Paweł Jokiel, Adam Bartnik

NER

MONOGRAFIA HYDROLOGICZNA NIEKOCHANEJ RZEKI

WYDAWNICTWO UNIWERSYTETU ŁÓDZKIEGO

NER

MONOGRAFIA HYDROLOGICZNA NIEKOCHANEJ RZEKI

WYDAWNICTWO
UNIWERSYTETU
ŁÓDZKIEGO

Paweł Jokiel, Adam Bartnik

NER

MONOGRAFIA HYDROLOGICZNA NIEKOCHANEJ RZEKI

WYDAWNICTWO UNIWERSYTETU ŁÓDZKIEGO
Łódź 2020

Paweł Jokiel, Adam Bartnik – Uniwersytet Łódzki, Wydział Nauk Geograficznych
Pracownia Hydrologii i Gospodarki Wodnej, 90-149 Łódź, ul. Narutowicza 88

RECENZENT
Urszula Somorowska

REDAKTOR INICJUJĄCY
Beata Koźniewska

OPRACOWANIE REDAKCYJNE
Sylwia Mosińska

SKŁAD I ŁAMANIE
Munda – Maciej Torz

KOREKTA TECHNICZNA
Leonora Gralka

PROJEKT OKŁADKI
krzysztof de mianiuk

Zdjęcie wykorzystane na okładce: © Depositphotos.com/Andrey Nekrasov

© Copyright by Paweł Jokiel, Adam Bartnik, Łódź 2020
© Copyright for this edition by Uniwersytet Łódzki, Łódź 2020

Wydane przez Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego
Wydanie I. W.09789.20.K

Ark. wyd. 18,0; ark. druk. 18,5

ISBN 978-83-8220-002-7
e-ISBN 978-83-8220-003-4

Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego
90-131 Łódź, ul. Lindleya 8
www.wydawnictwo.uni.lodz.pl
e-mail: ksiegarnia@uni.lodz.pl
tel. 42 665 58 63

Spis treści

WSTĘP 7

1. MORFOLOGICZNE, GEOLOGICZNE I HYDROGEOLOGICZNE UWARUNKOWANIA OBIEGU WODY W ZLEWNI NERU 11

1.1. Rzeźba terenu 11
1.2. Budowa geologiczna 18
1.2.1. Skały podłoża 18
1.2.2. Osady czwartorzędowe 20
1.3. Wody podziemne 23
1.3.1. Jednostki hydrogeologiczne 23
1.3.2. Wody apotamiczne 25
1.3.3. Wody potamiczne 28

2. SIEĆ HYDROGRAFICZNA NERU 35

2.1. Ner 35
2.2. Dopływy Neru 48
2.2.1. Gadka 48
2.2.2. Jasień z Olechówką 48
2.2.3. Dobrzynka 54
2.2.4. „Gośka" (kolektor Grupowej Oczyszczalni Ścieków ŁAM) 57
2.2.5. Łódka z Bałutką 58
2.2.6. Jasieniec 63
2.2.7. Zalewka 64
2.2.8. Lubczyna 65
2.2.9. Pisia I 67
2.2.10. Pisia II 69
2.2.11. Bełdówka 70
2.2.12. Kanał Królewski z Zianem i Gnidą 72
2.2.13. Pisia III 77
2.3. Zbiorniki wodne i mokradła 78
2.3.1. Zbiorniki wodne 78
2.3.2. Mokradła 91

3. POKRYCIE I UŻYTKOWANIE TERENU ZLEWNI NERU 99

4. KLIMATYCZNE SKŁADOWE OBIEGU WODY W ZLEWNI NERU 109
4.1. Główne cechy klimatu 109
4.2. Opad 113
4.3. Ewapotranspiracja 125
4.4. Klimatyczny bilans wodny 137

5. ODPŁYW RZECZNY W ZLEWNI NERU 145
5.1. Obserwacje i pomiary hydrologiczne 145
5.1.1. Obserwacje wodowskazowe 145
5.1.2. Przestrzenne zróżnicowanie odpływu w zlewni Neru 149
5.2. Zmiany odpływu ze zlewni górnego Neru po Chocianowice w okresie obserwacji 153
5.3. Dynamika odpływu Neru po Dąbie 158
5.3.1. Przepływy i odpływy charakterystyczne i prawdopodobne 158
5.3.2. Odpływ dobowy i jego zmiany w wieloleciu 160
5.3.3. Wezbrania i niżówki 167
5.3.4. Sezonowy rozkład odpływu i jego zmiany w wieloleciu 175
5.3.5. Odpływy podziemne i powierzchniowe oraz ich zmiany w wieloleciu 178
5.3.6. Sezony hydrologiczne i reżim odpływu 184

6. TERMIKA WODY I ZJAWISKA LODOWE W NERZE 189
6.1. Sezonowe i wieloletnie zmiany temperatury wody 189
6.2. Reżim lodowy i jego zmiany w wieloleciu 197

7. GOSPODARKA WODNA W ZLEWNI NERU 209
7.1. Pobór i zrzuty wody 209
7.1.1. Wodociągi i kanalizacja w Łodzi 209
7.1.2. Rola wód pościekowych z Łodzi w odpływie Neru 216
7.1.3. Dynamika zrzutu wód pościekowych z GOŚ-ŁAM 221
7.2. Obiekty i urządzenia wodne 226
7.2.1. Wykorzystanie wód i produkcja ścieków 226
7.2.2. Piętrzenie i regulacja wód 233

8. JAKOŚĆ WÓD W ZLEWNI NERU 241
8.1. Zmiany jakości wód Neru w wieloleciu 241
8.2. Aktualny stan jakości wód w zlewni 250

9. ZAKOŃCZENIE 259

LITERATURA PRZEDMIOTU 267
Publikacje 267
Doniesienia prasowe 279
Archiwalia i źródła kartograficzne 280
Prace niepublikowane i źródła internetowe 282

SPIS RYSUNKÓW 285

SPIS FOTOGRAFII 291

SPIS TABEL 295

Wstęp

Rzeka – naturalny ciek powstały z połączenia potoków (strumieni, strug) lub wypływający z czoła lodowca, jeziora, źródła (wywierzyska), rzadziej z obszaru zabagnionego, zasilany powierzchniowo i podziemnie wodą z opadów spadłych w jego dorzeczu, mający ukształtowane koryto i płynący pod działaniem siły grawitacyjnej w łożysku i dolinie, wyżłobionych w wyniku działania jego siły erozyjnej (Encyklopedia PWN).

Forma, jaką rzeka przybiera, oraz ilość i jakość wody, którą niesie, są odzwierciedleniem warunków otaczającego i kształtującego ją środowiska geograficznego. Rzeki w sposób swoisty, ale bardzo dobrze widoczny, zapisują różnego rodzaju zdarzenia i procesy zachodzące w tymże środowisku, np. zmiany klimatyczne, katastrofy geologiczne, ewolucję biologiczną, a w ostatnim okresie, i to coraz wyraźniej, notują również antropopresję. Nasze możliwości w procesie przekształcania rzek i systemów rzecznych są dziś już tak duże, że możemy w krótkim czasie doprowadzić zarówno do dewastacji rzeki (co, jak wynika z doświadczenia, często jest opłacalne w kontekście ekonomicznym), jak i do jej renaturyzacji generującej przeważnie wysokie koszty. Czy warto zatem w ogóle brać pod uwagę tę drugą, pozornie mniej dochodową opcję? Naszym zdaniem nie tylko warto, ale nawet trzeba. Czas bowiem najwyższy, aby sparafrazować stare i nie tylko polskie przysłowie: „Pokaż mi swoją rzekę, a powiem ci, kim jesteś".

