



SULEJOWSKI PARK KRAJOBRAZOWY

PLAN OCHRONY DLA SULEJOWSKIEGO PARKU KRAJOBRAZOWEGO

OPERAT OCHRONY ZASOBÓW ABIOTYCZNYCH I GLEB



Łódź - Warszawa, 2025



Fundusze Europejskie
dla Łódzkiego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Operat ochrony zasobów abiotycznych i gleb:
opracował zespół w składzie:
dr Elżbieta Papińska
dr hab. Maciej Ziutkiewicz prof. UŁ
dr Stanisław Krysiak

Wykonawca prac:



Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska;
ul. Erazma Ciołka 13, 01-445 Warszawa



ZESPÓŁ PARKÓW
KRAJOBRAZOWYCH
WOJEWÓDZTWA ŁÓDZKIEGO



Plan ochrony dla Sulejowskiego Parku Krajobrazowego sporządzono na zlecenie
Województwa Łódzkiego – Zespołu Parków Krajobrazowych Województwa Łódzkiego
ul. Solna 14, 91-423 Łódź



Fundusze Europejskie
dla Łódzkiego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Priorytetu FELD 02. Fundusze europejskie dla zielonego Łódzkiego, Działanie FELD.02.15 Bioróżnorodność, typ 4. Opracowanie, aktualizacja dokumentów dla obszarów chronionych lub wdrażanie ich zapisów, programu regionalnego Fundusze Europejskie dla Łódzkiego 2021 - 2027.

Fot. okładka: Rzeka Pilica, Winduga (E. Papińska 2025)

Spis treści:

1.	WSTĘP.....	6
1.1.	Cel opracowania wraz z ogólną informacją o Planie ochrony.....	6
1.2.	Metody i zakres prac	6
1.2.1.	Ogólne założenia prac nad Planem ochrony	6
1.2.1.	Metodyka i zakres prac w odniesieniu do zasobów abiotycznych i gleb	7
1.3.	Zespół autorski	11
1.4.	Ogólna charakterystyka Parku.....	11
2.	OCENA DOTYCHCZASOWEGO STANU ROZPOZNANIA	15
2.1.	Ogólna charakterystyka stanu wiedzy	15
2.2.	Zestawienie dostępnego piśmiennictwa oraz ocena zasobów informacji pod kątem ich przydatności do potrzeb Operatu	15
3.	CHARAKTERYSTYKA ZASOBÓW ABIOTYCZNYCH I GLEB	28
3.1.	Budowa geologiczna–.....	28
3.2.	Rzeźba terenu.....	53
3.2.1.	Charakterystyka rzeźby terenu.....	53
3.2.2.	Ocena stanu ochrony i przekształceń rzeźby terenu, ze szczególnym uwzględnieniem ostatniego 20-lecia	59
3.3.	Gleby.....	70
3.3.1.	Charakterystyka gleb	70
3.3.2.	Ocena stanu ochrony i przekształceń gleb, ze szczególnym uwzględnieniem ostatniego 20-lecia	76
3.4.	Zasoby wodne.....	78
3.4.1.	Charakterystyka zasobów wód powierzchniowych.....	78
3.4.2.	Charakterystyka wód podziemnych i ich zasobów	113
3.4.3.	Ocena stanu ochrony i przekształceń zasobów wodnych	128
3.5.	Warunki klimatyczne, jakość powietrza i hałas.....	128
3.5.1.	Charakterystyka warunków klimatycznych i topoklimatycznych	128
3.5.2.	Ocena stanu jakości powietrza	147
3.5.3.	Charakterystyka źródeł hałasu	155
3.5.4.	Ocena zmian klimatu, jakości powietrza oraz hałasu, ze szczególnym uwzględnieniem ostatniego 20- lecia	162
4.	ZBIORCZA WALORYZACJA ZASOBÓW ABIOTYCZNYCH I GLEB.....	166
5.	UWARUNKOWANIA PRAWNE, SPOŁECZNE I GOSPODARCZE OCHRONY ZASOBÓW ABIOTYCZNYCH I GLEB.....	170

5.1.	Uwarunkowania prawne	170
5.2.	Uwarunkowania społeczne i gospodarcze	173
6.	ZAGROŻENIA DLA ZASOBÓW ABIOTYCZNYCH I GLEB ORAZ MOŻLIWE SPOSOBY ICH ELIMINACJI LUB OGRANICZENIA.....	176
6.1.	Charakterystyka oraz źródła zagrożeń wewnętrznych oraz możliwe sposoby ich eliminacji lub ograniczenia	176
6.2.	Charakterystyka oraz źródła zagrożeń zewnętrznych oraz możliwe sposoby ich eliminacji lub ograniczenia	178
7.	SPIS RYCIN, FOTOGRAFII I TABEL.....	180
8.	ZAŁĄCZNIK NR 1 – MAPA GEOLOGICZNA UTWORÓW POWIERZCHNIOWYCH SULEJOWSKIEGO PARKU KRAJOBRAZOWEGO I JEGO OTULINY	189
9.	ZAŁĄCZNIK NR 2 - PODZIAŁ HYDROGRAFICZNY SULEJOWSKIEGO PARKU KRAJOBRAZOWEGO .	191

Część I

Charakterystyka i diagnoza stanu

Zgodnie z przyjętymi założeniami, niniejszy materiał przedstawia stan prac na koniec II etapu. Jednocześnie prace diagnostyczne będą kontynuowane w III etapie, a tym samym wybrane rozdziały Operatu mogą ulec uzupełnieniu

1. WSTĘP

1.1. Cel opracowania wraz z ogólną informacją o Planie ochrony

Operat ochrony zasobów abiotycznych i gleb jest jednym z sześciu operatów szczegółowych stanowiących wraz z Operatem generalnym dokumentację dla Sulejowskiego Parku Krajobrazowego (dalej SuPK lub Park). Jego podstawowym celem jest wskazanie działań na rzecz ochrony i zrównoważonego wykorzystywania zasobów abiotycznych i gleb obszaru Parku w perspektywie najbliższych 20 lat. Operat składa się z dwóch zasadniczych części: diagnostycznej i strategicznej. Część diagnostyczna obejmuje charakterystykę zasobów abiotycznych i gleb. W części strategicznej zaproponowano cele i działania ochronne. Materiał, opracowany w Operacie, stanowi podstawę merytoryczną dla zapisów projektu uchwały Sejmiku Województwa Łódzkiego w sprawie *Planu ochrony dla Sulejowskiego Parku Krajobrazowego*. Treść Operatu powinna być traktowana także jako rozwinięcie i uzasadnienie zapisów wspomnianej wcześniej uchwały. Warto zaznaczyć, że procedura uzgadniania i opiniowania projektu Planu ochrony, w tym konsultacje społeczne, mogą wpłynąć na ostateczne brzmienie zapisów uchwały, która może się różnić od propozycji przedstawionych w tym Operacie. Jednak wszystkie podejmowane działania mają na celu eliminację lub ograniczenie zagrożeń, zarówno wewnętrznych, jak i zewnętrznych, dla zasobów abiotycznych i gleb.

Wymóg sporządzania planów ochrony dla parków krajobrazowych wynika z zapisów art. 18 ust. 1 Ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 roku o ochronie przyrody (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 1478 z późn. zm.). Zasadnicza treść oraz jego podział na poszczególne operaty planu ochrony dla parku krajobrazowego ujęta jest w art. 20 ust. 4 tej ustawy, natomiast tryb jego sporządzania, zakres wymaganych prac oraz zakres i możliwe sposoby ochrony zasobów parków określa Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 12 maja 2005 roku w sprawie sporządzania projektu planu ochrony dla parku narodowego, rezerwatu przyrody i parku krajobrazowego, dokonywania zmian w tym planie oraz ochrony zasobów, tworów i składników przyrody (Dz. U. z 2005 r. Nr 94, poz. 794).

Organem sporządzającym Plan ochrony dla SuPK jest dyrektor Zespołu Parków Krajobrazowych Województwa Łódzkiego (ZPKWŁ), natomiast wykonawcą opracowania jest Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska.

