	110	100	96	100	117	99
27.	103	92	149	162	112	104	110	108	90	96	114	97
28.	100	92	162	162	123	120	117	87	92	96	114	101
29.	94	85	165	164	117	104	116	92	99	109	114	102
30.	84	112	153		119	120	110	104	108	120	114	97
31.		114	149		118		106		92	105		104



Ryc. 45. Krzywa przebiegu codziennych stanów wody Liwy w Kwidzynie i przebieg opadów atmosferycznych na stacji w Dzierzgoniu w roku hydrologicznym 1976

W roku hydrologicznym 1976, reprezentującym okres suchy, podwyższone stany wody notowano na początku stycznia, lutego i marca. Najwyższy stan wody badanego roku wystąpił 2 lutego i wyniósł 186 cm. Był on najprawdopodobniej spowodowany brakiem infiltracji ze względu na zamrożony grunt i spływem wód po powierzchni.

Ostatni dzień lutego i pierwszy dzień marca to ostatnie dni w roku, w których woda kształtowała się w strefie stanów wysokich na poziomie 164 cm i jest to związane najprawdopodobniej ze spływem wód roztopowych. Po przejściu fali wysokich wód, przez pozostałe dni marca i kolejne miesiące do końca roku, stan wody bez względu na opady atmosferyczne oscylował na granicy stanów niskich i średnich – w okolicach poziomu 110 cm, czyli o blisko 20 cm poniżej średniej z badanego dwudziestolecia.

Najwyższe opady w omawianym roku hydrologicznym przypadły na miesiąc sierpień (suma miesięczna 94,8 mm) i niewiele od nich niższe – na wrzesień (z sumą miesięczną 73,2 mm i maksymalną dobową roczną w wysokości 34,4 mm) nie wpłynęły wyraźnie na wysokość stanów wody. Brak opadów w drugiej i trzeciej dekadzie października, również nie ma odzwierciedlenia na wykresie w postaci wyraźnych spadków stanu wody w rzece.

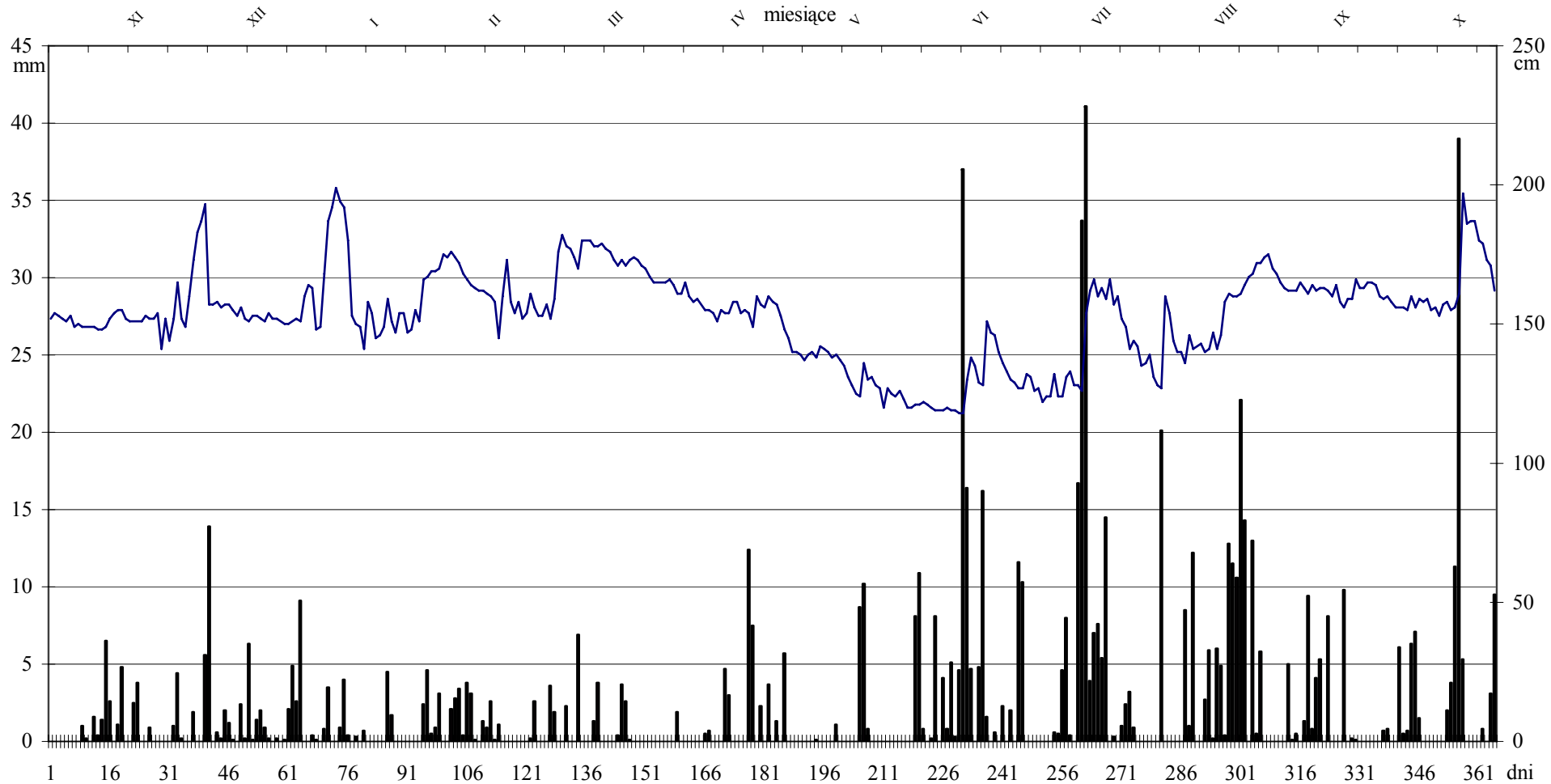
Można więc uznać że obraz krzywej stanów wody z okresu marzec-październik, oscylujących w górnej strefie stanów niskich jest odzwierciedleniem na przemian następujących piętrzeń i upuszczania wody ze zbiorników zaporowych przy elektrowniach. Zmian stanów wody, zachodzących w tym okresie, nie można wytłumaczyć przyczynami naturalnymi.

Tabela 7. Opady atmosferyczne w roku hydrologicznym 1981 [mm] na stacji w Dzierzgoniu,
*– opad w postaci śniegu

dni	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1.	0	0	4,9*	0	0	0	3,7	0	2	0,9	0,5	0
2.	0	1*	2,6*	0	0,2*	0	0	0	0	0	5,8	0
3.	0	4,4*	9,1*	2,4*	2,6*	0	1,3	0	11,6	0	0	0,7
4.	0	0,2*	0	4,6	0	0	0	0	10,3	0	0	0,8
5.	0	0	0	0,5*	0	0	5,7	0	0	0	0	0
6.	0	0	0,4*	0,9*	0	0	0	0	0	0	0	0
7.	0	1,9*	0,1*	3,1	3,6*	0	0	8,1	0	0	0	6,1
8.	0	0	0	0	1,9*	0	0	10,9	0	20,1	0	0,5
9.	1	0	0,8*	0	0	1,9	0	0,8	0	0	5	0,7
10.	0,2	5,6*	3,5*	2,1*	0	0	0	0	0	0	0,1	6,3
11.	0	13,9	0	2,8*	2,3*	0	0	0,2	0	0	0,5	7,1
12.	1,6*	0	0	3,4*	0	0	0	8,1	0,6	0	0	1,5
13.	0,4	0,6	0,9*	0,4*	0	0	0,1	0	0,5	0	1,3	0
14.	1,4	0,2	4*	3,8*	6,9*	0	0	4,1	4,6	8,5	9,4	0
15.	6,5	2	0,4*	3,1*	0	0	0	0,8	8	1	0,8	0
16.	2,6	1,2*	0	0,1*	0	0,5*	0	5,1	0,4	12,2	4,1	0
17.	0	0,1*	0,3*	0	0	0,7*	0	0,3	0	0	5,3	0
18.	1,1	0	0*	1,3*	1,3	0	1,1	4,6	16,7	0	0	0
19.	4,8	2,4*	0,7*	0,9*	3,8	0	0	37	33,7	2,7	8,1	2
20.	0	0,2	0	2,6*	0	0	0	16,4	41,1	5,9	0	3,8
21.	0	6,3	0	0,1*	0	4,7*	0	4,7	3,9	0,2	0	11,3
22.	2,5	0,1	0	1,1*	0	3*	0	0	7	6	0	39
23.	3,8	1,4	0	0	0	0	0	4,8	7,6	4,9	9,8	5,3
24.	0	2	0	0	0,4	0	8,7	16,2	5,4	0,4	0	0
25.	0	0,9	4,5*	0	3,7	0	10,2	1,6	14,5	12,8	0,2	0
26.	0,9*	0,2	1,7*	0	2,6	0	0,8	0	0	11,5	0,1	0
27.	0	0	0	0	0,1	12,4	0	0,6	0,3	10,6	0	0
28.	0	0,2	0	0	0	7,5	0	0	0	22,1	0	0,8
29.	0	0	0	0	0	0	0	2,3	1	14,3	0	0
30.	0	0,1	0	0	0	2,3	0	0	2,4	0	0	3,1
31	0	2,1	0	0	0	0	0		3,2	13	0	9,5
suma	26,8	47	33,9	33,2	29,4	33	31,6	126,6	174,8	147,1	51	98,5