Rzeki i całe systemy rzeczne są tyleż trwałymi, co zmiennymi elementami środowiska geograficznego, przy czym ich stałość zawiera w sobie niemal zawsze element przyjazny. Rzeki postrzegamy wtedy nie tylko jako źródła czystej wody niezbędnej nam do życia i gospodarowania, ale również miejsce pozyskiwania użytecznych zasobów energii i pożywienia oraz wygodny i tani szlak transportowy lub miejsce wypoczynku i rekreacji. Od niedawna dostrzegamy również, że stanowią one ważne i niezbędne, nie tylko dla nas, składniki środowiska geograficznego. Są także obiektami, które kumulują w sobie wiele cennych wartości przyrodniczych i kulturowych. Wymagają zatem dbałości i ochrony pod wieloma względami i właściwie w każdym kontekście, chociażby po to, by jak najdłużej służyły w najlepszej i najbardziej przyjaznej formie.

Zmienność i dynamika rzeki uzmysławiają zaś jej potęgę, wskazują na zagrożenie i bezradność wobec żywiołu. Wezbranie rzeki kojarzy się więc nieodmiennie z powodzią, klęską i ludzką słabością wobec sił przyrody. Natomiast wyschnięta rzeka pozostaje zawsze synonimem głodu i pragnienia. W podobny, bo zagrażający nam, sposób odbieramy również rzekę zanieczyszczoną lub zdewastowaną. Jest ona wtedy nie tylko obiektem groźnym, ale również wstydliwym, a przez to nielubianym i niechcianym, który najlepiej ukryć pod ziemię, a jeśli to niemożliwe – przynajmniej o nim nie mówić i o nim nie pisać.

Takim niekochanym ciekiem był jeszcze do niedawna łódzki Ner, niegdyś niezbyt duża rzeka nizinna, choć wskutek zasilania przez liczne dopływy dość zasobna w wodę i pożytki wodne, a z uwagi na płytką i szeroką dolinę – łatwo dostępna do zagospodarowania. To w widłach Neru i Olechówki oraz nad samym Nerem, w sąsiedztwie Poddębic odnaleziono jedne z pierwszych cmentarzysk grobów ciałopalnych (800–650 p.n.e.) w tym regionie, a nieopodal – liczne pozostałości towarzyszących im osad wraz z fragmentami form odlewniczych z wczesnej epoki żelaza i okresu kultury łużyckiej. To przez dolinę tej rzeki wnikały na tereny podłódzkie nie tylko starożytne i nowożytne kultury, ale również późniejsze zdobycze cywilizacyjne, z maszyną parową włącznie. Mimo to powstające tam osady, a później grody i miasta były przeważnie niewielkie i takież miały znaczenie w historii tej części Polski.

Rola Neru nieco wzrosła, gdy stał się on rzeką graniczną, ale i wówczas był bardziej problemem dla okolicznych mieszkańców i wędrujących kupców lub osadników niż przeszkodą wodną mającą jakiekolwiek znaczenie militarne lub obronne. Niemal na całej długości dolina rzeki była mocno zabagniona, pełna starorzeczy, a woda rozlewała się szeroko, czasem na wiele koryt, natomiast mostów, brodów i traktów do jej przekroczenia było niewiele. Ówczesne miasta, wsie i osady leżące w sąsiedztwie Neru nie uchodziły też za bardzo zamożne, bo ziemia była tu nie najlepszej jakości, a handel – niezbyt rozwinięty. Stanisław Staszic, przeprowadzając w 1825 roku lustrację tego terenu, na Ner nie zwrócił właściwie uwagi, choć dostrzegł, że miasteczko Łódź „nad źródłami i rzekami leży". Również Rajmund Rembieliński i wszyscy pozostali twórcy przemysłowej Łodzi większą uwagą obdarzali Łódkę, Jasień i parę innych „tryszczących" w okolicy rzeczek i źródeł niż pobliski Ner, który choć odbierał od nich wodę, a później liczne cuchnące ścieki, to płynął gdzieś „pod wyniosłem wzgórzem", po terenie wilgotnym i „morowym", gdzie nawet na niedzielną wycieczkę ówcześni łodzianie nie mieli ochoty się wybierać, bo i daleko, i niezdrowo. Sytuacja ta chwilowo uległa zmianie, gdy „odkryto" i zagospodarowano położone nieopodal rzeki rekreacyjne tereny leśne na południowy zachód od Łodzi, w tym okolice wsi Ruda i Chojny. Jednak Ludwik Geyer szybko postawił w sąsiedztwie Neru, nad samym jego brzegiem, sporą cukrownię, a później gorzelnię. Szczęśliwie jednak dla rzeki i okolicy cukrownia szybko zbankrutowała, a tego rodzaju produkcji nigdy więcej tu nie uruchamiano. Gdyby stało się inaczej, do rzeki, i to niemal od jej źródeł, odprowadzano by także silnie skażone ścieki cukrownicze i rozwój wypoczynkowej kolonii leśnej, a później rekreacyjnych stawów, nie byłby już możliwy.

W kolejnych latach nastała epoka Łodzi przemysłowej i już w drugiej połowie XIX wieku Nerem popłynęły ogromne ilości ścieków komunalnych i przemysłowych produkowanych przez eksplozywnie rozwijający się przemysł włókienniczy regionu i samo miasto. Rzeka znalazła się, niestety, na samym końcu przysłowiowej „rury", a jej stan pogorszył się jeszcze bardziej, gdy przyjęto i wdrożono niezbędny dla Łodzi projekt Williama Heerleina Lindleya polegający na zaopatrywaniu miasta w wodę z Pilicy (był też pomysł zasilania z Niebieskich Źródeł) oraz scentralizowanym odprowadzaniu ścieków komunalnych i przemysłowych właśnie do Neru, co wydawało się rozwiązaniem bardzo praktycznym, bo zgodnym z naturalnym nachyleniem terenu miasta. Wówczas rzeka stała się jednym wielkim Canale Grande, do którego płynęły nieoczyszczone ścieki z Łodzi liczącej wówczas prawie pół miliona mieszkańców oraz z setek fabryk i zakładów przemysłowych. Wskutek tego, w przeciwieństwie do innych rzek, nad którymi leżały wówczas duże miasta Polski i Europy, Ner nigdy nie posiadał pięknych bulwarów czy nadrzecznych błoni, nie powstały tu nabrzeża ani pełne spacerowych łódek przystanie wodne. Nie istniał też atrakcyjny front wodny, który mógłby być podziwiany przez niedzielnych spacerowiczów. Rzeka stała się natomiast ogromnym otwartym rynsztokiem, którym duże i małe miasta regionu pozbywały się swoich nieczystości. Łodzianie nigdy nie mówili, że ich miasto leży nad Nerem, bowiem zdawali sobie sprawę z tego, że Łódź przez długie lata tylko nad Nerem „kucała".