1.2. Metody i zakres prac

1.2.1. Ogólne założenia prac nad Planem ochrony

Zakres wykonanych prac w ramach sporządzania *Planu ochrony dla Sulejowskiego Parku Krajobrazowego* uwzględnia zarówno formalne wymogi wynikające z przywołanego powyżej rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 12 maja 2005 r., oraz potrzeby rozpoznania aktualnego stanu i zagrożeń dla zasobów abiotycznych i gleb Parku, niezbędne do sformułowania długofalowej strategii ich ochrony.

Prace prowadzone nad wszystkimi operatami składają się z następujących etapów:

I – etap oceny stanu rozpoznania analizowanych komponentów (zagadnień) oraz zaplanowania niezbędnych prac uzupełniających.

II – etap charakterystyki i diagnozy stanu, obejmujący:

- analizę dostępnych danych,
- wykonanie uzupełniających badań inwentaryzacyjnych,
- ocenę zachodzących zmian i ocenę skuteczności dotychczasowych sposobów ochrony,

- analizę uwarunkowań ochrony,
- identyfikację zagrożeń wewnętrznych i zewnętrznych.

III – etap strategii ochrony, obejmujący m.in:

- określenie celów ochrony,
- określenie zakresu prac rekomendowanych w celu ochrony analizowanych komponentów oraz monitorowania skuteczności podjętych działań,
- określenie zasad i kierunków użytkowania obszaru Parku oraz propozycji ustaleń do dokumentów planistycznych i strategicznych różnych szczebli,
- sformułowanie propozycji uzupełnienia wiedzy dotyczącej analizowanych komponentów oraz propozycji ich wykorzystania w rozwoju funkcji turystycznych, rekreacyjnych i edukacyjnych Parku,
- prognozę stanu analizowanych komponentów w perspektywie 20 lat w wariantcie pełnej realizacji ustaleń Planu ochrony oraz w wariantcie utrzymania dotychczasowych trendów, a także oszacowanie kosztów realizacji proponowanych działań.

Istotnym elementem prac nad *Planem ochrony Sulejowskiego Parku Krajobrazowego* jest podział jego obszaru na strefy działań ochronnych, do których odniesie się część ustaleń opisanych w części strategicznej niniejszego Operatu.

1.2.1. Metodyka i zakres prac w odniesieniu do zasobów abiotycznych i gleb

Poniżej scharakteryzowano w sposób bardziej szczegółowy metodykę prac diagnostycznych wykonanych w ramach opracowywania Operatu. Diagnoza ta zostanie przeprowadzona na podstawie dostępnych materiałów archiwalnych, a także na podstawie przeprowadzonych w trakcie realizacji projektu inwentaryzacji oraz badań terenowych.

Prace terenowe zostały poprzedzone analizą literatury obejmującej zarówno opublikowane artykuły i książki naukowe, raporty o stanie środowiska, regionalne monografie, mapy tematyczne wraz z komentarzami, jak i materiały niepublikowane – ekspertyzy oraz dokumenty planistyczne. Ważnym źródłem informacji są dane zamieszczane na serwisach internetowych instytucji i agencji rządowych powołanych do zarządzania, dokumentowania i monitorowania określonych elementów środowiska (np. wód powierzchniowych, wód podziemnych, stanów i przepływów wód, danych meteorologicznych itp.). Zakres podjętych zagadnień uwzględnia wymagania planu ochrony, jednak dostępność materiałów źródłowych, wiarygodność i reprezentatywność danych w zakresie zasobów abiotycznych może determinować istotne problemy.

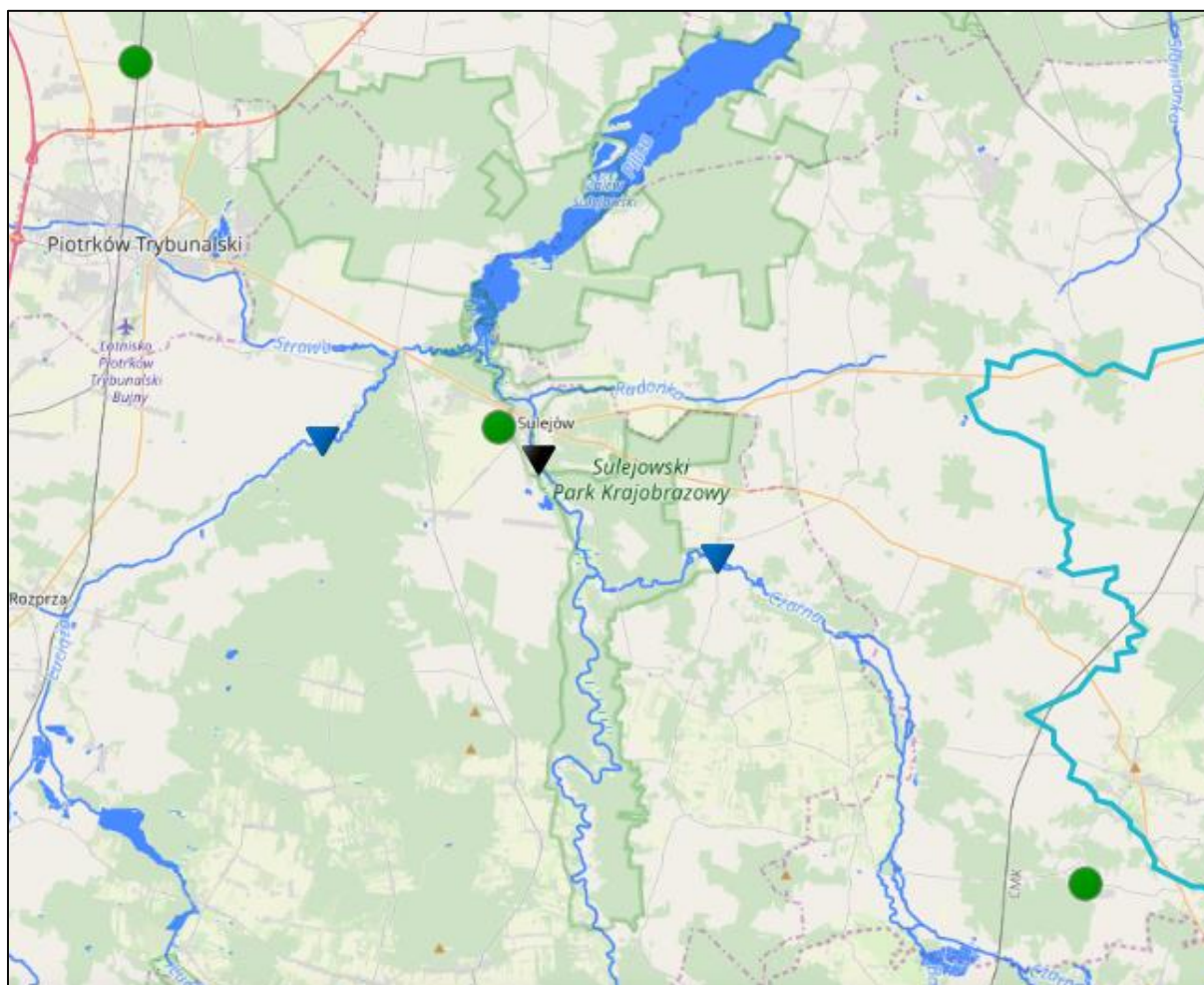
Charakterystyka fizycznogeograficzna obszaru Sulejowskiego Parku Krajobrazowego zostanie przeprowadzona na podstawie dostępnych materiałów kartograficznych, m.in:

- Ortofotomapy o standardzie 25 x 25 cm dostępną w Państwowym Zasobie Geodezyjnym i Kartograficznym (PZGIK),
- Mapy Topograficznej w skali 1:10 000 w układzie współrzędnych PUWG 1992,
- Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000,
- Mapy Geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000,
- Mapy Geologiczno-gospodarczej Polski w skali 1:50 000,
- Mapy Hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000,
- Mapy Sozologicznej Polski w skali 1:50 000,
- Mapy Hydrograficznej Polski w skali 1:50 000,
- Mapy glebowo-rolniczej w skali 1:25000,

- Bazy danych obiektów topograficznych (BDOT10k).