Tabela 8. Stany wody Liwy w roku hydrologicznym 1981 [cm] w profilu Kwidzyn

dni	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1.	152	144	151	155	154	167	160	125	130	144	172	164
2.	154	152	152	151	161	165	158	124	129	142	172	160
3.	153	165	151	166	156	165	157	126	127	135	174	159
4.	152	152	160	157	153	165	153	123	127	136	175	160
5.	151	149	164	169	153	165	148	120	132	139	170	158
6.	153	160	163	169	157	166	145	120	131	131	168	156
7.	149	173	148	170	152	164	140	121	126	128	165	156
8.	150	183	149	175	159	161	140	121	127	127	163	156
9.	149	187	168	174	176	161	139	122	122	160	162	155
10.	149	193	187	176	182	165	137	121	124	154	162	160
11.	149	157	192	174	178	160	139	120	124	144	162	156
12.	149	157	199	172	177	158	140	119	132	140	165	159
13.	148	158	194	168	174	159	138	119	124	140	163	158
14.	148	156	192	166	170	157	142	119	124	136	161	159
15.	149	157	180	164	180	155	141	120	131	146	164	155
16.	152	157	153	163	180	155	140	119	133	141	162	156
17.	154	155	150	162	180	154	138	119	128	142	163	153
18.	155	153	149	162	178	151	139	118	128	143	163	157
19.	155	156	141	161	178	155	137	118	126	140	162	158
20.	152	152	158	160	179	154	135	130	154	141	160	155
21.	151	151	154	158	177	154	131	138	162	147	164	156
22.	151	153	145	145	176	158	128	135	166	141	158	161
23.	151	153	146	160	173	158	125	129	160	146	156	197
24.	151	152	149	173	171	154	124	128	163	158	159	186
25.	153	151	159	158	173	155	136	151	159	161	159	187
26.	152	154	151	154	171	154	130	147	166	160	166	187
27.	152	152	147	158	173	149	131	146	157	160	163	180
28.	154	152	154	152	174	160	128	140	160	161	163	179
29.	141	151	154		171	157	127	136	152	164	165	173
30.	152	150	147		170	156	120	133	149	167	165	171
31.		150	148				127		141	168		162



Ryc. 46. Krzywe przebiegu codziennych stanów wody Liwy w Kwidzynie i przebieg opadów atmosferycznych na stacji w Dzierzgoniu w roku hydrologicznym 1981

W roku hydrologicznym 1981, reprezentującym okres mokry, pierwszy wyraźny skok stanów wody wystąpił na początku grudnia do poziomu 193 cm. Następny – w połowie stycznia, gdy woda w Liwie podniosła się do poziomu 199 cm i osiągnęła najwyższą wartość w omawianym roku. Powierzchniowa – zamarznięta warstwa gruntu nie pozwalała na infiltrację wód w głąb, a opady deszczu szybko spływają do rzeki, dając w efekcie gwałtowne podniesienie się stanów wody. Następne wezbrania zarysowują się kolejno na początku drugiej dekady lutego i marca. Są to wezbrania spowodowane głównie spływem wód roztopowych, dające w efekcie podniesienie się stanów wody do wartości odpowiednio 174 cm i 182 cm.

Po zimowych i wiosennych wezbraniach ilość wody w następnych miesiącach stopniowo zmniejsza się. Mimo dość dużego blisko 30 mm opadu deszczu w ostatniej dekadzie kwietnia, tendencja spadku stanów wody jest nienaruszona i dnia 18 i 19 czerwca osiąga najniższą wartość w roku – 118 cm. Jednocześnie 19 czerwca zanotowano jeden z najwyższych dobowych opadów atmosferycznych w obserwowanym roku o wartości 37 mm, który spowodował podniesienie się stanu wody dnia 25 czerwca do poziomu 151 cm. Kolejne opady w lipcu, sierpniu i październiku wyraźnie wpływają na stany wody w rzece, osiągające wówczas poziom 166 i 175 cm. Wrześniowe opady, nieprzekraczające 10 mm na dobę, nie wpłynęły wyraźnie na stany wody, które oscylowały na poziomie 160 cm. Ostatni wysoki stan wody analizowanego roku hydrologicznego, z dnia 23 października, wyniósł 197 cm i był spowodowany niewątpliwie jednym z najwyższych opadów dobowych w ciągu roku o wartości 39 mm.

W oparciu o przedstawioną analizę krzywych można przyjąć, że zarówno w roku hydrologicznym suchym jak i mokrym, w obiegu rocznym stanów wody, okres wezbrań to przełom zimy i wiosny, gdzie dużą rolę odgrywają wody roztopowe. Następnie występuje okres