Monografii doczekały się w Polsce różne rzeki. Te wielkie, jak choćby Wisła czy Bug, oraz te całkiem małe, jak Sokołówka czy Rawa. Zaszczytu tego doczekały się również liczne rzeki płynące w sąsiedztwie Łodzi, np. Grabia, Widawka, Luciąża, Wolbórka, Dzierżązna oraz kilka innych, natomiast Ner jest w tym względzie wyjątkiem. Rzadko o nim pisano, a jeśli już, to raczej w sposób tyleż naukowy, co niezbyt przyjazny, zwracając większą uwagę na to, czym jest, a mniejszą – czym był i czym być powinien. Zarówno w aspekcie historycznym, jak i w odniesieniu do współczesności Ner to rzeka „niekochana". Niekochana zarówno przez tych, którzy nieopodal niej mieszkali i długie lata korzystali z jej dobrodziejstw, jak i tych, którzy wzrastali i bogacili się jej kosztem, by później uznać, że nie jest już im potrzebna.

Stan ten jednak od niedawna się zmienia. Mimo prawie dwóch setek lat wykorzystywania i dewastacji Ner zachował „potencjał do życia" i może, z przysłowiową „pomocą przyjaciół", znowu stać się prawdziwą rzeką. Pierwsze symptomy poprawy jej jakości i – co równie ważne – opinii o niej są już widoczne. By je wspomóc i przez to może choć trochę przyspieszyć proces odnowy oraz rewaloryzacji Neru, a jednocześnie uhonorować tę zasłużoną i mocno doświadczoną w przeszłości rzekę, postanowiliśmy napisać tę książkę.

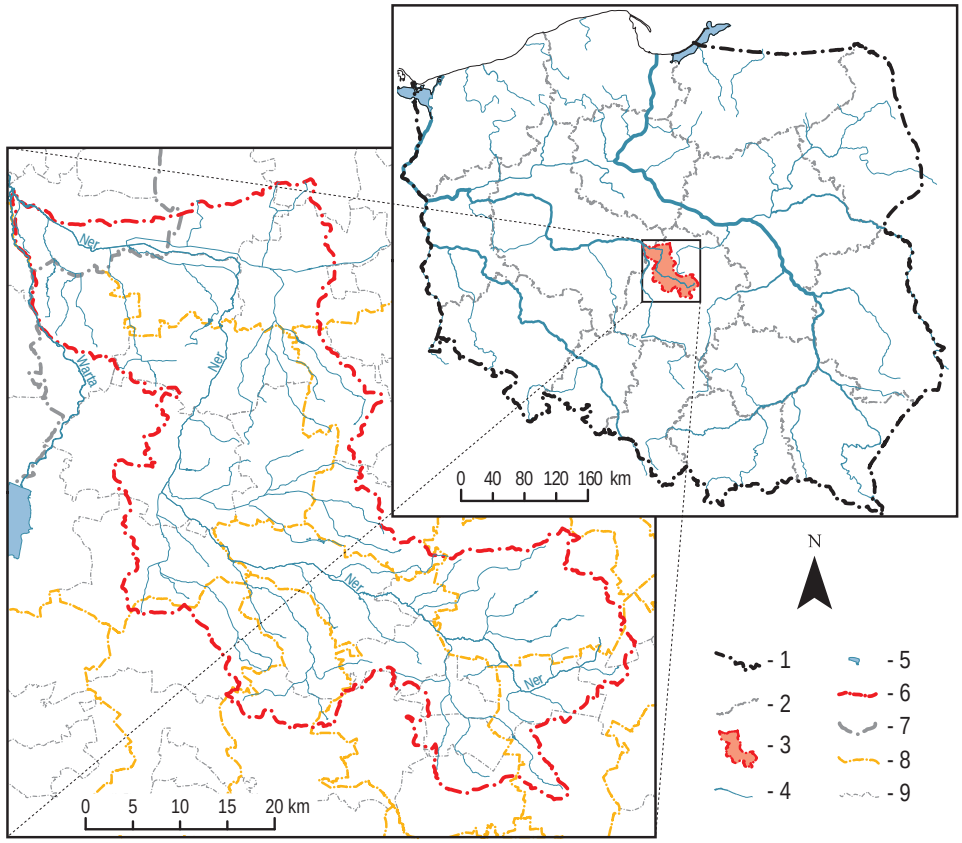
1

Morfologiczne, geologiczne i hydrogeologiczne uwarunkowania obiegu wody w zlewni Neru

1.1. Rzeźba terenu

Ner jest średniej wielkości rzeką nizinną należącą do systemu Odry i odwadniającą zachodnią część województwa łódzkiego. Długość rzeki wynosi 124,1 km, co sytuuje ją na początku piątej dziesiątki rzek Polski, a powierzchnia odwadniana przez Ner i jego dopływy jest równa 1834,3 km^2, zatem zlewnia tej rzeki znajduje się na trzydziestym szóstym miejscu w Polsce i stanowi nieco poniżej 0,6% powierzchni kraju. Większość zlewni Neru leży w obrębie województwa łódzkiego (rys. 1.1), a tylko niewielka północno-zachodnia część obszaru należy do województwa wielkopolskiego. W województwie łódzkim Ner odwadnia miasto Łódź oraz powiaty: zgierski, łódzki wschodni, pabianicki, łaski, zduńskowolski, poddębicki i łęczycki. Ujściowy odcinek rzeki odbiera zaś wodę z niewielkiego fragmentu powiatu kolskiego wchodzącego w skład województwa wielkopolskiego.

W regionalizacji fizycznogeograficznej Jerzego Kondrackiego (Solon i in. 2018) zlewnia Neru znajduje się w prowincji Nizin Środkowoeuropejskich, a w szczególności w podprowincji Nizin Środkowopolskich. Wśród makroregionów, jakie tam występują, do zlewni Neru należy znaczny fragment mezoregionu Niziny Południowowielkopolskiej oraz niewielki wycinek Wzniesień Południowomazowieckich (górna część zlewni) i jeszcze mniejszy fragment mezoregionu Niziny Środkowomazowieckiej, a w szczególności Równin Kutnowskiej i Łowicko-Błońskiej (część północno-wschodnia) (rys. 1.2). W mezoregionie Niziny Południowowielkopolskiej system Neru odwadnia zaś znaczne obszary Wysoczyzny Łaskiej i Kotliny Kolskiej (środkowa i dolna część zlewni) oraz maleńki wycinek Wysoczyzny Kłodawskiej (dolna część zlewni). W ramach Wzniesień Południowomazowieckich górny Ner odbiera wody z Wzniesień Łódzkich i Wysoczyzny Bełchatowskiej.