Szczególną uwagę zwrócono na problematykę wód powierzchniowych i podziemnych, na co wpływ ma przepływająca przez obszar Parku rzeka Pilica (z dopływem Luciążą) oraz wybudowany na niej Zbiornik Sulejowski. Zważywszy na jego szczególną rolę gospodarczą, istotnym stało się objęcie badaniami obszarów alimentacji tego obiektu zarówno z uwagi na warunki naturalne, jak i obecność w zlewni obu rzek obiektów przemysłowych i jednostek osadniczych. Z czasem pojawił się problem zabudowy rekreacyjnej dolin rzecznych oraz zlewni bezpośredniej Zbiornika Sulejowskiego. Mimo licznych badań, których plon zestawiono w bibliografii (Tab. 1), nie udało się powstrzymać postępującej degradacji zasobów wodnych, co doprowadziło do utraty przez Zbiornik Sulejowski swojej zasadniczej roli gospodarczej. Obecnie, wraz z Pilicą i Luciążą, stanowią wyjątkowy obiekt badań ukierunkowanych na rozpoznanie możliwości ograniczenia daleko zaawansowanej dewastacji zasobów wodnych i przywrócenia walorów użytkowych.

Poza dostępnymi w archiwach materiałami opublikowanymi, dla potrzeb przygotowania niniejszego dokumentu wykorzystano dane z punktów monitoringu stanu atmosfery (IMGW-PIB, GIOŚ), rzek i zbiorników retencyjnych (IMGW-PIB) oraz wód podziemnych (PSG) (Ryc.1). Przestrzeń SuPK jest stosunkowo dobrze nasyciona punktami kontroli środowiska. Na szczególną uwagę zasługuje obecność w Sulejowie jednej z nielicznych w centralnej Polsce stacji monitoringu chemizmu opadów i depozycji zanieczyszczeń do podłoża. Funkcjonowała ona jednak do 31.12.2023 r.



Ryc. 1. Stacje pomiarowe IMGW-PIB w Sulejowskim Parku Krajobrazowym i obszarach przyległych.

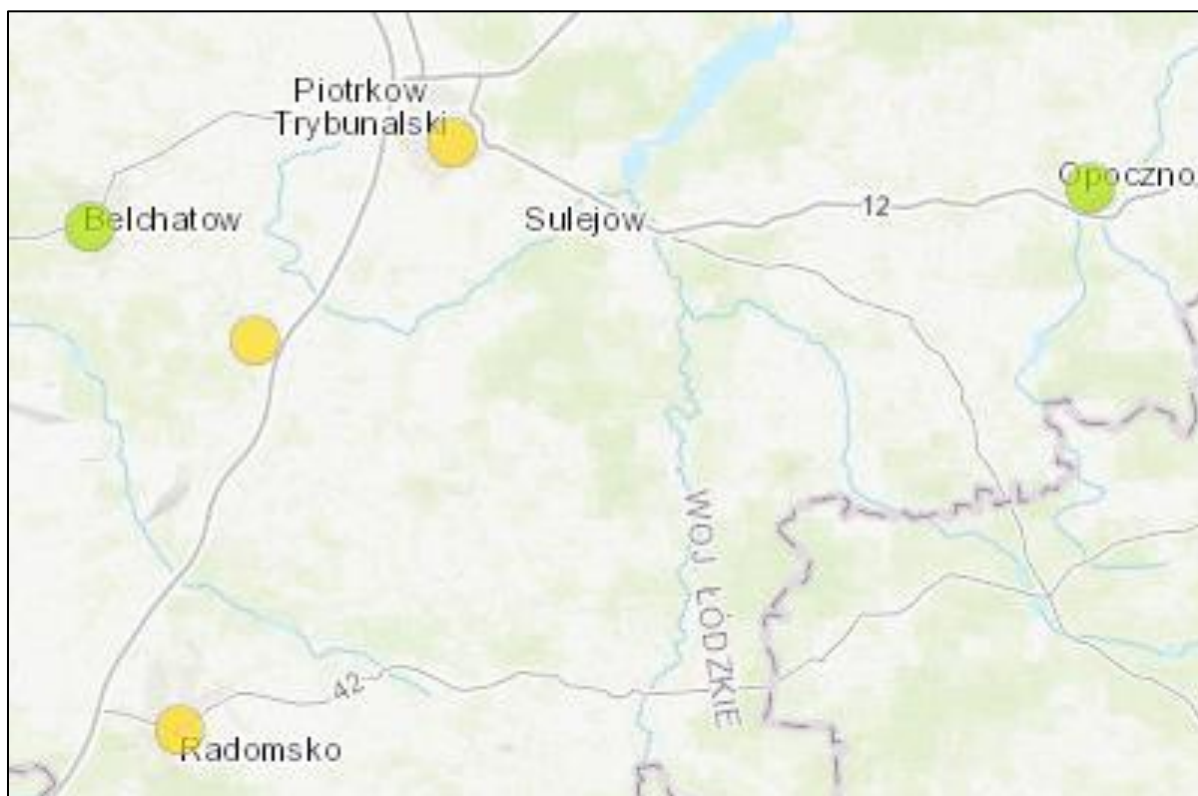
● stacje meteorologiczne, opadowe

▼ posterunki wodowskazowe (kolor symbolu wskazuje strefę stanów wód w dn. 29.04.2025 r.).

Źródło: <https://hydro.imgw.pl/#/map?riv=true&ts=20250428%2000:00&c=272&zo=9.482379576133926&lo=19.8622&la=51.9042>

W Sulejowie znajduje się także stacja meteorologiczna (IMGW-PIB), dla której dostępne są dane meteorologiczne umożliwiające charakterystykę warunków klimatycznych. Posterunki wodowskazowe na Pilicy i jej dopływach (Czarna, Luciąża) dostarczają danych o stanach wody.

Teren Sulejowskiego Parku Krajobrazowego nie został objęty bezpośrednią kontrolą jakości powietrza. Najbliższe stacje funkcjonują w miastach i we wsi Parzniewice (Ryc. 2). Stanowiska pomiarowe działające na tych stacjach są stacjami pomiarowymi tła, w czterech przypadkach miejskimi, w jednym (Parzniewice) pozamiejską.



Ryc. 2. Położenie stacji kontroli jakości powietrza GIOŚ-PIB w południowo-wschodniej części województwa łódzkiego.

● stacje manualne; ● stacje automatyczno-manualne.

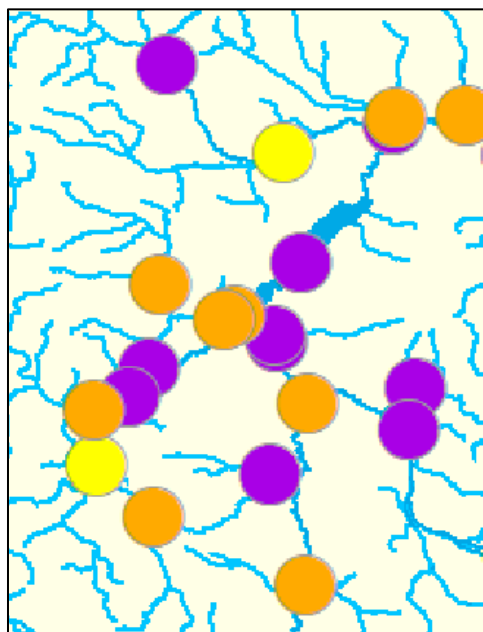
Źródło: <https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/maps/measuringstation>

Punkt sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych PSG w zlewni Zbiornika Sulejowskiego są trzy, przy czym jeden znajduje się w granicach Sulejowskiego Parku Krajobrazowego - w Sulejowie (II/1391/1). Pozostałe dwa położone są poza granicami Parku: w Przedborzu (II/137/1) i Przerębie, gm. Masłowice (II/1400/1) (Ryc.3).



Ryc. 3. Położenie punktów sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych Państwowej Służby Geologicznej w południowo-wschodniej części województwa łódzkiego. Źródło: <https://www.pgi.gov.pl/psh/psh-2/aktualna-sytuacja-hydrogeologiczna.html> - dostęp 8.09.2025

Zlewnia Zbiornika Sulejowskiego posiada gęstą sieć punktów kontroli jakości wód powierzchniowych (Ryc.4). W punktach tych prowadzony jest monitoring operacyjny (Pilica 1 ppk, Radońka 1 ppk, Luciąża 1 ppk i Struga 1 ppk), diagnostyczno-operacyjny (Luciąża 1 ppk, Pilica 1 ppk) oraz operacyjny i badawczy (1 ppk na Pilicy, 1 ppk na Luciąży, 1 ppk na Strawie i 1 ppk na Czarnej). Część z tych punktów położona jest poza SuPK, daje jednak wymierną informację o jakości wód wpływających na teren Parku.