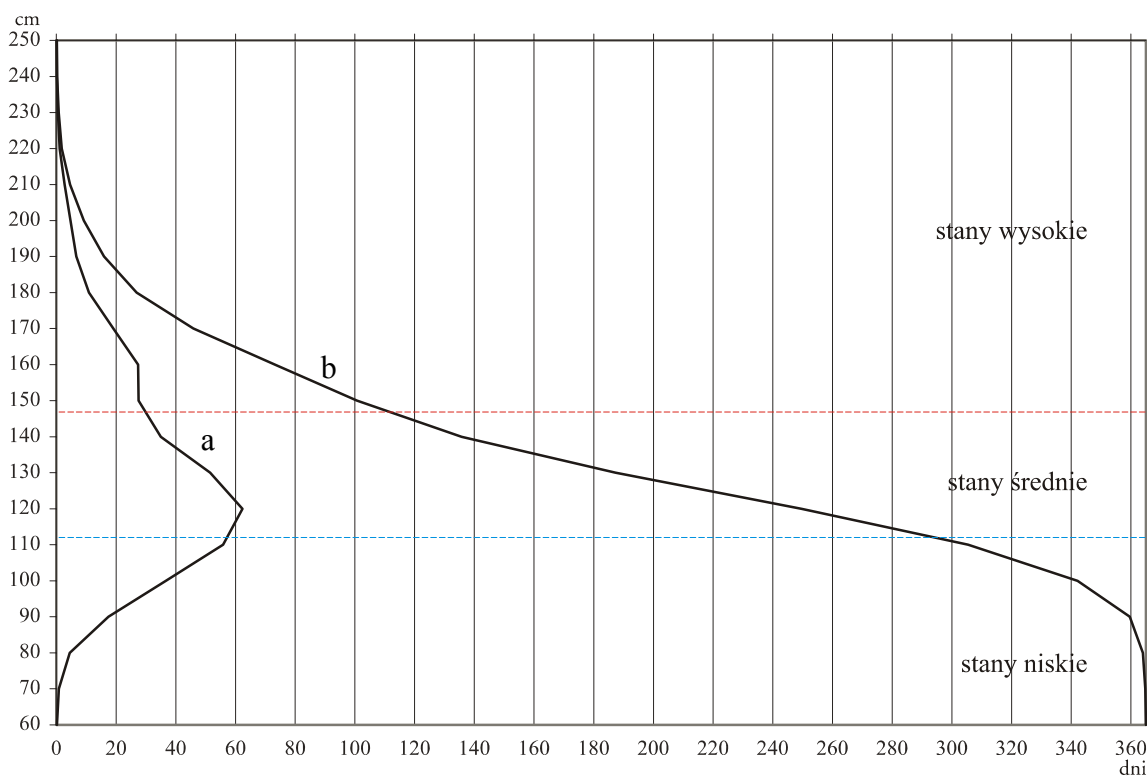
względnie ustabilizowany, w którym stany wody kształtują się średnio na poziomie około 110 cm. Taka sytuacja w roku hydrologicznym suchym utrzymuje się do końca roku i nawet dobowe opady rzędu 30 mm nie spowodowały podniesienia się stanu wody. Na taką sytuację ma wpływ działalność człowieka polegająca na piętrzeniu i upuszczaniu wody na potrzeby elektrowni, które znajdują się na Liwie przed wodowskazem w Kwidzynie i opisane są w następnym rozdziale. W drugiej połowie roku hydrologicznego mokrego widać wyraźną zależność stanów wody od opadów atmosferycznych. W kolejnych miesiącach – czerwcu, lipcu i październiku wysokie dobowe opady deszczu, średnio rzędu 39 mm, przekładają się na wysokość stanów wody, powodując wyraźne podniesienie się stanu wody średnio o 30 cm w kolejnych dniach.

7.6. Częstość i czas trwania charakterystycznych stanów wody

Wyniki obserwacji dziennych stanów wody w dwudziestoleciu 1964-83 w profilu Kwidzyn pozwalają ustalić czas trwania poszczególnych stanów wody oraz ich częstość występowania.

Stany wody uszeregowałam według wielkości w przedziałach dziesięciocentymetrowych, a następnie określiłam ilość spostrzeżeń w poszczególnych przedziałach. Na podstawie wartości rocznych obliczyłam krzywą częstości stanów wody oraz krzywą sum czasów trwania stanów wody za okres 1964-83.

Dane z tabeli nr 9 przedstawia wykres:



Ryc. 47. Krzywa częstości (a) i sum czasu trwania stanów wody (b) Liwy w Kwidzynie za okres 1964-83.

Z wykresu można odczytać wyraźnie, że najczęściej są obserwowane i najdłużej trwają wody w strefie stanów średnich. Ponad połowa dni w roku, 55 %, czyli 200 dni trwają średnie stany wody w przedziale od 113 do 147 cm. Stany wód wysokich, związane z wezbraniem, trwają

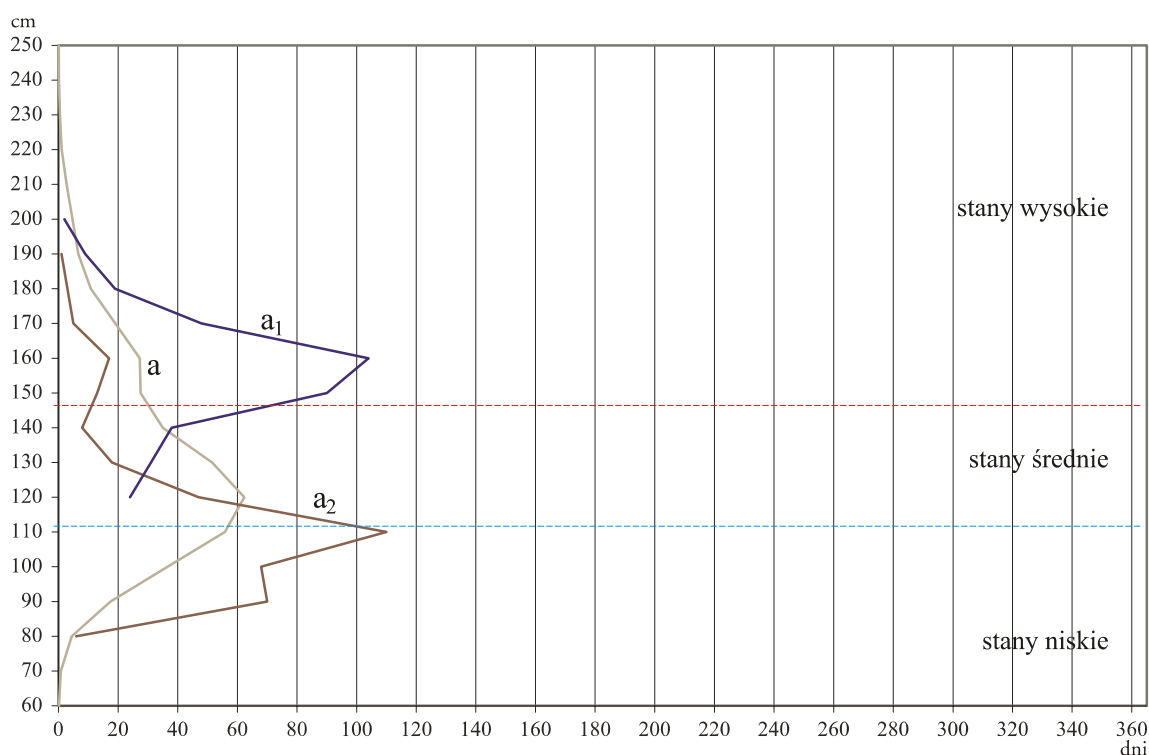
przeciętnie 110 dni w ciągu roku, stanowiąc 30 % dni w roku. Najkrócej trwają wody w ze strefy stanów niskich – przeciętnie 55 dni, stanowiąc zaledwie 15% dni w roku. Najczęściej występują stany wody w przedziale średnich stanów wody, np. wodę na poziomie 120 cm odnotowano średnio przez ponad 62 dni.

Tabela 9. Zestawienie przeciętnej krzywej częstotliwości i krzywej sum czasów trwania stanów wody Liwy w Kwidzynie za lata 1964-83

przedziały stanów	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65	64	suma z okresu	średni stan w cm	przeciętny czas trwania w okresie	suma czasów trwania
254:245		2																			2	250	0,1	0,1
244:235		3																			3	240	0,15	0,25
234:225		9										1									10	230	0,5	0,75
224:215		7		2								12									21	220	1,049	1,799
214:205		21		6	17	1						9				1					55	210	2,748	4,547
204:195		19	2	8	21	2					1	9	20	8		4					94	200	4,697	9,244
194:185		39	9	13	6	6	10	1		1	0	12	15	8	1	5	3	5			134	190	6,698	15,942
184:175		51	19	11	15	7	10	3	6	3	8	5	17	22	0	27	4	10			218	180	10,897	26,839
174:165		30	48	19	25	7	11	5	80	3	8	8	30	20	7	31	34	15			381	170	19,037	45,876
164:155	22	18	104	32	59	6	35	17	30	15	12	4	33	57	18	33	38	14			547	160	27,331	73,207
154:145	30	19	90	39	27	9	49	13	27	57	44	14	11	38	22	23	32	6	1		551	150	27,531	100,738
144:135	48	17	38	42	52	44	39	8	20	42	75	61	34	33	18	22	42	50	5	11	701	140	35,026	135,764
134:125	96	49	31	46	9	69	44	18	11	79	105	96	79	36	34	37	65	69	30	28	1031	130	51,515	187,279
124:115	98	41	24	84	17	93	99	47	25	70	41	88	53	33	66	78	74	85	73	59	1248	120	62,357	249,636
114:105	54	37		57	22	82	55	110	29	51	30	47	39	41	66	48	36	66	117	130	1117	110	55,812	305,448
104:95	17	3		6	79	35	13	68	36	29	13	13	10	46	56	37	26	36	93	118	734	100	36,675	342,123
94:85				1	16	4		70	66	11	21	9	2	19	34	18	11	8	40	19	349	90	17,438	359,561
84:75								6	35	4	7			4	23	2		1	6	1	89	80	4,447	364,008
74:65															17						17	70	0,849	364,857
64:55															3						3	60	0,15	365,007
sumy	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	366	7305		365,007	

W wybranych charakterystycznych latach hydrologicznych widzimy wyraźną różnicę w czasie trwania i częstotliwości występowania wysokich, średnich i niskich stanów wody.