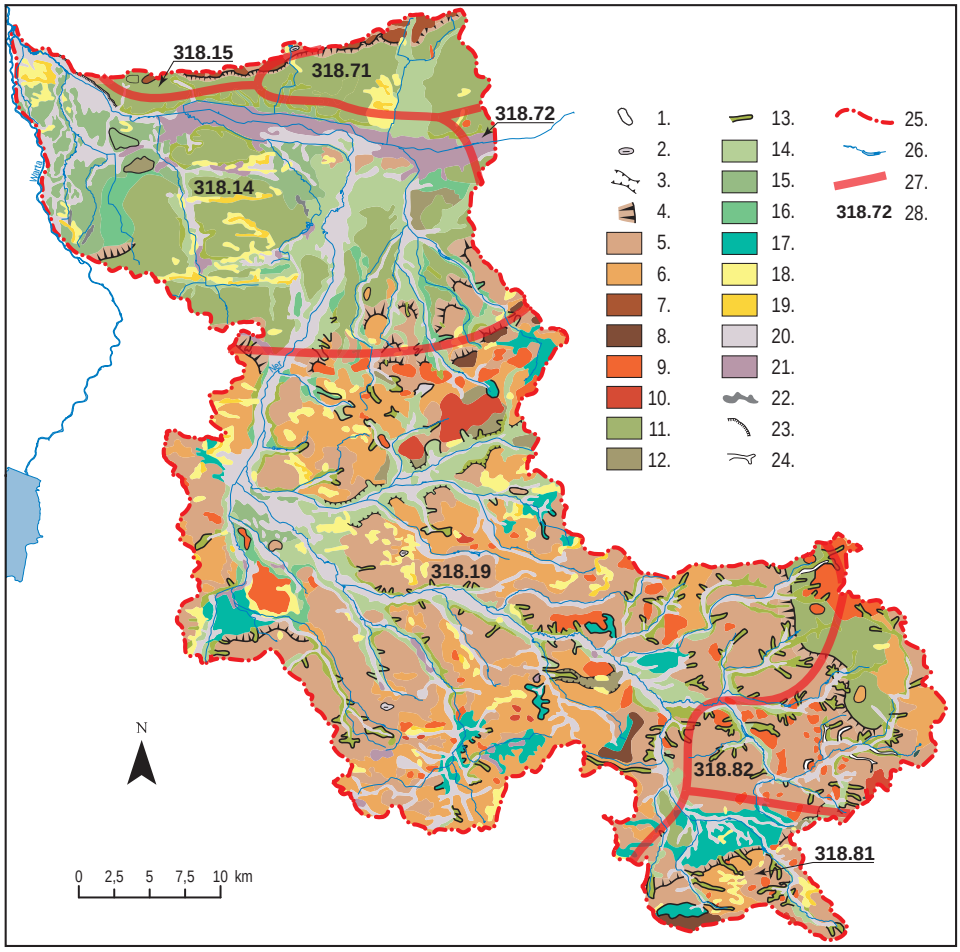


Rys. 1.1. Położenie zlewni Neru na tle podziału administracyjnego Polski

Objaśnienia: 1 – granica państwa; 2 i 7 – granice województw; 3 – zlewnia Neru; 4 – cieki; 5 – zbiorniki wodne; 6 – dział wodny zlewni Neru; 8 – granice powiatów; 9 – granice gmin

Źródło: opracowanie własne na podstawie MPHP10k i danych państwowego rejestru granic (CODGiK)

Mimo zaliczenia Neru do rzek nizinnych rzeźba terenu jego zlewni jest dość urozmaicona. Najwyższy punkt położony jest na dziale wodnym I rzędu, w okolicach dzielnicy Dąbrowa w Łodzi, i ma rzędną 284,1 m n.p.m. (rys. 1.3). Kulminacja ta znajduje się w obrębie stoliwa kemowego powstałego w miejscu konwergencji trzech lobów warciańskiego zlodowacenia: warty, pilicy i bzury, których zasięg był podobny do obszarów dzisiejszych zlewni tych rzek (Turkowska 2006). Punkt najniżej położony znajduje się w ujściu Neru na wysokości 88,4 m n.p.m., zatem deniwelacja w zlewni przekracza nieco 195 m, średnia wysokość wynosi 149 m n.p.m., a średni spadek (stoczystość) – 4,45‰. Lokalne spadki terenu w strefie wododziałowej, zwłaszcza w obrębie Wzniesień Łódzkich, są często większe od 19‰ (7°), sięgając nawet 28‰. Łączna długość działu wodnego zlewni Neru wynosi 321,6 km (tab. 1.1).

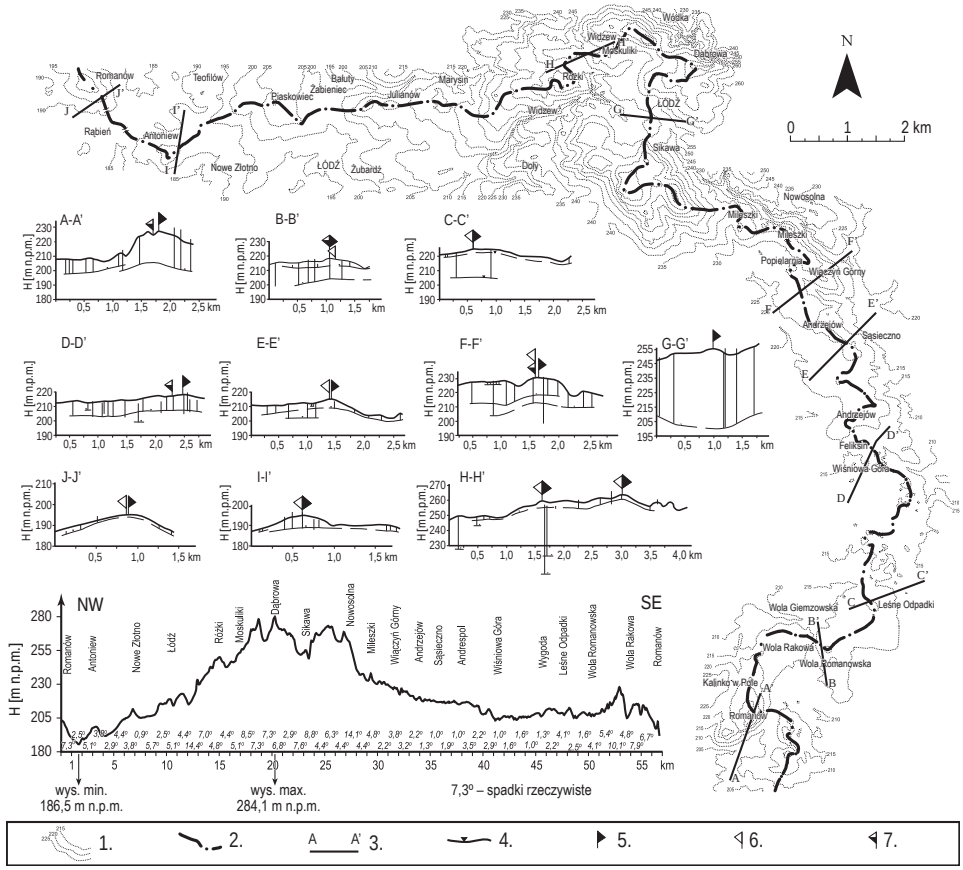


Rys. 1.2. Mezoregiony fizycznogeograficzne i geomorfologia zlewni Neru

Objaśnienia: formy związane z morfogenezą glacjalną (lodowcowe i wodnolodowcowe) – neogen: 1 – ostańce; plejstocen: 2 – zagłębienia wytopiskowe; 3 – rynny i inne doliny glacjalne; 4 – strome stoki różnej genezy (głównie wysoczyznowe); 5 – wysoczyzny morenowe; 6 – wysoczyznowe powierzchnie wodnolodowcowe; 7 – pagórki czołowomorenowe; 8 – pagórki i wzgórza spiętrzeń glacitektonicznych; 9 – kemy, stoliwa, ozy i inne formy szczelinowe i przetainowe; 10 – moreny martwego lodu; 11 – fluwioglacjalne poziomy erozyjne i niższe poziomy wysoczyznowe; 12 – wodnolodowcowe, akumulacyjne poziomy dolinne. Formy związane z morfogenezą polodowcową (stokowe, rzeczne i eoliczne) – plejstocen: 13 – stoki i doliny denudacyjne; 14 – wyższe, akumulacyjne poziomy dolinne; 15 – niższe, akumulacyjne poziomy dolinne; 16 – poziomy erozyjne i erozyjno-denudacyjne; 17 – równiny akumulacji rozlewiskowej; 18 – pokrywy eoliczne, zwydmione; 19 – duże pagórki wydmowe; holocen: 20 – dna dolin; 21 – równiny torfowe; 22 – starorzecza; 23 – podcięcia erozyjne; 24 – wąwozy, parowy i inne dolinki. Znaki umowne: 25 – dział wodny zlewni Neru; 26 – cieki i zbiorniki wodne; 27 – granice mezoregionów; 28 – numery jednostek fizycznogeograficznych: 318.14 – Kotlina Kolska; 318.15 – Wysoczyzna Kłodawska; 318.19 – Wysoczyzna Łaska; 318.71 – Równina Kutnowska; 318.72 – Równina Łowicko-Błońska; 318.81 – Wysoczyzna Bełchatowska; 318.82 – Wzniesienia Łódzkie