Lokalizacja punktów pomiarowo-kontrolnych na jednolitych częściach wód rzecznych w 2025 roku

Rodzaje monitoringu

- diagnostyczny, operacyjny i badawczy
- diagnostyczny i operacyjny
- operacyjny i badawczy
- diagnostyczny
- operacyjny
- badawczy
- zbiorniki
- rzeki

Ryc. 4. Lokalizacja punktów pomiarowo-kontrolnych na jednolitych częściach wód powierzchniowych rzecznych w 2025 r. Źródło: <https://wody.gios.gov.pl/pjwp/publication/RIVERS/88> - dostęp 8.09.2025

Program monitoringu wód powierzchniowych rzecznych na lata 2022-2027 (<https://wody.gios.gov.pl/pjwp/publication/RIVERS/88>) zakłada realizację badań i kontroli w wyżej podanych punktach, co pozwoli określić stan chemiczny wód rzecznych zasilających Zbiornik Sulejowski

oraz wód w nim się znajdujących. Będą to: Pilica w Sulejowie, Czarna Maleniecka w Przyłęku, Radońka w Sulejowie, Strawa w Przygłowie, Struga w Karolinowie i Luciąża w Przygłowie. Badania Zbiornika Sulejowskiego są prowadzone w ppk w Zarzęcinie.

Ponadto w trakcie prac nad operatem wykorzystane zostaną dane dostępne w komentarzach do map: hydrograficznych, sozologicznych, hydrogeologicznych, geologicznych, geośrodowiskowych obejmujących swym zasięgiem charakteryzowany obszar.

Planowane na potrzeby Planu ochrony dla Sulejowskiego Parku Krajobrazowego prace terenowe obejmują te elementy środowiska abiotycznego, które nie są wystarczająco udokumentowane w danych źródłowych, bądź których charakterystyki można w ten sposób uaktualnić. Badania te były przeprowadzone w 2025 roku.

1.3. Zespół autorski

Autorami niniejszego opracowania są dr Elżbieta Papińska, dr hab. Maciej Ziulkiewicz prof. UŁ, dr Stanisław Krysiak, obecni lub emerytowani pracownicy Wydziału Nauk Geograficznych Uniwersytetu Łódzkiego. Osoby te posiadają doświadczenie w sporządzaniu dokumentów strategicznych. Autorzy operatu prowadzą bądź prowadzili własne badania naukowe na obszarach objętych niniejszym opracowaniem. Uczestniczyli także w praktykach terenowych studentów i doktorantów realizowanych na obszarze Parku, byli organizatorami wyjazdów studyjnych i konferencyjnych realizowanych na charakteryzowanym obszarze.

1.4. Ogólna charakterystyka Parku

Sulejowski Park Krajobrazowy utworzony został na mocy Rozporządzenia Nr 3/94 Wojewody Piotrkowskiego z dnia 21 lipca 1994 r. (Dziennik Urzędowy Wojewody Piotrkowskiego z dnia 5 sierpnia 1994 roku, Nr 22, poz. 136). Aktualną podstawę prawną jego funkcjonowania stanowi uchwała Nr XLVII/614/18 Sejmiku Województwa Łódzkiego z dnia 27 lutego 2018 r. w sprawie Sulejowskiego Parku Krajobrazowego. Uchwała ta określa szczególne cele ochrony Parku oraz obowiązujące w jego granicach zakazy.

Do szczególnych celów ochrony związanych ze specyfiką niniejszego Operatu należy ochrona, zachowanie i przywracanie wysokich walorów przyrodniczych dolinom rzecznych, ochrona krawędzi dolin rzecznych: Pilicy w Barkowicach Mokrych, Sulejowie, pod Szarbskiem, oraz skarp doliny rzeki Czarnej Malenieckiej koło Taraski i stoków doliny Radońki, zachowanie i ochrona obszarów stanowiących świadectwo współczesnych procesów geomorfologicznych takich jak parowy, wąwozy itp. Dużą uwagę przykładą się do ochrony ekosystemów wodnych i torfowiskowych poprzez utrzymanie naturalnych układów hydrologicznych w dorzeczu Pilicy (ochrona starorzeczy, obszarów bagiennych i torfowisk), zachowania i ochrony torfowisk, w tym zespołów typowych dla torfowisk wysokich i przejściowych, ochrony ekosystemów dolin rzecznych przed zmianą warunków wodnych i zanieczyszczeniem, ochrony przed zalesieniem, utrzymanie połączeń starorzeczy z rzeką Pilicą oraz ochrony źródeł, bagien, torfowisk przed zmianą warunków wodnych.

Cele te realizowane są w oparciu o zapisy Planu ochrony SuPK (rozporządzenie Nr 29/2006 Wojewody Łódzkiego z dnia 3 listopada 2006 r. w sprawie ustanowienia planu ochrony Sulejowskiego Parku Krajobrazowego – Dz. Urz. Woj. Łódzkiego Nr 380 poz. 2946), którego ważność wygaśnie w 2026 r.

Park obejmuje obszar o powierzchni 17 026,00 ha, a otulina 36 411,10 ha. Łącznie Park z otuliną zajmuje powierzchnię 53 437,10 ha. W skład Parku wchodzi tereny położone na terenie miasta Piotrków Trybunalski oraz gmin: Wolbórz, Sulejów, Ręčno i Aleksandrów w powiecie piotrkowskim, gminy Tomaszów Mazowiecki w powiecie tomaszowskim oraz gminy Mniszków w powiecie

opoczyńskim. Otulina obejmuje tereny miasta Piotrków Trybunalski oraz gmin Wolbórz, Sulejów, Aleksandrów, Ręčno, Łęki Szlacheckie i Rozprza w powiecie piotrkowskim, miasta Tomaszów Mazowiecki oraz gminy Tomaszów Mazowiecki w powiecie tomaszowskim, gminy Mniszków w powiecie opoczyńskim oraz gminy Przedbórz w powiecie radomszczańskim.

W podziale fizycznogeograficznym (Solon i in. 2018) Sulejowski Park Krajobrazowy obejmuje obszar położony na pograniczu trzech jednostek: mezoregionu Równiny Piotrkowskiej (318.84) należącego do makroregionu Wzniesienia Południowomazowieckie (318.8) i podprowincji Niziny Środkowopolskie (318) oraz mezoregionów Wzgórza Opoczyńskie (342.12) i Wzgórza Radomszczańskie (342.11) należących do makroregionu Wyżyna Przedborska (342.1) i podprowincji Wyżyna Małopolska (342).

Położenie na pograniczu obszarów nizinnych i wyżynnych widoczne jest w rzeźbie terenu Sulejowskiego PK i jego otuliny. W krajobrazie zaznaczają się wychodnie starszego podłoża, tworząc wyraźne kulminacje (np. Bąkowa Góra, Czartoria). Utwory mezozoiczne występują zazwyczaj płytko pod powierzchnią terenu, przykryte cienką pokrywą utworów czwartorzędowych. Wysokości względne osiągają największe wartości w południowej części Parku i stopniowo maleją ku północy.

Park w prawie 70% porośnięty jest lasami będącymi w części pozostałością Puszczy Pilickiej. Kompleksy leśne Parku wyróżniają się różnorodnością siedlisk i zbiorowisk roślinnych z wieloma rzadkimi i chronionymi gatunkami roślin, bogatą fauną charakterystyczną dla naturalnych ekosystemów leśnych, obecnością znacznych kompleksów bagien i torfowisk. Najbardziej wartościowe i unikatowe obszary Parku objęto ochroną w 8 rezerwach.