Następny wykres przedstawia zależność częstotliwości występowania stanów wody od charakteru roku hydrologicznego (mokry lub suchy). Krzywa częstotliwości stanów wody dla roku hydrologicznego suchego – 1976 i roku 1981 – reprezentującego lata mokre, pozwala przedstawić różnicę częstotliwości występowania ekstremalnych stanów wody.



Ryc. 48. Krzywa częstotliwości stanów wody za lata 1964-83(a), rok 1981(a₁) i rok 1976(a₂)

W 1976 roku – przedstawiającym kształtowanie się stanów wody lat suchych widzimy, że przez 90% dni w roku stany wody utrzymują się w strefie stanów średnich i niskich (poniżej 147 cm). Zupełnie odwrotna sytuacja ma miejsce w roku 1981, który jest reprezentatywny dla lat mokrych. Przez cały rok, czyli przez 100% dni w roku, stany wody kształtują się w strefie stanów wysokich i średnich (powyżej 113 cm).

Przez cały rok hydrologiczny 1981 nie odnotowano wody ze strefy stanów niskich.

Rok hydrologiczny 1976 charakteryzował się jedynie 37 dniami ze stanem wody w strefie stanów wysokich, czyli powyżej 147 cm, co stanowi zaledwie 10% dni w całym roku. Podczas gdy w roku hydrologicznym 1981 wysokie stany wody utrzymywały się aż przez 261 dni, stanowiąc 72% dni całego roku.

Średnie stany wody w roku suchym (1976) występowały przez 89 dni (24% dni w roku). Natomiast w roku mokrym – 1981 – przez 104 dni, czyli 29% dni w roku.

Strefa niskich stanów wody 1976 r. trwała przez 182 dni, czyli przez połowę roku. Natomiast w roku 1981 nie odnotowano stanu wody na poziomie 113 cm i niższym, czyli wody w strefie stanów niskich.

Czas trwania ekstremalnych stanów wody w „suchym” i „mokrym” roku obrazuje duże różnice między wybranymi, reprezentatywnymi latami. Wysokie stany wody i przeważający czas ich trwania są udziałem roku mokrego, zaś przewaga dni w roku z wodą z przedziału stanów niskich potwierdza charakter roku suchego

Stany średnie, bez względu na charakter roku, utrzymują się przez podobną ilość dni, co świadczy o tym, że poziom wody w Liwie jest raczej wyrównany. Na taki stan rzeczy może mieć wpływ działalność człowieka. Liczne zapory po dawnych młynach, obecnie przerobione w większości na elektrownie potrafią piętrzyć niekiedy w całości wodę z rzeki na własne potrzeby. Przykłady na zdjęciach poniżej pokazują miejsca, gdzie woda jest kierowana tylko przez elektrownię:



Ryc. 49 i 50. Jaz Miłosna i jaz Bogusze (fot. autor)

Takie działanie nie może pozostać bez wpływu na stan wody. Przedstawione powyżej wyniki potwierdzają wcześniej postawioną tezę, że ekstremalne, głębokie i długie niżówki lub ekstremalnie wysokie stany wody nie są udziałem tej rzeki. Potwierdza to również, że jeziora, przez które przepływa Liwa wpływają na wyrównywanie się stanów wody w rzece.

Rozdział VIII

Człowiek a środowisko geograficzne rzeki Liwy i jej dorzecza

8.1. Wykorzystanie zasobów wodnych rzeki przez człowieka na przestrzeni wieków

W czasach średniowiecza, od XIII wieku, notowano istnienie na rzece i jej dopływach szeregu młynów zbożowych, olejowych i kuźni. Jednak do czasów dzisiejszych zachowały się nieliczne ślady, pozwalające mniemać o istnieniu tych najczęściej drewnianych budowli. Można jednak wnioskować na podstawie źródeł pisanych, jak również i badań terenowych, iż na ich miejscu stawiano często nowe młyny w czasach bardziej nam współczesnych. Materiały historyczne wskazują na istnienie średniowiecznych młynów wodnych w Szadowie⁴⁰, Brokowie⁴¹, Kamionce⁴², Nicponiach (dziś Miłosna), Białkach⁴³ oraz na dopływach rzeki. Świadczą o tym takie nazwy jak: *Hammerbach*, *Mühlbach*. Od średniowiecza, a szczególnie w XVI i XVII wieku wody rzeki wykorzystywano też do żeglugi. Układ hydrologiczny rzeki w okolicach Kwidzyna był wówczas zupełnie inny niż dzisiaj, tzn. w okolicach miasta wody rzeki łączyły się z odnogą wiślaną o nazwie Stary Nogat – stąd żegluga w okolicach Kwidzyna była ściśle związana z żeglugą wiślaną. Pływały tu więc jednostki takie jak: szkuty, dubasy, kozy czy lichtany⁴⁴. Dla szyprów jednostek transportujących dobra wytworzone przez

⁴⁰ KWIDZYN – *Z dziejów miasta i okolic* wyd. Pojezierze, Olsztyn 1982, str. 287 „...systematyczne zagospodarowanie rozpoczęło się po 1540 roku, kiedy uruchomiono tu młyn i tartak...”

⁴¹ ibidem. str. 255 „...założony tu [w Brokowie w roku 1396, przyp. M.C.], mimo sporów z kapitułą, młyn został przekazany biskupstwu...”

⁴² ibidem. str. 265 „...młyn przy wsi Piotr [Vansch, w roku 1396, przyp. M.C.] sprzedał biskupstwu...”

⁴³ ibidem. str. 238 „...w roku 1394 biskup Jan zezwolił swojemu słudze Janowi Lemanowi na zbudowanie młyna olejnego na rzece Liwie.”

⁴⁴ B. Augustowski (red.), *Dolina Dolnej Wisły*, Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Wydział V Nauk o Ziemi, wyd. PAN, Warszawa 1982.

mieszkańców okolic Kwidzyna⁴⁵ do Gdańska czy Elbląga duże znaczenie miały warunki nawigacyjne na rzece, a szczególnie stany wody. Pewnym tropem może być informacja o palu dębowym istniejącym w miejscu połączenia Liwy i Starego Nogatu pod samym miastem⁴⁶. Miejsce umieszczenia oraz materiał użyty mogłyby wskazywać na wodowskaz lub znak wielkiej wody. Jednak nie zachowały się żadne źródła pisane świadczące o tym fakcie⁴⁷.