Źródło: Turkowska (2006); Solon i in. (2018)

Warto podkreślić, że topograficzny dział wodny zlewni Neru jest zwykle zbieżny z hydrogeologicznym, choć lokalnie, nawet w obrębie działu I rzędu, występują niewielkie odchylenia uwarunkowane nieciągłością horyzontów wodonośnych (rys. 1.3). Częstym zjawiskiem są obszary bifurkujące, np. w zasięgu pradoliny Bzury-Neru, w rejonie kopalnej doliny Balin-Chropy czy też w obrębie działów wyższego rzędu rozdzielających zlewnie dopływów Neru, np. Kanału Królewskiego, Zianu i Pisi II.



Rys. 1.3. Przebieg i profil podłużny działu wodnego Neru (I rzędu) w obrębie Łodzi i ukształtowanie zwierciadła wód podziemnych w strefie wododziałowej

Objaśnienia: 1 – poziomice; 2 – linia działu wodnego I rzędu; 3 – linie przekrojów; 4 – zwierciadło wód podziemnych; 5 – dział wodny topograficzny; 6–7 – podziemne działy wodne: 6 – pierwszego poziomu wód podziemnych, 7 – drugiego poziomu wód podziemnych. Na profilu działu wodnego zaznaczono podłużne spadki lokalne [°]

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów PHiGW UŁ

Charakterystyki rzeźby poszczególnych zlewni należących do systemu Neru są bardzo zróżnicowane. Dotyczy to zarówno miar bezwzględnych, jak i względnych.

Dla przykładu średnie wysokości wyróżnionych zlewni zawierają się w przedziale od ponad 213 m n.p.m. (Łódka) do 103 m n.p.m. (Kanał Zbylczycki), a zatem różnią się o 110 m. Także średnie nachylenia powierzchni poszczególnych zlewni są zróżnicowane: od prawie 18‰ (Łódka) do poniżej 5‰ (Kanał Zbylczycki), co dowodzi, że warunki formowania się odpływu i tempo drenażu wód powierzchniowych i płytkich wód podziemnych są bardzo zmienne przestrzennie. Długość głównych dopływów Neru jest również zróżnicowana: najdłuższe są Kanał Królewski wraz z Zianem oraz Bełdówka. Spadki średnie tych rzek (I) są w podobnym stopniu zróżnicowane jak średnie nachylenia ich zlewni (S). O skali tego podobieństwa świadczy fakt, że współczynnik korelacji obu zmiennych wynosi 0,83, a równanie regresji postaci $S = 2{,}35 \cdot I + 1{,}79$ jest istotne na poziomie 5% (test t-Studenta). Największy spadek ma Jasień (5,5‰), a najmniejszy – Kanał Zbylczycki (1,4‰) (tab. 1.1).

Tab. 1.1. Charakterystyki rzeźby wybranych zlewni systemu Neru

Zlewnia/ charakterystyka	A [km^2]	H_{maks} [m n.p.m.]	$H_{źr}$ [m n.p.m.]	H_{min} [m n.p.m.]	L [km]	L_d [km]	H_{sr} [m n.p.m.]	S [‰]	I [‰]
Ner cały	1834,3	284,1	205,3	88,4	124,1	321,6	148,9	4,5	0,9
Ner po Dąbie	1725,8	284,1	205,3	89,9	111,1	303,4	152,0	4,6	1,0
Gadka	12,3	198,0	190,4	177,8	4,8	12,3	186,8	5,8	2,6
Jasień z Olechówką	79,4	273,6	219,8	170,2	9,0	39,3	204,5	11,6	5,5
Dobrzynka z Pabianką	136,1	277,7	249,5	166,9	25,5	72,4	202,7	9,5	3,2
Łódka z Bałutką	47,0	278,6	236,6	156,2	18,4	47,4	213,5	17,9	4,4
Jasieniec	23,3	208,5	192,2	154,6	8,3	24,1	178,3	11,2	4,5
Zalewka	41,8	207,0	190,2	149,6	11,9	29,1	175,8	8,9	3,4
Lubczyna	27,2	203,9	192,5	143,4	16,4	32,9	178,5	11,6	3,0
Pisia I	140,7	214,0	184,2	129,8	27,1	71,5	170,5	7,1	2,0
Pisia II	133,4	201,0	178,5	116,4	28,8	71,3	145,8	7,3	2,2
Bełdówka	192,0	199,1	186,7	116,6	30,8	79,6	147,3	6,0	2,3
Kanał Królewski z Zianem	324,9	182,6	147,1	89,9	38,5	114,7	117,3	5,1	1,5
Kanał Zbylczycki	76,7	129,7	109,8	89,9	13,8	50,3	103,0	4,5	1,4
Pisia III	64,1	131,6	117,6	90,5	17,6	51,7	108,4	5,1	1,5

Objaśnienia: A – powierzchnia zlewni; H_{maks} – wysokość maksymalna; $H_{źr}$ – wysokość miejsca wypływu; H_{min} – wysokość minimalna; L – długość cieku głównego; L_d – długość działu wodnego; H_{sr} – wysokość średnia; S – średni spadek (stoczystość) zlewni; I – spadek cieku głównego

Źródło: morfometryczne charakterystyki zlewni obliczono, wykorzystując techniki geoinformatyczne, na podstawie numerycznego modelu terenu udostępnionego (EU-DEM v1.1) oraz Mapy Podziału Hydrograficznego Polski w skali 1:10 tys. (MPHP10k)

Powierzchnia zlewni Neru jest w większości równinna, choć urozmaicona i zróżnicowana przestrzennie. Obszar ten został ukształtowany w młodszym czwartorzędzie w wyniku morfogenez: glacjalnej, peryglacjalnej i umiarkowanej. Lądolód warciański, ustępując z tego terenu około sto pięćdziesiąt tysięcy lat temu, pozostawił po sobie szereg wyraźnych form w postaci równin morenowych i jeziornych, sandrów, moren czołowych i spiętrzeń, a także kemów i krawędzi wysoczyznowych. Względnie żywy krajobraz glacjalny zachował się jednak do dziś niemal wyłącznie w obrębie wysoczyzn, choć w formie mocno zdenudowanej (Turkowska 2001). Przez kolejne sto dwadzieścia, sto trzydzieści tysięcy lat panowania tutaj różnych odmian klimatu peryglacjalnego procesy stokowe, rzeczne i eoliczne prowadziły zarówno do zacierania wyrazistości rzeźby glacjalnej (np. spłaszczania stoków, zasypywania dolin itd.), jak i jej wyostrzania (np. powstawania teras dolinnych, dolin denudacyjnych, wydm itd.). W holocenie w warunkach klimatu umiarkowanego i zwartej już pokrywy roślinnej tempo i wydajność procesów morfologicznych w tej części Polski wyraźnie zmalały. Jedynie w obrębie dolin rzecznych rozczłonkowujących wysoczyzny oraz na obszarach o urozmaiconej jeszcze rzeźbie procesy rzeźbotwórcze były względnie aktywne. Dobrym przykładem jest tu ewolucja dna doliny i zmiany koryta Neru w jego środkowym biegu w późnym okresie atlantyckim i subatlantyckim (Turkowska 2006; Kittel 2012).