Ośią hydrograficzną Parku jest dolina środkowej Pilicy, która na odcinku między okolicami Bąkowej Góry aż po Tomaszów Mazowiecki stanowi jeden z najcenniejszych fragmentów jej dorzecza, z licznymi meandrami i starorzeczami. Na terenie Parku znajduje się także jeden z największych akwenów w Polsce Środkowej – Zbiornik Sulejowski, który powstał na początku lat 70-tych XX w. poprzez spiętrzenie wód Pilicy w Smardzewicach. Tama powstała w miejscu naturalnego zwężenia doliny, zaś wody Zbiornika (Zalewu, Jeziora) Sulejowskiego rozlewają się na długości ok. 17 km po okolice Sulejowa. Szerokość zbiornika dochodzi do 2 km. Współcześnie Zbiornik pełni funkcje turystyczno-rekreacyjne i wykorzystywany jest głównie przez mieszkańców Aglomeracji Łódzkiej (drugie domy, ośrodki wypoczynkowe, przystanie i wypożyczalnie sprzętu wodnego itp.). Walory przyrodnicze Parku związane są także z mniejszymi rzekami – dopływami Pilicy. Na terenie Parku znajduje się delta Luciąży, ujściowy odcinek Czarnej Malenieckiej i wiele mniejszych rzek i śródlęśnych strumieni (Stobienka, Jaworka, Ojrzanka, Struga Młynki i in.), tworzących ekosystemy urozmaicające krajobraz.

Na terenie Parku występują także cenne walory kulturowe związane z różnymi etapami rozwoju osadnictwa i prowadzonej działalności człowieka, np. w Sulejowie znajduje się zespół klasztorny opactwa cysterskiego, będący zabytkiem architektury romańskiej (od 2012 roku Pomnik historii), w Majkovicach ruiny dworu obronnego z XVI w., miejsca eksploatacji „kamienia”, liczne miejsca pamięci narodowej itp. W oparciu o istniejące zabytki kulturowe wyznaczono dwa odcinki europejskich szlaków turystycznych: cysterskiego i romańskiego.

Na terenie Parku prowadzona jest działalność edukacyjna na dwóch trasach ścieżki przyrodniczo-leśnej w Kole. Poprowadzono także szlaki turystyczne: niebieski – Szlak Rzeki Pilicy; zielony – Szlak rekreacyjny; czerwony pieszy – Szlak Partyzancki; czerwony dla zmotoryzowanych; niebieski kajakowy – Szlak Wodny Pilicy.



Fot. 1 Kładka „Małpi Most” nad Pilicą w Trzech Morgach (Fot. E. Papińska 2025)



Fot. 2 Ruiny dwory obronnego (Zamku) w Majkowicach (Fot. E. Papińska 2025)



Fot. 3 Drewniany kościół w Skotnikach z XVI w. (Fot. E. Papińska 2025)



Fot. 4 Dawny kamieniołom wapieni w Sulejowie wypełniony wodą (Fot. E. Papińska 2025)

2. OCENA DOTYCHCZASOWEGO STANU ROZPOZNANIA

2.1. Ogólna charakterystyka stanu wiedzy

Stan rozpoznania obszaru Sulejowskiego Parku Krajobrazowego i jego otuliny wydaje się w kontekście potrzeb prac nad niniejszym operatem za wystarczający, jeżeli bierze się pod uwagę seryjne opracowania kartograficzne: topograficzne i tematyczne. Według podziału arkuszowego terytorium Polski na sekcje map w skali 1:50 000 w układzie współrzędnych PUWG 1992, Sulejowski Park Krajobrazowy wraz z otuliną znajdują się na następujących arkuszach map: M-34-16-B, M-34-16-C, M-34-16-D, M-34-17-A, M-34-17-C, M-34-28-A, M-34-28-B, M-34-28-D i M-34-29-A.

Poza mapami seryjnymi (np. SMGP, mapy glebowo-rolnicze), charakteryzowany obszar obejmują opracowania związane z gospodarką wodną, monitoringiem (powietrza, hałasu, gleb, wód itp.) na poziomie zlewni i województwa oraz audytem krajobrazowym, planowaniem rozwoju i zagospodarowaniem przestrzennym na poziomie gmin, powiatu i województwa. Dane uzupełniające, dotyczące np. oczyszczalni ścieków i ujęć wody, można pozyskiwać także z dokumentów planistycznych, sprawozdań, opracowań naukowych, oraz ogólnodostępnych baz danych przestrzennych np. Geoportal, OpenStreetMap (OSM). W przypadku niektórych komponentów środowiska problem stanowi uboga sieć posterunków obserwacyjnych lub ich brak.

2.2. Zestawienie dostępnego piśmiennictwa oraz ocena zasobów informacji pod kątem ich przydatności do potrzeb Operatu

Najważniejsze pozycje piśmiennictwa, które dotyczą SuPK, a część z nich wykorzystano do sporządzenia Operatu ochrony zasobów abiotycznych i gleb zestawiono w Tab.1.

Tab. 1 Zestawienie dostępnej literatury z analizą jej przydatności na potrzeby Operatu ochrony zasobów abiotycznych i gleb Sulejowskiego Parku Krajobrazowego

Lp.	Dane bibliograficzne	Komentarz
1.	Adamiak, M.; 2024. Exploring Soundscapes of Central Poland: a Quantitative Study of Middle Pilica River Basin Within the Radomsko and Opoczno Hills. Acta Geographica Lodziensia 114, 111-124	Analiza środowiska akustycznego dorzecza środkowej Pilicy
2.	Altıkar M., Kiedrzyńska E., Magnuszewski A. 2006: Modelling of inundation patterns on the Pilica River flood plain, Poland. Climate Variability and Change —Hydrological Impacts (Proceedings of the Fifth FRIEND World Conference held at Havana, Cuba, November 2006), IAHS Publ. 308, 2006, 576-585	Modelu hydrodynamiczny do zbadania wzorca przepływu i procesów sedymentacji na równinie zalewowej rzeki Pilica, z plantacjami wierzby i bez nich
3.	Ambrożewski Z., 1993. Projektowanie i realizacja zbiornika wodnego Sulejów. Gospodarka Wodna12: 267-273.	Charakterystyka Zbiornika Sulejowskiego
4.	Ambrożewski Z., 2013. Budowa zbiornika wodnego Sulejów. Gospodarka Wodna12: 457-464.	Charakterystyka Zbiornika Sulejowskiego
5.	Ambrożewski Z., Micha A., Zalewski M., Szamowski A., 2008. 35 lat eksploatacji zbiornika wodnego Sulejów, Gospodarka Wodna 12/08, Materiały na Sympozjum naukowo-techniczne w dniu 19.12.2008 r. w Smardzewicach.	Charakterystyka Zbiornika Sulejowskiego
6.	Atlas hydrologiczny Polski. 1986. IMiGW, Warszawa.	Informacje charakteryzujące sieć hydrograficzną

7.	Atlas zasobów zwykłych wód podziemnych i ich wykorzystanie w Polsce. 1995. Wyd. Geol., Warszawa.	Informacje charakteryzujące wody podziemne
8.	Barczyk W., 1961, Jura sulejowska. Acta Geologica Polonica, vol. XI, nr 1	Informacje na temat budowy geologicznej antykliny sulejowskiej.
9.	Bartnik A., Jokiel P., 2005. Niektóre problemy zmian i zmienności rocznego hydrogramu przepływu rzecznej na podstawie Pilicy w Przedborzu. Wiadomości IMiGW, Tom 28, Numer 2	Charakterystyka hydrologiczna Pilicy w Przedborzu
10.	Będkowski K., & Jaskulski M., 2024. Changes in forest habitat types in the vicinity of Sulejów Reservoir, Pilica River, Poland. Acta Geogr. Lodz., 114, 97–109.	Zmiany siedlisk leśnych, jakie zaszły w sąsiedztwie Zbiornika Sulejowskiego w strefie do 750 m od brzegu i przy różnicy wysokości od lustra wody do +5 m.
11.	Biernacki M., Izydorczyk K., Śliwiński D., Kaczmarek T. 2023: Projekt LIFE Pilica. Zbiornik Sulejowski. Gospodarka Wodna 10, 4-7.	Prezentacja podstawowych parametrów zbiornika i roli jaką pełnił w regionie
12.	Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2024. Państwowy Instytut Geologiczny -PIB, Warszawa 2025	Informacje na temat złóż kopalin i wielkości ich wydobywania.
13.	Brzezińska W., Wrzesiński D., 2025. Maximum river runoff in Poland under climate warming conditions. Quaestiones Geographicae 44(1), 85–105.	Charakterystyka maksymalnych odpływów rzecznych w Polsce w warunkach ocieplenia klimatu
14.	Brzeziński H., 1990. Szczegółowa mapa Geologiczna Polski 1:50000. Arkusz Sulejów (702). PIG W-wa	Informacje o cechach budowy geologicznej
15.	Burchard J., Krysiak S., Maksymiuk Z. 1999. Dolina Pilicy - woda dla Łodzi i walory krajobrazowe. Materiały XLVIII Zjazdu PTG "Nauki geograficzne a edukacja społeczeństwa" t. 2. Region Łódzki, Łódź.	Charakterystyka doliny Pilicy
16.	Cichecka K., 2002 - Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami, arkusz Sulejów (702), PIG, Warszawa	Podstawowy zasób danych przestrzennych odnośnie struktury hydrogeologicznej i zagrożeń wód podziemnych
17.	Czarnecka H., (red.), 2005. Atlas podziału hydrograficznego Polski, część 2: Zestawienia zlewni. Warszawa, 1–562.	Informacje charakteryzujące sieć hydrograficzną
18.	Czubla P., 2015. Analizy eratyków w glinach lodowcowych i ich znaczenie w rekonstrukcji zasięgu lądolodu warciańskiego oraz przebiegu morfogenezy w obszarze pomiędzy Piotrkowem Trybunalskim, Radomskiem a Przedborzem. Acta Geogr. Lodz. 103, 25-44.	Rekonstrukcja zasięgu lądolodu warciańskiego oraz przebiegu morfogenezy w obszarze pomiędzy Piotrkowem Trybunalskim, Radomskiem a Przedborzem
19.	Czubla P., Wachecka-Kotkowska, L., 2009. Pozycja stratygraficzna glin lodowcowych w Masłowicach (Wyżyna Przedborska) w świetle badań petrograficznych. [W:] M. Żarski, S. Lisicki (red.) XVI Konferencja "Stratygrafia Plejstocenu Polski" nt. "Strefa marginalna zlodowacenia warty i pojezierza plejstocenijskie na południowym Podlasiu", Zimna Woda k. Łukowa 31.08-04.09.2009. PIG, Warszawa, 56-57.	Charakterystyka budowy geologicznej obszaru SuPK