Rozwój przemysłu w dziewiętnastym i dwudziestym wieku zaowocował znaczną rozbudową i unowocześnieniem obiektów hydrotechnicznych. Koło wodne zastępuje turbina wodna napędzająca generator. W związku z tym, że tylko pomiędzy Prabutami a Kwidzynem działało 9 młynów wodnych, pojawił się problem regulacji przepływu i stworzenia jakiegoś załączka sieci pomiarowo-obszerniczej, co poniekąd wynika z pruskiej dokładności w egzekwowaniu niemieckich Praw Wodnych. Niestety tylko garstka dokumentów z tamtych czasów przetrwała do dziś. Schemat dróg wodnych węzła elbląskiego i Wisły z roku 1954 pokazuje, że Liwa od Kwidzyna była uważana za rzekę spławną, chociaż od czasów wojny nie była nigdy wykorzystywana do żeglugi. We wczesnych latach powojennych opierano się głównie na częściowo zachowanych danych niemieckich. Kilometraż szlaku wodnego wskazuje okolice mostu na ulicy Wiślanej w Kwidzynie jako początek szlaku żeglownego. Podczas rozbudowy jazu i wrót przeciwpowodziowych przy ujściu Liwy do Nogatu, w 1879 roku, uwzględniono możliwość wykorzystania rzeki do żeglugi, dobudowując służę komorową umożliwiającą przepływanie niewielkich

⁴⁵ KWIDZYN – *Z dziejów miasta i okolic*, wyd. Pojezierze, Olsztyn 1982, str. 68 „...w roku 1385 mieszczanie kwidzyńscy należeli do bractwa żeglugi wiślanej...prawdopodobne jest pośrednictwo Kwidzyna w wywozie zboża i innych produktów leśnych między miastami dominium biskupiego, a miastami położonymi na szlaku wiślanym...”.

⁴⁶ KWIDZYN – *Z dziejów miasta i okolic*, wyd. Pojezierze, Olsztyn 1982 str. 55 „...w miejscu, gdzie Stary Nogat łączył się z Liwą, przy znanym jeszcze w 1559 roku palu dębowym...”.

⁴⁷ J. Bagiński, *Przygotowanie dokumentacji oraz uzyskanie pozwoleń prawnych wraz z wykonaniem dwóch stanowisk pomiarowych poziomu rzeki Liwy na terenie miasta Kwidzyna*, maszynopis, Kwidzyn 1999.

jednostek. Dopiero prace przeprowadzone w 1934 roku, podczas których wyprostowano większość rzecznych meandrów, skracając jej bieg oraz przekopując prosty odcinek zwany kinetą, pomiędzy Podzamczem a Gurczem, pozwoliło uregulować dość zawiły układ hydrologiczny związany z nieistniejącym już korytem tzw. Starego Nogatu w okolicy Podzamcza.

Wykonanie tych prac umożliwiło stworzenie drogi wodnej o charakterze lokalnym, podobnej do już istniejących na Wielkich Żuławach w okolicach Nowego Stawu i Nowego Dworu na rzece Świętej/Tudze⁴⁸. Żegluga w tamtych czasach obok kolei wąskotorowej była najtańszym środkiem transportu płodów rolnych. Jednostkami spotykanymi później na Liwie były tzw. berlinki, czyli płaskodenne, stosunkowo wąskie jednostki o ładowności nie przekraczającej 20 ton i długości nie większej niż 30 metrów. Jako napędu używano koni lub ludzi, których nazywano burlakami. Wiele informacji wskazuje na to, że również lewy dopływ Liwy, odprowadzający wody z południowej części Kwidzyńskiej Doliny Wisły - kanał Palemona mógł być wykorzystywany do transportu wodnego, co uwidaczniało się utrzymaniem znacznej głębokości i szerokości przekraczającej potrzeby odprowadzania wody ze zmeliorowanych pól doliny Wisły.

Kres żegludze po wodach Liwy położyła nie tyle zawierucha wojenna, co sama rzeka, która na nizinnym odcinku położonym w Kwidzyńskiej Dolinie Wisły zbyt szybko ulegała zamuleni, w znacznym stopniu podnosząc koszty utrzymania szlaku wodnego.

W okresie powojennym większość urządzeń hydrotechnicznych nie była należycie zabezpieczona i uległa znacznej dewastacji lub została zdemontowana. Obecnie można zauważyć tendencję odwrotną, jaką jest

⁴⁸ H. Górniewicz, *Toponimia Powiśla Gdańskiego*, Gdańskie Towarzystwo Naukowe Wydział I Nauk Społecznych i Humanistycznych, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Gdańsk 1980.

odbudowa w ostatnich czasach wielu urządzeń hydrotechnicznych na Liwie i przywracanie im pierwotnych funkcji.

Na dzień dzisiejszy (tzn. wiosna 2004) stan urządzeń hydrotechnicznych na rzece można przedstawić pokrótce w sposób następujący. Kolejność od źródeł do ujścia⁴⁹:

1. Miejscowość Gostyczyn, km 108+590, (leśnictwo Fabianki) powiat Iława, gmina Susz – mała prywatna elektrownia, wysokość piętrzenia ok. 3 m.



Ryc. 51. Elektrownia w Gostyczynie (fot. autor)

2. Połączenie dorzecza Liwy z systemem Kanału Elbląskiego (Jeziorakiem). Zachowane fragmenty drewnianego jazu i odcinki kanału o charakterystyce umożliwiającej żeglugę.⁵⁰ Zniszczone śluzy i zastawki w lesie umożliwiające pokonanie 7 m wysokości. Brak sprawdzonych informacji o celu budowy tych urządzeń.

⁴⁹ Wiele informacji uzyskano podczas wędrówek pieszych i kajakowych wzdłuż rzeki oraz dzięki życzliwości wielu ludzi.

⁵⁰ *Iława – Z dziejów miasta i powiatu*, wyd. Pojezierze, Olsztyn 1972. Str. 40 „Gaudzki kanał – Kirch Kanał, kanał, dopływ jeziora Gaudy, od strony wschodniej.



Ryc. 52. Kanał od Jez. Płaskiego – odnogi Jez. Jeziorak (fot. autor)

3. Jaz w Kamieńcu, km 101+420, (przebudowany), prawdopodobnie w miejscu po młynie⁵¹. Na istnienie młyna wskazuje nazwa miejscowa: Rów Młyński – *Mühlen Graben* będący kanałem derywacyjnym dostarczającym wodę do młyna.



Ryc. 53. Jaz w Kamieńcu (fot. autor)

⁵¹ Ibidem, str. 44 „Młyński Rów *Mühlen Graben*, strumyk, lewy dopływ Liwy na południe od jeziora Gaudy.”, str. 230 „W 1789 roku Kamieniec był wsią szlachecką z zamkiem, folwarkiem, młynem...”.

4. Jaz w Julianowie przy drodze Prabuty – Obrzynowo, km 81+160, (w pobliżu ślady kanału młyńskiego wskazywałyby na istnienie młyna w przeszłości). Powyżej jazu oddzielał się kanał Młynówka, który poprzez nieistniejący już Młyński Staw (*Mühlen Teich*) zasilał młyn w Prabutach (widoczne fragmenty kanału w mieście przy obwodnicy). Kanał, wpadający dalej do jeziora Liwieniec, pozwalał uzyskać większy spadek wody.



Ryc. 54. Most ze stopniem wodnym w Julianowie, na drodze do Prabut (fot. autor)

5. Jaz przy wypływie Liwy z Jeziora Dzierzgoń – *Sorgen See, Sarije* – km 78+050, stanowiącego naturalny zbiornik retencyjny na rzece. Budowla umożliwia teoretycznie znaczne podpiętrzenie wód jeziora i na bieżąco umożliwia regulację jego poziomu.



Ryc. 55. Jaz na wypływie Liwy z jeziora Dzierzgoń (fot. autor)

6. Uszkodzony betonowy jaz bez zastawek na Liwie znajduje się ok. 200 m poniżej wymienionego wcześniej jazu. Pełnił zapewne podobną rolę.
7. Stary Młyn – *Alte Walkmühle* – km 72+390, zniszczony, ślady przyczółków jazu i kanału młyńskiego.



Ryc. 56. Rozlewisko Stary Młyn (fot. autor)

8. Nowy Młyn – *Neue Walkmühle* – w miejscu starego młyna po zmianie dawnego układu hydrotechnicznego budowli zbudowano nowy jaz, którego konstrukcja jest ciekawym połączeniem zastawek z komorą

turbin. Jest tu prywatna elektrownia. Przed wojną było to miejsce świątecznego wypoczynku mieszkańców Prabut⁵².