Antropocen w zlewni Neru przejawiał się powstawaniem różnego rodzaju ściśle antropogenicznych form terenu (nasypy, wkopy, kanały, zbiorniki wodne itd.) oraz stymulowanych działalnością człowieka (np. pokrywy piaszczyste powstałe w wyniku procesów eolicznych wywołanych wylesianiem czy parowy wyerodowane wzdłuż dróg polnych). Odgrywają one istotną rolę w tempie i sposobach drenażu płytkich wód podziemnych przez cieki systemu, jak też wpływają na lokalny wzrost lub spadek infiltracji i spływu powierzchniowego. Ślady działalności i osadnictwa człowieka pochodzące z epok kamienia i żelaza oraz kultur trzcinieckiej i łużyckiej stwierdzono w zlewni Neru zarówno w obrębie doliny tej rzeki i jej dopływów, jak również na sąsiednich wysoczyznach i obniżeniach (Papińska 2004). Wyniki dotychczasowych badań wskazują, że zasiedlenie zlewni Neru (dawne ziemie sieradzkie i łęczyckie) następowało z trzech kierunków: od północy (z Kujaw), zachodu (z doliny Warty) i południowego wschodu (przez dolinę Pilicy). Wskutek tego nisko położone równiny i doliny były szybciej zagospodarowane niż wysoczyzny, a zwłaszcza teren Wzniesień Łódzkich (Zajączkowski 1976). Od XIX wieku zmiany morfologiczne w zlewni, szczególnie na terenach urbanizowanych, mają już charakter eksplozywny i odciskają piętno nie tylko na lokalnym, ale i regionalnym obiegu wody.

Górny Ner jest ciekiem okresowym, miejscami epizodycznym, przy czym już dawno stwierdzono, że jego suche lub tylko epizodycznie zawodnione koryto biegnie w obrębie warciańskich, piaszczystych i piaszczysto-żwirowych, utworów fluwioglacjalnych sandru w rejonie Andrzejowa (Krzemiński 1997). Odpływ powierzchniowy jest tu znikomy, a potencjalnie potamiczne poziomy wodonośne

znajdują się poniżej rzędnej dna koryta. Natomiast ciek stały pojawia się w miejscu przekroczenia granicy litologicznej (Szymkiewicz, Twardy 2016), poniżej której rzeka zaczyna płynąć przez gliniaste wysoczyzny morenowe, a w korycie pojawiają się okresowe wody ze spływu podpowierzchniowego i epizodyczne wody powierzchniowe. Jednocześnie dolina Neru zaczyna drenować podziemne poziomy wierzchówkowe i śródmorenowe.

Mniej więcej do przekroju w Lutomiersku, w którego sąsiedztwie Ner przecina poziomicę 150 m n.p.m., rzeźba terenu jego zlewni jest dość urozmaicona. Dotyczy to w szczególności zlewni górnego Neru i Dobrzynki oraz obszaru odwadnianego przez rzeki łódzkie (Gadkę, Jasień z Olechówką, Łódkę z Bałutką, Jasieniec i Lubczynę). Formy glacjalne i fluwioglacjalne ukształtowane w okresie zlodowacenia warty, choć przekształcone w klimacie peryglacjalnym vistulianu oraz w holocenie, zachowały tu często krajobrazową wyrazistość. Warciańskie wały i wzgórza moreny czołowej, pagórki i stoliwa kemowe, a także faliste, zbudowane z glin, wysoczyzny morenowe tworzą na tym obszarze wododziały od najniższych do I rzędu włącznie (rys. 1.2). Towarzyszą im głęboko wcięte w wysoczyzny, liczne oraz wyraźnie widoczne, zawodnione i suche doliny z młodymi formami akumulacji rzecznej (równiny zalewowe i nadzalewowe) oraz starszymi terasami vistuliańskimi. Całość uzupełniają płaskie równiny morenowe oraz powierzchnie niezbyt miąższych sandrów.

Na obszarze drenowanym przez Ner od Lutomierska przez Poddębice do przekroju w Wartkowicach powierzchnia jego zlewni nieco się zmienia. Obok licznych wzniesień oraz pagórków morenowych i kemowych występujących w zlewniach środkowej Pisi I i dolnej Pisi II oraz środkowej Bełdówki i górnego Zianu, a także lekko falistej równiny morenowej rozciągającej się między Lutomierskiem i Poddębicami coraz większe powierzchnie zajmują płaskie równiny wodnolodowcowe oraz akumulacyjne równiny zalewowe, nadzalewowe i rozlewiskowe (np. na międzyrzeczach Bełdówki, Neru i Pisi II). W ich obrębie licznie występują wydmy i wały wydmowe, głównie vistuliańskie. Działy wodne są w tej części zlewni równie wyraźne jak w poprzedniej, choć w obrębie wododziału Ner–Warta pojawiają się cieki bifurkujące i obszary o zmiennym kierunku odwadniania. Doliny rzek i ich dna są tutaj stosunkowo szerokie i mało wyraźne. Warto podkreślić, że przed Poddębicami Ner zmienia kierunek płynięcia: z północno-zachodniego, charakterystycznego dla wielu rzek środkowej Polski, a odziedziczonego po okresie pra-Wisły i przedwarciańskim kierunku odwodnienia, na północny, ku pradolinie Bzury-Neru ukształtowanej w vistulianie i kierującej jego wody do Warty.

Morfologia dolnej części zlewni Neru poniżej Wartkowic bardzo różni się od występującej na pozostałym obszarze. Dominują tu bowiem płaskie równiny fluwioglacjalne przechodzące w erozyjne poziomy dolinne i dna dolin, a w obrębie pradoliny Bzury-Neru – w równiny torfowe, czyli lokalnie nadbudowane wydmami i wałami wydmowymi lub wygładzone pokrywami eolicznymi. Działy wodne są zwykle niewyraźne, a górne odcinki cieków często bifurkują. Wyjątek stanowi

północny dział wodny Neru, który na długim odcinku jest bardzo wyraźny, gdyż biegnie po kulminacjach pagórków morenowych schodzących do pradoliny krawędzią erozyjną. Ner, podobnie jak inne większe cieki naturalne tego obszaru (np. Zian, Gnida, Pisia III), płynie tutaj w kierunku północnym, by dopiero w obrębie dna pradoliny gwałtownie zmienić kierunek na zachodni, zgodny z jej aktualnym nachyleniem. Morfologia doliny Warty w sąsiedztwie ujścia Neru wskazuje, iż miejsce to zmieniało się dość często nie tylko w vistulianie, ale i później.