20.	Falkowski E., 1971, Historia i prognoza rozwoju układu koryta wybranych odcinków rzek nizinnych Polski. Biul. Geolog., 12.	Informacje na temat przekształceń układu koryta Pilicy w rejonie Sulejowa.
21.	Frąckowicz M. 1993. Wielkie wody zlewni Pilicy, Z-d Hydr. i Gosp. Wodnej. Uł (maszynopis).	Hydrografia zlewni Pilicy
22.	Gilewska S. 1986. Podział Polski na jednostki geomorfologiczne. Prz. Geogr. LVIII (1–2): 15–40.	Położenie Parku na tle jednostek geomorfologicznych
23.	Gad A., 2002. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami, arkusz Piotrków Trybunalski (701), PIG, Warszawa	Podstawowy zasób danych przestrzennych odnośnie struktury hydrogeologicznej i zagrożeń wód podziemnych
24.	Goździk J., 1982. Środowisko przyrodnicze osadnictwa średniowiecznego okolicy Rozprz. Prace i Materiały Muzeum Archeologicznego i Etnograficznego w Łodzi. Seria archeologiczna nr 29. s: 129 - 151.	Rekonstrukcja środowiska
25.	Goździk J., 1991, Sedimentological record of aeolian processes from the upper Plenivistulian and the turn of Pleni- and Late Vistulian in Central Poland. Zeitschr. F. Geomorph., 90.	Informacje na temat występowania głównych strumieni piasków eolicznych w Polsce Środkowej.
26.	Goździk J., 1998: Budowa geologiczna i geomorfologia. [w:] Sulejowski Park Krajobrazowy. pr. zbiorowa pod red. J.K. Kurowskiego. Zespół Nadpilicznych Parków Krajobrazowych, S. 11-18.	Charakterystyka budowy geologicznej i rzeźby SuPK
27.	Góralczyk A., Kołodzki Z., Wężyk M., Kaźmierczak M., Góralczyk A., 2023: Starorzeczca doliny Pilicy. Gospodarka Wodna 10, 11-19.	Prezentacja charakterystyk starorzeczy Pilicy, które uzyskano w trakcie inwentaryzacji tych obiektów
28.	Górska-Zabielska M., Wachecka-Kotkowska L., 2014., Petrographical Analysis of Warthian Fuvio-glacial Gravels as a Tool to Trace the Source Area – a Case Study From Central Poland. Geologos 20(3):183–199	Rekonstrukcja zdarzeń geologicznych w wartanie i ich znaczenie dla budowy geologicznej SuPK
29.	Górska-Zabielska M., Wachecka-Kotkowska L., 2015. Petrografia żwirów i eratyki przewodnie w osadach wodnolodowcowych jako przesłanki wnioskowania na temat źródeł i kierunków transportu materiału w obszarze między Piotrkowem Trybunalskim, Radomskiem a Przedborzem. Acta Geogr. Lodz. 103, 57-78.	Rekonstrukcja zdarzeń geologicznych w wartanie i ich znaczenie dla budowy geologicznej SuPK
30.	Grzybowski K., Kutek J., 1967 - Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami, arkusz Lubień (738), PIG, Warszawa	Informacje o cechach budowy geologicznej
31.	Irmiński W., 2003: Identyfikacja i badania starych składowisk na obszarze środkowej części zlewni Pilicy — implikacje geosozologiczne. Przegląd Geologiczny 9, 748-754	Wpływ starych składowisk odpadów na obszarze Tomaszowa Maz. na zagrożenia dla Wolbórki i Pilicy poprzez drenaż zanieczyszczonych wód podziemnych
32.	Janiec J., 1991. Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami, arkusz Żarnów (739), PIG, Warszawa	Informacje o cechach budowy geologicznej

33.	Janus R., 2002. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami, arkusz Sławno (703), PIG, Warszawa	Podstawowy zasób danych przestrzennych odnośnie struktury hydrogeologicznej i zagrożeń wód podziemnych
34.	Jaskulski M., Szmidt A., Zbiciński I., Ziemińska-Stolarska A., Adamiec J., 2018 Konstrukcja mapy batymetrycznej na podstawie badań sonarowych sztucznego zbiornika wodnego na przykładzie Zalewu Sulejowskiego. Teledetekcja Środowiska, t.59, s.5-12	Mapa batymetryczna Zbiornika Sulejowskiego w skali 1:25 000
35.	Jaskulski M., Jaskulski M., Zbiciński I., Ziemińska-Stolarska A., 2013, Mapa Batygraficzna Zbiornika Sulejowskiego.	Mapa batymetryczna Zbiornika Sulejowskiego w skali 1:25 000
36.	Jaskulski M., Szmidt A., 2014, Transformations in morphometry of valley bottom as a result of the creation of reservoir illustrated with the example of Sulejów Lake, Landform Analysis 27, 27-33	Charakterystyka morfologiczna Zbiornika Sulejowskiego i jej zmiany
37.	Kiedrzyńska E., Józwik A., 2006: Analiza procesu transportu rumowiska unoszonego na tle dynamiki przepływów rzeki Pilicy. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 4, 45-53.	Analiza procesu transportu rumowiska unoszonego na tle dynamiki przepływu rzeki Pilicy, dla rozpoznania procesu zasilania Zbiornika Sulejowskiego materią mineralną i organiczną z wykorzystaniem metod analizy statystycznej
38.	Kiedrzyńska E., Kiedrzyński M., Urbaniak M., Magnuszewski A., Skłodowski M., Wyrwicka A., Zalewski M., 2014: Point sources of nutrient pollution in the lowland river catchment in the context of the Baltic Sea eutrophication. Ecological Engineering 70, 337-348.	Ilościowa ocena transferu substancji odżywczych wzdłuż całego biegu Pilicy oraz ocena wpływu oczyszczalni ścieków na eutrofizację rzeki
39.	Kiedrzyńska E., Urbaniak M., Kiedrzyński M., Skłodowski M., Zalewski M., 2013: Punktowe źródła zanieczyszczeń jako zagrożenie dla jakości wód Pilicy. Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 6, 254-256.	Rola oczyszczalni ścieków, zlokalizowanych w zlewni Pilicy, w zanieczyszczeniu rzeki związkami eutroficznymi i dioksynami na całej jej długości
40.	Kleczkowski A. S. (red.), 1990. Mapa obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) wymagających szczególnej ochrony, w skali 1:500 000. CPBP 04.10.: Ochrona i kształtowanie środowiska przyrodniczego. Inst. Hydrogeol. i Geol. Inż. AGH. Kraków.	Lokalizacja GZWP na terenie badań
41.	Kleczkowski A. S., Kowalski J., 1978. Wody powierzchniowe dorzecza Pilicy. Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej, t. 6. Kraków.	Charakterystyka wód powierzchniowych dorzecza Pilicy
42.	Kobojek E., Kobojek S. 2005. Doliny rzeczne regionu łódzkiego. Geneza, cechy przyrodnicze i antropogeniczne przekształcenia. Uł. WNG. Łódź. s. 1-126.	Charakterystyka doliny Pilicy
43.	Kos M., 2002. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami, arkusz Lubień (738), PIG, Warszawa	Podstawowy zasób danych przestrzennych odnośnie struktury hydrogeologicznej i zagrożeń wód podziemnych