Ryc. 57. Elektrownia Nowy Młyn (fot. autor)

9. Młynisko – *Schornsteinmühle* – km 70+825, podobnie zlokalizowane w miejscu starego młyna (widoczne jeszcze ślady kanału młyńskiego poniżej jazu) po zmianie dawnego układu hydrotechnicznego budowli zbudowano nowy jaz i elektrownię wodną.

⁵² *Prabuty. Miasto i gmina*, Wydano staraniem miasta i gminy w Prabutach.



Ryc. 58. Elektrownia Młynisko (fot. autor)

10. Młyn w Szadowie – *Schadauer Mühle* – km 57+740, prywatna elektrownia wodna, jaz, budynek młyna. Obecnie ośrodek szkoleniowy WOŚP.



Ryc. 59. Szadowo (fot. autor)

11. Młyn Piekarniak, (Piekarski Młyn) – *Bäckermühle* – km 45+250, obecnie prywatna elektrownia wodna, jaz, budynek młyna.



Ryc. 60. Jaz Piekarniak (fot. autor)

12. Młyn Kaszarniak (inna nazwa miejsca: Grudzie) – *Grütz-Mühle* – km 43+040, zachowany, spalony w środku, budynek młyna z „przyklejoną” do niego, niezagospodarowaną komorą turbin, jaz zniszczony, kanał młyński zarośnięty.



Ryc. 61. Dawny Młyn Kaszarniak (fot. autor)

13. Młyn w Górkach – *Gorken* – (teren okoliczny jeszcze na początku XX w. zwany – *Marienfelde* – w osi ulicy Szerokiej) – km 42+060, zniszczone ślady jazu, widoczny obrys części budynku młyńskiego rozebranego na początku lat siedemdziesiątych.



Ryc. 62. Pozostałości prawego przyczółka jazu w Górkach (fot. M. Bagińska)

14. Młyn Miłosna – *Hammermühle, Liebenthal* – km 39+570, pierwsza nazwa wskazywała by na istnienie w przeszłości kuźni wodnej, jednak w innych źródłach umiejscawia się w/w kuźnię nad Dankowską Strugą⁵³ lub co bardziej prawdopodobne nad rzeczką Cyganówką (Miłosną) – *Zippelle* – powyżej strzelnicy miejskiej, gdzie jeszcze dziś można zaobserwować ślady układu hydrotechnicznego. Obecnie prywatna elektrownia wodna.



Ryc. 63. Dawny Młyn Miłosna (fot. autor)

15. Bogusze (Białki) – *Boggusch*⁵⁴ – km 33+180, prywatna elektrownia wodna z jazem.

⁵³ H. Górniewicz, *Toponimia Powiśla Gdańskiego*, Gdańskie Towarzystwo Naukowe Wydział I Nauk Społecznych i Humanistycznych, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Gdańsk 1980.

⁵⁴ Nazwy niemieckie pisane kursywą, uzyskane na podstawie starych map, będących w posiadaniu Barbary Bagińskiej i Piotra Gawrysiaka.



Ryc. 64. Jaz elektrowni Bogusze (fot. autor)

16. Miejska elektrownia parowa przy ulicy Wiślanej (zniszczona w wyniku pożaru w 1994 roku). Widoczne ślady kanału prawdopodobnie zrzutu wody.



Ryc. 65. Ruiny miejskiej elektrowni w Kwidzynie (fot. M. Bagińska)

17. Jaz⁵⁵ i śluza w Białej Górze. Istnienie śluzy komorowej wraz z jazem i wrotami powodziowymi na rzece Liwie, zbudowanymi w roku 1852 i rozbudowanymi w 1879 r. w charakterystycznym neogotyckim stylu świadczy o istnieniu żeglugi na rzece.



Ryc. 66. Jaz i śluza w Białej Górze (fot. autor)

⁵⁵ B. Augustowski (red.), *Dolina Dolnej Wisły*, Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Wydział V Nauk o Ziemi, wyd. PAN, Warszawa 1982.

Zakończenie

Tytuł pracy jednoznacznie informuje, że zawarta w niej treść odnosi się do wielu elementów środowiska geograficznego. Pisząc pracę nie mogłam jednak pominąć zagadnień historycznych, technicznych, przyrodniczo-biologicznych czy związanych z ekologią. Nie da się przedstawić rzeczywistego obrazu wód bez dokładniejszego uwzględniania innych elementów środowiska, w którym woda występuje jako czynnik niezwykle ruchliwy. Występowanie wód powierzchniowych zależy od wielu czynników: od warunków klimatycznych, ukształtowania powierzchni, charakteru podłoża, po którym płyną i pośrednio od działalności człowieka.

Z tego powodu, rozdziały w powyższej pracy traktują o klimacie, rzeźbie, litologii i budowie geologicznej, jak i historii zagospodarowania dorzecza przez człowieka. Oczywiście nie mam pewności, że poszczególne elementy środowiska zostały opisane we właściwych proporcjach. Nie mam też pewności, że tematy zostały wyczerpane. Jednakże w trakcie zbierania materiałów i pisania pracy kierowałam się myślą, by oprócz przedstawienia obrazu wód, pokazać także całość środowiska przyrodniczego, w którym one występują. Część materiału dokumentacyjnego ma z konieczności charakter opisowy np. rozdziały o geologii i morfologii obszaru i klimacie. Tam gdzie wyniki obserwacji i pomiarów stwarzają podstawę do ujęć matematycznych – jak rozdział o reżimie hydrologicznym – posłużyłam się materiałem liczbowym, który przedstawiałam na wykresach.

Podczas zbierania materiałów do pracy magisterskiej przekonałam się, że prac na temat Liwy, oczywiście prac "sensu stricto" geograficznych, jest niewiele.

Są rzeki w Polsce często mniejsze od Liwy, o których napisano tomy rozpraw we wszystkich możliwych dziedzinach. Nie można tego powiedzieć o Liwie. Poza wzmiankami w pracach profesorów niemieckich dotyczących Prus i kilku pracach naukowych napisanych raczej we wczesnych latach powojennych Liwa i jej dorzecza nie była obszarem większego zainteresowania środowisk naukowych. Za to muszę przyznać, że dzięki wielkiej uprzejmości pracowników Zarządu Melioracji w Kwidzynie udostępnione mi archiwa są prawdziwą kopalnią wiedzy o rzece i jej dopływach. Są to materiały często bardzo specjalistyczne, z których wybrałam jedynie informacje potrzebne do mojej pracy. W wielu problemach dotyczących rzeki mogłam też liczyć na ogromną wiedzę przyjaciół z Kwidzyna.

Monografia Liwy jest próbą przedstawienia związków zachodzących między wodami i pozostałymi elementami środowiska przyrodniczego. Opis prac terenowych z dokumentacją fotograficzną, zawarte w rozdziałach „Zarys hydrografii i hydrologii rzeki Liwy i jej dopływów” i „Człowiek a środowisko geograficzne rzeki Liwy i jej dorzecza” są też próbą pokazania walorów turystycznych środowiska. Nie tylko popularne miejsca na Mazurach warte są odwiedzenia. Nawet nad tak niewielką rzeką, jaką jest Liwa, są miejsca i zakątki szczególnie urocze, zupełnie nieznanne lub zapomniane, które mogą być celem wędrówek i miejscem wypoczynku. Już dziś wiem, że moje Liwą zafascynowanie, nie skończy się wraz z końcem tej pracy i jeszcze nie jedno wakacje lub urlop spędzę na pokonywaniu starych, rzadko uczęszczanych lub zapomnianych dróg i ścieżek w dorzeczu tej rzeki.