1.2. Budowa geologiczna

1.2.1. Skały podłoża

Najstarszymi skałami nawierconymi na obszarze zlewni Neru i na terenach sąsiednich są wapienie, gipsy i anhydryty oraz sole pochodzące z górnego permu – cechsztynu, które przybrały formę wysadów solnych i czap gipsowych. Na utworach tych, w Łodzi na głębokości około 2600 m, zalegają skały wczesnego triasu, a w szczególności czerwone i pstre osady okruchowe (piaskowce, mułowce, łupki ilaste i iły), zwane pstrym piaskowcem. Powyżej spoczywają wapienie, dolomity i margle środkowego triasu, określane jako wapień muszlowy, a na nich, głównie lądowe i facjalnie zróżnicowane, osady okruchowe górnego triasu. Wychodnie wskazanych osadów triasu znajdują się jednak poza zlewnią Neru, np. w okolicach Żarnowa i Wielunia (Ziomek 2008).

Obszar zlewni Neru położony jest w obrębie dwóch dużych jednostek tektonicznych: antyklinorium kujawskiego i niecki łódzkiej. Tylko niewielkie (zwykle wododziałowe) fragmenty północnej, wschodniej i południowo-wschodniej części zlewni leżą na antyklinorium kujawskim zbudowanym z piaskowców, mułowców i wapieni jurajskich oraz piaskowców, iłowców i mułowców kredy dolnej. Pozostała część znajduje się w granicach niecki łódzkiej zbudowanej z piaskowców i iłowców kredy dolnej oraz wapieni, opok i margli kredy górnej o znacznej miąższości (do 700 m).

W źródłowej części zlewni Neru oraz w górnych partiach zlewni jego łódzkich dopływów osady kredy dolnej zalegają niezgodnie na podłożu jurajskim i reprezentowane są przez ciemnobrunatne łupki z soczewkami wapieni, piaskowce i iłołupki wapniste oraz szare piaskowce z wkładkami ciemnego iłu, a także ciemnoszare iły piaszczyste, piaskowce glaukonitowe przewarstwione mułowcami, margle piaszczyste oraz wapienie margliste i gezy. Piaskowce i wapienie są zwykle uszczelinione. Na skałach kredy dolnej osadziły się utwory kredy górnej w postaci wapieni marglistych, margli, wapieni z czertami i wtrąceniami krzemieni oraz iłów i piaskowców. Facje węglanowe są zwykle dobrze uszczelinione. Stropową powierzchnię mezozoiku tworzą osady zwietrzelinowe (znane z kilku otworów wiertniczych), wykształcone w postaci rumoszu margla kredowego, żwirów i okruchów tzw. czarnych krzemieni oraz wapieni zsylifikowanych. Miąższość zwietrzelin osa-

dów kredowych waha się od 2,0 do 8,0 m (SMGP, ark. Łódź Wschód 1987). Zwietrzeliny te, a lokalnie skały macierzyste kredy górnej (opoki, margle i wapienie), wychodzą w tej części zlewni na powierzchnię w sąsiedztwie wododziału Pabianki i Dobrzynki (Wadlew, Zwierzyniec).

Podłożem środkowego fragmentu zlewni Neru (od Lutomierska do Wartkowic) są osady facji piaszczysto-ilasto-mułowcowej dolnej kredy. Strop skał dolnokredowych występuje tutaj na różnych głębokościach. Na wschodnich obrzeżach niecki łódzkiej (północno-wschodni odcinek działu wodnego zlewni Kanału Królewskiego) obserwuje się nawet wychodnie utworów dolnej kredy. Natomiast w jej centralnych partiach (np. w miejscowościach Balin i Sarnów) strop tych osadów leży na głębokości prawie 2 tys. m. Kreda dolna na tym terenie została dość dobrze zbadana głębokimi otworami wiertniczymi wykonanymi w celu rozpoznania możliwości budowy ujęć wód geotermalnych. Miąższość jej osadów zawiera się w przedziale od 96,0 do 190,0 m.

Utwory górnej kredy występujące w tej części zlewni wiekowo przynależą do górnego albu, cenomanu, turonu, koniaku, santonu, kampanu i mastrychtu. Wykształcone są głównie w facji węglanowej. Pod względem litologicznym są to uszczelinione wapienie, wapienie margliste, margle i opoki. Jedynie spąg górnego albu tworzą słabo zwięzłe piaskowce kwarcowo-glaukonitowe, zaś górną część tej formacji budują silnie ilaste margle (Gosławska 2009). Strop kredy górnej występuje na różnych głębokościach: między Lutomierskiem i Poddębicami znajduje się zwykle w przedziale od 30 do 70 m p.p.t., zaś w środkowej części osady te występują na kilkunastu metrach p.p.t., a lokalnie wychodzą nawet na powierzchnię. Miejsca takie występują między innymi wzdłuż linii Poddębice–Rożniatów (zlewnia Pisi III), gdzie skały górnokredowe tworzą antyklinę powstałą w wyniku procesów tektonicznych. Na północnym wschodzie i wschodzie środkowej części zlewni Neru strop utworów górnej kredy ponownie zanurza się pod osady kenozoiczne i występuje na głębokości 40–50 m p.p.t.

Mezozoiczne podłoże dolnej części zlewni Neru, zwłaszcza wschodniej (pradolinnej), ma dość skomplikowaną budowę. W podłożu występuje tu fragment antykliny łęczycko-kłodawskiej (należącej do antyklinorium kujawskiego), przechodzący w kierunku południowo-zachodnim w nieckę łódzką. W jądrze antykliny łęczycko-kłodawskiej występują osady permskie ukształtowane w formie wysadu solnego, z zachowanymi na jego skłonach osadami triasu. Utwory jury występują w podłożu kenozoiku w osiowej partii antykliny łęczycko-kłodawskiej, a także na jej skrzydłach. Zostały one nawiercone w licznych otworach badawczych w sąsiedztwie północno-wschodniego działu wodnego Neru (Kanał Królewski), np. w Solcy Małej, Siedlcu, Sławęcinie i Łęczycy (MGśP, ark. Łęczyca).