44.	Kozydra Z., Piwocki M., 1984, Nowo poznany (ESE) odcinek rowu Bełchatowa. Przegl. Geol., 8.	W tekście przedstawiono przebieg wschodniego odcinka rowu Bełchatowa wygasającego na linii Pilicy.
45.	Kożuchowski K. 2004. Zmienność opadów atmosferycznych w Polsce w XX i XXI wieku. [w:] K. Kożuchowski (red.), Skala, uwarunkowania i perspektywy współczesnych mian klimatycznych w Polsce. Biblioteka, Łódź: 47–58.	Informacje charakteryzujące opad atmosferyczny
46.	Krysiak S., 1992: Charakterystyka i walory użytkowe środowiska przyrodniczego okolic Sulejowa. Acta Universitatis Lodzensis, Folia Geographica 15, s.29-42.	Przyrodnicze predyspozycje osadnictwa w rejonie Sulejowa, podkreślając rolę budowy geologicznej, warunków geologiczno-inżynierskich, znaczenia użytkowych poziomów wodonośnych, przydatności rolniczej gleb, szaty roślinnej, a także walorów estetycznych w wielowiekowym ich rozwoju
47.	Krysiak S., 1996: Wpływ peryglacjalnych osadów pokrywowych na warunki powietrzne i wilgotnościowe geokompleksów. Biuletyn Peryglacjalny, no. 35, S. 87-120.	Rola peryglacjalnych utworów pokrywowych w kształtowaniu właściwości agrofizycznych geokompleksów na południowym skraju Sulejowskiego PK i jego otuliny
48.	Krysiak S., 1997, Litohydrotopy jako pola podstawowe oceny potencjału siedliskowego i form użytkowania ziemi terenów nadpilickich w okolicach Ręczna. Prace i Studia Geogr., tom 21, Warszawa, S. 233-254.	Szczegółowe analizy związków użytkowania ziemi z potencjałem siedliskowym wydzielonych jednostek przestrzennych - litohydrotopów. Badania były prowadzone w południowej części Sulejowskiego PK i jego otuliny
49.	Krysiak S., 1998, Wpływ potencjału siedliskowego litohydrotopów na formy użytkowania ziemi w środkowej części dorzecza Pilicy, Acta Geographica Lodziensia, 74, Łódź, S. 123-137.	Na przykładzie 4 typów litohydrotopów, położonych w granicach Sulejowskiego PK i jego otuliny przedstawiono strukturę użytkowania ziemi odzwierciedlającą potencjał siedliskowy tych typów geokompleksów
50.	Krysiak S., 1998: Pokrywa glebowa i jej walory użytkowe. [w:] Sulejowski Park Krajobrazowy. pr. zbiorowa pod red. J.K. Kurowskiego. Zespół Nadpilicznych Parków Krajobrazowych. S. 30-34.	Charakterystyka pedosfery SuPK
51.	Krysiak S., 1998: Zarys warunków klimatycznych. [w:] Sulejowski Park Krajobrazowy. pr. zbiorowa pod red. J.K. Kurowskiego. Zespół Nadpilicznych Parków Krajobrazowych, S. 34-36.	Charakterystyka warunków klimatycznych SuPK
52.	Krysiak S., 1999, Typy geokompleksów i kierunki ich użytkowania w środkowej części dorzecza Pilicy, Acta Geographica Lodziensia, 75, Łódź, S. 1-214.	Procedura delimitacji litohydrotopów, które posłużyły do oceny potencjału siedliskowego oraz użytkowania ziemi na obszarze 320 km ² położonym w obrębie 3 mezoregionów: Równiny Piotrkowskiej, Wzgórz Radomszczańskich i Wzgórz Opoczyńskich (południowy fragment Sulejowskiego PK i jego otuliny)
53.	Krysiak S., 2002, Środowisko geograficzne, (w:) Parki krajobrazowe Polski Środkowej, Przewodnik sesji terenowych pod red. J.K Kurowskiego, Łódź; S. 7-15	Charakterystyka Polski Środkowej: Położenie i cechy hipsometryczne; budowa geologiczna; prawidłowość regionalnego obiegu wody w środkowej Polsce; pokrywa glebowa; główne cechy klimatu

54.	Krysiak S., 2004, Tereny nadpiliczne w strefie przejściowej nizin i wyżyn środkowej Polski w świetle koncepcji płątów i korytarzy oraz w ujęciu geokompleksów częściowych (morfolitohydrotopów). Problemy Ekologii Krajobrazu tom XIV, Warszawa	Autorskie opracowania mapy płątów i korytarzy oraz mapy morfolitohydrotopów dla fragmentu doliny Pilicy oraz przyległych wysoczyzn między Dębą a Przewozem, obejmujące południową część Sulejowskiego PK i jego otuliny
55.	Krysiak S., 2005: Środowisko przyrodnicze okolic Sulejowa i Podkasztorza. (rozdział w monografii J. Augustyniaka - Cysterskie opactwo w Sulejowie), Biblioteka Muzeum Archeologicznego i etnograficznego w Łodzi, nr 33, S. 15-36.	Charakterystyka środowiska przyrodnicze okolic Sulejowa i Podkasztorza; wyeksponowanie walorów użytkowych środowiska przyrodniczego okolic Sulejowa oraz umiejętności ich wykorzystania, a także wykazanie negatywnych przekształceń, które nastąpiły pod wpływem antropopresji.
56.	Krysiak S., 2006: Współczesne przemiany użytkowania ziemi w Polsce Środkowej. [w:] Długookresowe przemiany krajobrazu Polski w wyniku zmian klimatu i użytkowania ziemi. Gutry-Korycka M., Kędziora A., Ryszkowski L. (red.), S. 49-63.	Wyniki badań terenowych przeprowadzonych na 3 obszarach testowych o powierzchni 16 km ² każdy. Zilustrowano przemiany użytkowania jakie nastąpiły pomiędzy rokiem 1973 a 2005. Jeden z obszarów testowych obejmuje tereny nadpiliczne należące do otuliny Sulejowskiego PK w okolicach Łęgu Ręczyńskiego
57.	Krysiak S., 2006, Wpływ użytkowania rekreacyjnego na zmiany fizjonomii krajobrazów dolinnych w świetle przykładów z dorzecza Warty, Pilicy i Grabi, Problemy Ekologii Krajobrazu, 18, Lublin, S. 277-281.	Zmiany w fizjonomii krajobrazów dolinnych na obszarach rozwoju osadnictwa rekreacyjnego, np. w okolicach Łęgu Ręczyńskiego
58.	Krysiak S., 2006, Współczesne tendencje zmian w użytkowaniu ziemi nadpilicznych krajobrazów rolniczych na tle potencjału siedliskowego geokompleksów, Problemy Ekologii Krajobrazu, 15, Słupsk, S. 228-241.	Zmiany w nadpilicznych krajobrazach rolniczych w nawiązaniu do potencjału zasobowo-użytkowego geokompleksów, w tym obszaru Łęg Ręczyński
59.	Krysiak S., 2008, Ekologiczne aspekty przemian użytkowania ziemi w wybranych typach krajobrazów naturalnych Polski Środkowej, Problemy Ekologii Krajobrazu, 21, Lublin, S. 299-310.	Przemiany użytkowania ziemi w 2 obszarach testowych z terenu Sulejowskiego PK. Obszar Wielkopole - krajobraz eoliczny i obszar Justynów - krajobraz dolinny
60.	Krysiak S., 2012, Odłogi jako element potencjału rekreacyjnego w strefie nadpilicznych parków krajobrazowych, Problemy Ekologii Krajobrazu, 34, Biała Podlaska-Warszawa, S. 141-148.	Rozmiary odłogowania w rejonach osadnictwa letniskowego (Smardzewice położone w otulinie Sulejowskiego PK)
61.	Krysiak S., Balwierz J., 1998, Nowe dane o krasie kopalnym rejonu Sulejowa nad Pilicą. Materiały 32. sympozjum speleologicznego. Kamień Śląski, 23-25 października 1998 r.	W tekście odniesiono się do istnienia dużych próżni krasowych na podstawie wierceń w rejonie Krzewin.
62.	Krysiak S., Tołoczko W., Niewiadomski A., 2010, Respiracja CO ₂ w glebach ekosystemów polowych wytworzonych ze skał macierzystych różnego pochodzenia, Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych nr 42, s.144-150	Respiracja gleb, CO ₂ , skała macierzysta, właściwości gleb