Bibliografia

1. Augustowski B., red, *Dolina Dolnej Wisły*, Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Wydział V Nauk o Ziemi, wyd. PAN, Wrocław 1982.
2. Augustowski B., red, *Pobrzeże pomorskie*, Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Gdańsk 1984.
3. *Badanie ruchu rumowiska w korycie Liwy oraz zlecenia do projektowanej regulacji*, Warszawa 1986, mat. będące w posiadaniu Wojewódzkiego Zarządu Melioracji, Rejon Kwidzyn.
4. Bajkiewicz-Grabowska E., *Zmiany odpływu z małej zlewni w wyniku prac melioracyjnych*, Gospodarka Wodna, 1975, nr 1.
5. Bajkiewicz-Grabowska E., Magnuszewski A., Mikulski Z., *Przewodnik do ćwiczeń z hydrologii ogólnej*, wyd. 2, PWN, Warszawa 1993.
6. Bajkiewicz-Grabowska E., Mikulski Z., *Hydrologia ogólna*, wyd. PWN, Warszawa 1996.
7. Bagiński J., *Przygotowanie dokumentacji oraz uzyskanie pozwoleń prawnych wraz z wykonaniem dwóch stanowisk pomiarowych poziomu rzeki Liwy na terenie miasta Kwidzyna*, maszynopis, Kwidzyn 1999.
8. Binerowski Z., *Transport wiślany w dawnej Rzeczypospolitej*, wyd. Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław 1982.
9. Birkenmajer L. A., *Mikołaj Wodka z Kwidzyna zwany Abstemius, lekarz i astronom polski XV-go stulecia*, Roczniki Towarzystwa Naukowego w Toruniu, 1926, r 33.
10. Ceynowa I., *Rozwój morfologiczny doliny Liwy*, Zeszyty Naukowe UMK w Toruniu, z. 5, Geografia (II) 1963.
11. Chmielewski K., *Hydrografia Pomorza i Prus – Woźniowski M. (recenzja)*. Przegląd Geograficzny, 1938, t. 16, z. 1.
12. Chrzanowski F., *Przewodnik po wodach Pomorza Gdańskiego*, Warszawa 1959.
13. Czarnecka H., *Podział hydrologiczny Polski*, Gospodarka Wodna, 1982, nr 8-9.
14. *Der Kreis Marienwerder. Landgemeinden und Stadt Garnsee. Ein Heimatbuch*, wyd. Heimatkreis Marienwerder, Hamburg 1985.
15. *Der Kreis Rosenberg. Ein westpreußisches Heimatbuch*, Verlag H. Bösmann GmbH, Detmold 1963.
16. Drozdowski E., *Deglacjacja dolnego Powiśla w środkowym würmie i związane z nią środowiska depozycji osadów*, IGiPZ, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, PAN, Wrocław 1979.
17. Dynowska I., Tłałka A., *Hydrografia*, PAN, Warszawa 1982.
18. Fal B., *Metody opracowania profili hydrologicznych*, Gospodarka Wodna, 1981, nr 9-10.
19. Fal B., *Przestrzenna zmienność przepływów maksymalnych w nizinnej części Polski*, IMGW, Warszawa 1979.
20. <http://elblag.euh-e.edu.pl/okolice/kwidzyn/historia.html>, "Kwidzyn – historia" opr. Marcin Gapski.
21. <http://www.chem.univ.gda.pl/~tomek/opisy/kamieniec.htm>
22. <http://www.herder-institut.de/index>
23. <http://www.igo.katowice.pl>
24. <http://www.rzgw.gda.pl/zlewnie.php3?p=zlewnie>
25. http://www.syryjczyk.krakow.pl/Mapy_Polskie_GPS.htm
26. <http://www.topmap.pl/gps.htm>

27. Hutowicz H., *Stosunki termiczne terenów województwa elbląskiego. Temperatury okresu 1951-1965*, Zeszyty Naukowe Akad. Roln-Techn. W Olsztynie, Rolnictwo, 1981.
28. *Ilawa z Dziejów Miasta i Powiatu*, wyd. Pojezierze, Olsztyn 1972.
29. Jańczak J., *Katalog jezior Polski*, wyd. Naukowe UAM, Poznań 1991.
30. Janik Z., *Wysoczyzna Elbląska*, Przegląd Geograficzny, 1964, t 35, z. 2.
31. Jentzsch A., *Die Lagerung der diluvialen Nordseefauna bei Marienwerder*, Jb. Preuss. Geol. L.-A. Bd.3, Berlin 1882.
32. Jentzsch A., *Erläuterungen zur geologischen Karte*, Jb. Preuss. Geol. L.-A., Berlin 1901.
33. Kaczorowska Z., *Pogoda i Klimat*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1986.
34. Kosiba A., *W sprawie zagadnień hydrometeorologicznych dorzecza Odry i Wisły*, Przegląd Geograficzny, 1946, t. 17, z. 3-4.
35. *KWIDZYN – Z dziejów miasta i okolic*, wyd. Pojezierze, Olsztyn 1982.
36. Książkiewicz M., Oberc J., Pożaryski W., *Mapa tektoniczna Polski. 1:1 500 000* będąca załącznikiem do *Budowa geologiczna Polski*, t. IV, cz.1, Warszawa 1974.
37. Makowska A., *Interglacja eemski w dolinie Dolnej Wisły*. Stud. Geolog. Polon. 63, 1979.
38. Mojski J.E., *Budowa geologiczna i tendencje rozwoju doliny Wisły*, Przegląd Geologiczny, 1980, nr 6.
39. Moniak J., *Budowa geologiczna – zasoby surowców mineralnych*, Gdańsk 1974.
40. Moniak J., *Studium geograficzno – przyrodnicze i ekonomiczne województwa gdańskiego*, Ossolineum, Gdańsk 1974.
41. Okołowicz W., *Uwagi i przyczynki do znajomości morfologii Pomorza*, Przegląd Geograficzny, 1948, t. 19, z. 1-4.
42. Oświt J., Żurek S., *Zagadnienia ochrony zatorfionych dolin rzecznych na Niziu*, Ochrona Przyrody Ojczyzny, 1977, nr 3.
43. Pawłowski S., *Budowa geologiczna i krajobrazy morfologiczne Pomorza*, Woźniowski M. (recenzja), Przegląd Geograficzny, 1937, t. 16, z. 4.
44. Pawłowski S., *Rzut oka na ukształtowanie Pomorza*, Przegląd Geograficzny, 1931, t. 9, z. 4.
45. *Roczniki hydrologiczne wód powierzchniowych, lata 1964-83*, IMGW, Wydawnictwa Łączności i Komunikacji.
46. *Prabuty. Miasto i gmina*, wyd. staraniem miasta i gminy w Prabutach, 1978.
47. Reichsamt für Landesaufnahme, mapa topograficzna *Messtischblatt* w skali 1:25000, arkusz: 2079 *Werbersdorf*, Berlin 1939.
48. Reichsamt für Landesaufnahme, mapa topograficzna *Messtischblatt* w skali 1:25000, arkusz: 2179 *Rehhof*, Berlin 1929.
49. Reichsamt für Landesaufnahme, mapa topograficzna *Messtischblatt* w skali 1:25000, arkusz: 2279 *Marienwerder*, Berlin 1929.
50. Reichsamt für Landesaufnahme, mapa topograficzna *Messtischblatt* w skali 1:25000, arkusz: 2379 *Garnsee*, Berlin 1928.
51. Reichsamt für Landesaufnahme, mapa topograficzna *Messtischblatt* w skali 1:25000, arkusz: 2280 *Gross Krebs*, Berlin 1929.
52. Reichsamt für Landesaufnahme, mapa topograficzna *Messtischblatt* w skali 1:25000, arkusz: 2281 *Riesenburg*, Berlin 1929.
53. Reichsamt für Landesaufnahme, mapa topograficzna *Messtischblatt* w skali 1:25000, arkusz: 2282 *Rosenberg*, Berlin 1929.