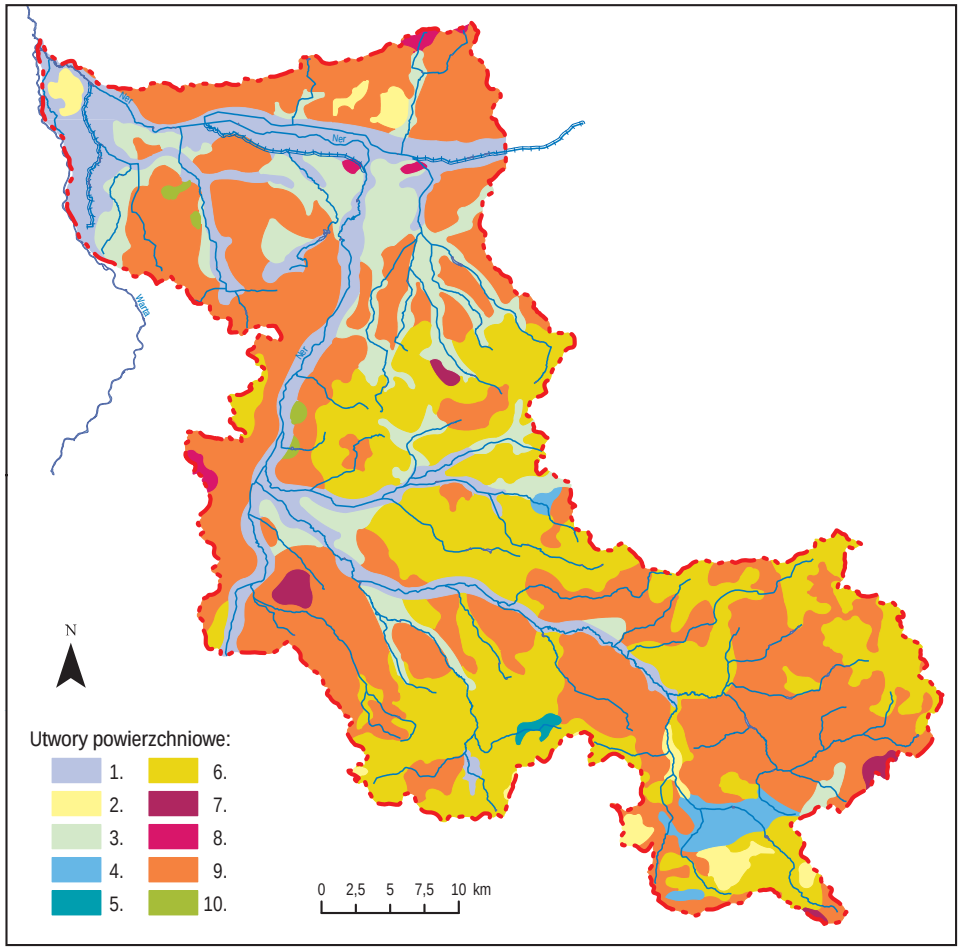
Osady kredy, w obrębie tej części niecki łódzkiej, występują na głębokości od 17,2 do 51,8 m. W południowo-zachodnim obrzeżeniu antykliny znane są z okolic Wichrowa i Wilczkowic położonych w zlewni Kanału Królewskiego. Kredę dolną reprezentują łupki ilaste i margliste, margle i piaskowce margliste oraz wapienie. Stwierdzona wierceniami miąższość tych osadów wynosi około 320 m. Na osady

kredy górnej składają się uszczelinione wapienie piaszczyste, wapienie z glaukonitem oraz margle. W zlewniach Pisi III i Kanału Niemieckiego osady kredowe wykształcone są głównie w postaci opok, gez i margli oraz wapieni marglistych. Ich strop stwierdzono na zmiennej głębokości od kilkunastu do 178 m. W rejonie Rożniatowa i Świnic Warckich porowate opoki i margle górnej kredy odsłaniają się nawet na powierzchni terenu (MGśP, ark. Dąbie).

Większe zagłębienia powierzchni podkenozoicznej, występujące w podłożu zlewni Neru, wypełnione są lokalnie osadami neogenu (pliocenu i miocenu). Pliocen niemal na całej powierzchni zlewni tworzą piaski kwarcowe, iły i mułki, z przewarstwieniami węgla brunatnego. Natomiast do utworów mioceńskich zalicza się osady piaszczysto-mułowe często z węglem brunatnym oraz lokalnie iły pstre. Soczewki lub warstwy niskokalorycznego węgla brunatnego mają w zlewni Neru miąższość dochodzącą nawet do 7 m. Natomiast łączna grubość płatów lub soczewek osadów trzeciorzędowych zawiera się tu w bardzo szerokich granicach: od poniżej jednego do kilkudziesięciu metrów. W strefach spiętrzeń glacitektonicznych miąższość tych utworów dochodzi nawet do 80 m.

1.2.2. Osady czwartorzędowe

Górną część zlewni Neru po Lutomiersk oraz zlewnie jego łódzkich dopływów pokrywa zwarty płaszcz osadów czwartorzędowych o miąższości od kilku do 90 m w zlewni Dobrzynki, 120 m w zlewni górnego Neru i 150 m w strefie działów wodnych I rzędu (np. Neru, Łódki i Jasienia). Na powierzchni plejstocen reprezentowany jest głównie przez gliny oraz piaski i żwiry warciańskie (rys. 1.4), które przykrywają utwory akumulacji wodnolodowcowej, rzecznej i zastoiskowej (piaski, mułki i żwiry) oraz lodowcowej (gliny) pochodzące ze zlodowaceń środkowopolskich oraz osady interglacjalne i utwory złożone w okresie zlodowaceń południowopolskich (piaski, gliny). Glina zwałowa tworzy na tym obszarze rozległe płaty o miąższości od kilku do kilkunastu metrów. Jest ona miejscami zniszczona i zmieniona przez czynniki erozyjne i denudacyjne. Lokalnie pokrywa ją kilkunasto- lub kilkudziesięciometrowa seria piaszczysto-żwirowa lub piaszczysto-pyłowa związana z akumulacją sandrową w fazie recesji lądolodu warciańskiego. Do osadów zlodowaceń środkowopolskich należą również, występujące wyspowo, żwiry i piaski oraz żwiry i głazy moren czołowych. Tworzą one w tej części zlewni wyraźne kulminacje, np. w okolicach Rudy Pabianickiej, Konstantynowa Łódzkiego, Rąbienia i Józefowa (MGśP, ark. Łódź Zachód, Łódź Wschód, Pabianice). Lądolód zlodowaceń północnopolskich nie dotarł do tych terenów, ale ich obszar pozostawał długo w strefie ekstraglacjalnej. Powstały wówczas osady związane z działalnością rzek oraz procesów denudacyjnych i eolicznych. Są to w szczególności piaski rzeczne, piaski i mułki eluwialno-deluwialne, mułki rozlewiskowo-jeziorne oraz piaski eoliczne. Utwory te zajmują stosunkowo duży odsetek tej części zlewni Neru – tworzą między innymi rozległe terasy nadzalewowe Neru i Dobrzynki.



Rys. 1.4. Uproszczona budowa geologiczna zlewni Neru

Objaśnienia: utwory powierzchniowe: holocen: 1 – piaski, żwiry, mady rzeczne oraz torfy i namuły; czwartorzęd: 2 – piaski eoliczne, lokalnie w wydmach; plejstocen: 3 – piaski, żwiry i mułki rzeczne; 4 – piaski i mułki jeziorne; 5 – iły, mułki i piaski zastoiskowe; 6 – piaski i żwiry sandrowe; 7 – piaski i mułki kemów; 8 – żwiry, piaski, głazy i gliny moren czołowych; 9 – gliny zwałowe, ich zwietrzeliny oraz piaski i żwiry lodowcowe; kreda górna: 10 – wapienie, kreda pisząca z krzemieniami, opoki, margle i wkładki piaskowców

Źródło: opracowanie własne na podstawie MGP

W holocenie osadziły się na tych terenach głównie piaski i mułki rzeczne (o miąższości 3–5 m) oraz namuły i torfy (głównie w zagłębieniach bezodpływowych). Te ostatnie tworzą dziś torfowiska niskie (zwykle łąkowe), przy czym miąższość torfu na ogół nie przekracza w nich 2 m. Najmłodsze na tym terenie są osady holoceńskie wypełniające dna dolin i budujące w nich terasy zalewowe. Są to zwykle piaski, żwiry, namuły i torfy. Dla przykładu w dolinie Neru dobrze wysortowane piaski rzeczne osiągają miąższość powyżej 3 m.