54. Reichsamt für Landesaufnahme, mapa topograficzna *Messtischblatt* w skali 1:25000, arkusz: 2283 *Schwalgendorf*, Berlin 1929.
55. *Rozpoznanie specjalistyczne potrzeb regulacji kanałów Palemona, Sadlińskiego i Olszańskiego*, Biuro Projektów Wodnych i Melioracji, Gdańsk 1973.
56. Roszkówna L., *Moreny czołowe zachodniego Pojezierza Mazurskiego*, Studia Societatis Scientiarum Torunensis, Toruń 1955. vol II nr 2.
57. Sikora A., *Osobliwości i zabytki przyrody województwa gdańskiego*, Gdańsk 1978.
58. Szperski E., *Rzeka Liwa*, Jantarowe Szlaki, nr 1, 1976.
59. Stachý J., red, *Atlas Hydrologiczny Polski*, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1987.
60. Starmach K., Wróbel S., Pasternak K., *Hydrobiologia – limnologia*, PWN, Warszawa 1976.
61. *Studium generalne potrzeb melioracji użytków zielonych związanych z regulacją rzeki Liwy odcinek od źródeł do miasta Kwidzyna*, mat. będące w posiadaniu Wojewódzkiego Zarządu Melioracji, Rejon Kwidzyn.
62. Sylwestrzak J., *Rozwój sieci dolinnej na Pomorzu pod koniec plejstocenu*, Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Gdańsk 1978.
63. Woś A., *Regiony klimatyczne Polski w świetle częstości występowania różnych typów pogody*, wyd. IGiPZ PAN, Warszawa 1999.
64. *Z biegiem Wisły. Przewodnik geologiczno-krajoznawczy*, Warszawa 1967.
65. Żmudziński L., Pęczalska A., *Słownik hydrobiologiczny*, PWN, Warszawa 1984.

Spis ilustracji

Ryc. 1.	Liwa w okolicach wsi Fabianki (fot. autor).....	8
Ryc. 2.	Liwa w okolicy Brokowa (fot. autor)	9
Ryc. 3.	Liwa w okolicach wsi Pastwa (fot. autor).....	10
Ryc. 4.	Średnie roczne temperatury powietrza	12
Ryc. 5.	Średnie sumy roczne opadów atmosferycznych w [mm]	15
Ryc. 6.	Szkic tektoniczny powierzchni stropowej platformy prekambryjskiej.....	18
Ryc. 7.	Mapa geomorfologiczna Dorzecza Liwy i przyległego terenu.....	26
Ryc. 8.	„Diagram blokowy” doliny Wisły i Liwy w okolicach Kwidzyna.....	27
Ryc. 9.	Obszar i granice dorzecza Liwy na podst. Atlasu Hydrologicznego Polski pod red. Juliusza Stachy, Wyd. Geolog. W-wa 1987	30
Ryc. 10.	Liwa w okolicach wsi Piotrkowo (fot. autor).....	31
Ryc. 11.	Wyptyw Liwy z Jez. Piotrkowskiego Wielkiego powyżej Jez. Januszewskiego (fot. autor).....	32
Ryc. 12.	Doplyw z Jez. Czerwica powyżej Jez. Januszewskiego (fot. autor)	32
Ryc. 13.	Odnoga Młynówka, Liwa plynie w prawa strone (fot. autor)	33
Ryc. 14.	Kanal wyplywajacy z Jez. Płaskiego (fot. autor)	34
Ryc. 15.	Jez. Karpie (fot. autor).....	34
Ryc. 16.	Struga z Jez. Karpie (fot. autor)	35
Ryc. 17.	Struga z Jez. Bądze (fot. autor)	36
Ryc. 18.	Wyptyw Liwy z Jez. Gaudy (fot. autor).....	36
Ryc. 19.	Liwa przed Kamieńcem (fot. autor)	37
Ryc. 20.	Kanal z jeziora Gaudy w Kamieńcu (fot. autor)	37
Ryc. 21.	Młynówka w Kamieńcu (fot. autor).....	38
Ryc. 22.	Jeden z doplywów Młynówki struga z okolic wsi Michałowo i Rumunki (fot. autor).....	38
Ryc. 23.	Bornicka Struga (fot. autor).....	39
Ryc. 24.	Doplyw z Bagien Karolewskich – doplyw w miejscu niższych trzcín – po prawej stronie plynie Liwa (fot. autor)	39
Ryc. 25.	Wyptyw strugi z jeziora Burgale (fot. autor)	40
Ryc. 26.	Doplyw strugi z Jez. Grażymowskiego (fot. autor).....	40
Ryc. 27.	Wyptyw Liwy z Jez. Dzierzgoń (fot. autor).....	41
Ryc. 28.	Liwa przed Jez. Liwieniec (fot. autor)	42
Ryc. 29.	Wyptyw Liwy z jeziora Liwieniec koło Prabut (fot. A. Kędziora, ze zbiorów M. Bagińskiej)	42
Ryc. 30.	Z prawej strony doplyw - rzeka Wandówka (fot. autor)	43
Ryc. 31 i 32.	Rzeka Cyganówka – prace regulacyjne koryta (fot. autor).....	44
Ryc. 33.	Kanal Palemona z prawej strony,(fot. autor).....	44
Ryc. 34.	Struga Mareza (fot. autor)	45
Ryc. 35.	Postolińska Struga (po lewej stronie, fot. autor)	45
Ryc. 36.	Śluza w Białej Górze (fot. autor).....	46
Ryc. 37.	Bagna Karolewskie (fot. autor)	49
Ryc. 38.	Wygląd programu OziExplorer w trakcie pracy koło mlyna (obecnie elektrowni) Bogusze	52
Ryc. 39.	Profil podluzny rzeki Liwy.....	55
Ryc. 40.	Średnie miesieczne stany wody Liwy w latach hydrologicznych 1964-83.....	58
Ryc. 41.	Średnie miesieczne przeplywy rzeki Liwie w wieloleciu 1964-83	59
Ryc. 42.	Średnie roczne stany wody Liwy w latach hydrologicznych 1964-83.....	60
Ryc. 43.	Średnie roczne przeplywy Liwy w latach 1964-83	61

Ryc. 44. Strefy stanów wody oraz średnie i ekstremalne stany wody Liwy w latach 1964-83	63
Ryc. 45. Krzywa przebiegu codziennych stanów wody Liwy w Kwidzynie i przebieg opadów atmosferycznych na stacji w Dzierzgoniu w roku hydrologicznym 1976	66
Ryc. 46. Krzywe przebiegu codziennych stanów wody Liwy w Kwidzynie i przebieg opadów atmosferycznych na stacji w Dzierzgoniu w roku hydrologicznym 1981	69
Ryc. 47. Krzywa częstości (a) i sum czasu trwania stanów wody (b) Liwy w Kwidzynie za okres 1964-83.....	72
Ryc. 48. Krzywa częstości stanów wody za lata 1964-83(a), rok 1981(a ₁) i rok 1976(a ₂) .	75
Ryc. 49 i 50. Jaz Miłosna i jaz Bogusze (fot. autor).....	77
Ryc. 51. Elektrownia w Gostyczynie (fot. autor)	81
Ryc. 52. Kanał od Jez. Płaskiego – odnogi Jez. Jeziorak (fot. autor).....	82
Ryc. 53. Jaz w Kamieńcu (fot. autor)	82
Ryc. 54. Most ze stopniem wodnym w Julianowie, na drodze do Prabut (fot. autor)....	83
Ryc. 55. Jaz na wypływie Liwy z jeziora Dzierzgoń (fot. autor)	84
Ryc. 56. Rozlewisko Stary Młyn (fot. autor).....	84
Ryc. 57. Elektrownia Nowy Młyn (fot. autor).....	85
Ryc. 58. Elektrownia Młynisko (fot. autor).....	86
Ryc. 59. Szadowo (fot. autor)	86
Ryc. 60. Jaz Piekarniak (fot. autor)	87
Ryc. 61. Dawny Młyn Kaszarniak (fot. autor)	88
Ryc. 62. Pozostałości prawego przyczółka jazu w Górkach (fot. M. Bagińska).....	88
Ryc. 63. Dawny Młyn Miłosna (fot. autor)	89
Ryc. 64. Jaz elektrowni Bogusze (fot. autor).....	90
Ryc. 65. Ruiny miejskiej elektrowni w Kwidzynie (fot. M. Bagińska)	90
Ryc. 66. Jaz i śluza w Białej Górze (fot. autor)	91