63.	Krysiak S., Tołoczko W., 2004, Zróżnicowanie krajobrazowe terenów nadpilicznych w okolicach Wielkopola. Acta Universitatis Lodzensis. Folia Geographica Physica, (6),	Wyniki badań dokumentujących zróżnicowanie środowiska przyrodniczego terenów nadpilicznych w okolicach Wielkopola. Wykonano szereg odkrywek w celu udokumentowania właściwości granulometrycznych i agrochemicznych gleb. Na przekroju krajobrazowym przedstawiono typy geokompleksów, użytkowanie ziemi, styl budowy geologicznej, położenie zwierciadła wód podziemnych oraz wybrane profile glebowe. Przedstawiono charakterystykę profili glebowych oraz zamieszczono tabele przedstawiające cechy granulometryczne i chemiczne badanych gleb
64.	Krysiak S., Majchrowska A., Papińska E., Adamczyk J., Sieradzki J., 2016, Pedological, floristic and mycological characteristics of the study areas, (w:) The ecological role of abandoned agricultural lands in buffer zones around landscape parks in the Łódź voivodeship, Łódź, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego 2016, pp. 42-126;	Stanowiska badawcze odłogów, skład granulometryczny i właściwości chemiczne gleb
65.	Krysiak S., Majchrowska A., Papińska E., 2016, Abandoned agricultural lands in buffer zones around landscape parks in the Łódź Voivodeship - habitat background, spatial distribution, scale of the phenomenon, (w:) The ecological role of abandoned agricultural lands in buffer zones around landscape parks in the Łódź voivodeship, Łódź, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego 2016, pp. 15-41;	Odłogi w strefach otaczające parki krajobrazowe, typy geokompleksów, rozkład przestrzenny odłogów, klasy intensywności odłogowania
66.	Krysiak S., Majchrowska A., Papińska E., Nita J., Myga-Piątek U., 2021. Wyżyna Przedborska (342.1) [W:] Richling A., Solon J., Macias A., Balon J., Borzyszkowski J., Kistowski M. (red.). Regionalna geografia fizyczna Polski. Bogucki Wyd. Naukowe, Poznań, 2021, S. 392–402.	Informacje charakteryzujące cechy fizycznogeograficzne
67.	Kutek J., 1961, Kimeryd i bonon Stobnicy. Acta Geol. Polon., 11, 1.	W artykule szczegółowo zaprezentowano serie utworów jury górnej w Stobnicy.
68.	Kwapisz B., 1983. Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami, arkusz Przedbórz (775), PIG, Warszawa	Informacje o cechach budowy geologicznej
69.	Lorenc H. 2005. Atlas Klimatyczny Polski. Wyd. IMiGW, Warszawa, 116 S.	Charakterystyka klimatu
70.	Majchrowska A., Papińska E., 2021. Wzniesienia Południowomazowieckie (318.8) [W:] Richling A., Solon J., Macias A., Balon J., Borzyszkowski J., Kistowski M. (red.). Regionalna geografia fizyczna Polski. Bogucki Wyd. Naukowe, Poznań, 2021, S. 298–307.	Informacje charakteryzujące cechy fizycznogeograficzne
71.	Magnuszewski A., Kiedrzyńska E., Kiedrzyński M., Moran S., 2014: GIS approach to estimation of the total phosphorus transfer in the Pilica river lowland catchment. Quaestiones Geographicae (33) 3, 101-110.	Wyniki analizy przestrzennej emisji fosforu całkowitego ze zlewni do systemu rzecznoego Pilicy wraz ze Zbiornikiem Sulejowskim. Badania wykazały, że Zbiornik Sulejowski znajduje się w podzlewni o największym

		obciążeniu TP, co pozwala na określenie skali problemu eutrofizacji tego akwenu
72.	Maksymiuk Z., Moniewski P., 1998: Hydrologia. [w:] Sulejowski Park Krajobrazowy. pr. zbiorowa pod red. J.K. Kurowskiego. Zespół Nadpiliczych Parków Krajobrazowych, S. 19-29.	Charakterystyka warunków hydrologicznych SuPK
73.	Małecka D., 1997, Zmiany wydajności Niebieskich Źródeł – przyczyny i skutki. Folia Geogr. Physica, 2	Informacje na temat powiązań hydraulicznych wód podziemnych pomiędzy Brzustówką a „Niebieskimi Źródłami”.
74.	Mankiewicz-Boczek J., Jaskulska A., Pawełczyk J., Gągała I., Serwecińska L., Dziadek J., 2016. Cyanophages infection of microcystis bloom in lowland dam reservoir of Sulejow, Poland. Microb Ecol. 2016;71(2):315-25.	Omówienie mikroorganizmów Zbiornika Sulejowskiego
75.	Mankiewicz-Boczek J., Font-Najera A., 2023: Sinice (cyjanobakterie) - dominacja w letnich zakwitach wody na zbiorniku Sulejów. Gospodarka Wodna 10, 11-12.	Artykuł zawiera przegląd doniesień naukowych o zakwitach sinic w zbiorniku z okresu 2001-2022
76.	Mapa Podziału Hydrograficznego Polski wykonana przez Zakład Hydrografii i Morfologii Koryt Rzecznych IMGW na zamówienie Ministra Środowiska i sfinansowana ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. http://mapa.kzgw.gov.pl/	Informacje charakteryzujące sieć hydrograficzną
77.	Marosik P., 1984, System starych koryt roztokowych na tle morfologii dna doliny Pilicy koło Przedborza. Mat. Konf. „Rozwój sieci dolinnej na Wyżynie Łódzkiej w późnym plejstocenie i holocenie”, UŁ, Łódź	W artykule opisano układ koryt roztokowych w dolinie Pilicy oraz utwory składające się na ich wypełnienie.
78.	Mikołajków J., Sadurski A. (red.) 2017: Informator PSH. Główne Zbiorniki Wód Podziemnych w Polsce. PIG-PIB, Warszawa	Charakterystyka GZWP w granicach których położony jest SuPK: 401 i 410
79.	Mróz J., Hammer J., Poręba E. (red.), 1987: Sympozjum - Synklina Tomaszowska i jej znaczenie surowcowe. AGH Kraków.	W publikacji m.in. przedstawiono: budowę geologiczną synkliny tomaszowskiej; problemy górniczo-środowiskowe działalności tomaszowskich kopalń surowców mineralnych w Białej Górze; informację o złożach syderytów ilastych w rejonie Zarzęcina; hydrogeologiczne problemy eksploatacji piasków kwarcowych w synklinie tomaszowskiej
80.	Nowicki Z., Jarmułowicz-Siekiera M., Olędzka D., 1995: Tomaszów Mazowiecki - wody podziemne. PIG-PIB, Warszawa, 419-438	Hydrogeologia Tomaszowa Maz. z opisem budowy geologicznej, warunków eksploatacji zasobów wód podziemnych, ich jakości i zagrożeń. Liczne przekroje hydrogeologiczne, dające wgląd w obszar SuPK
81.	Olesiuk G., Filar S., Piasecka A. 2011: Rozpoznanie stref zasilania i warunków hydrogeologicznych w celu uściślenia granic głównych ziorników wód podziemnych na przykładzie zbiornika "Opoczno" (GZWP 410). Biuletyn PIG 445, 455-462.	Ocena warunków hydrogeologicznych w rejonie doliny Pilicy, u zbiegu granic GZWP 401 (niecka łódzka) i GZWP 410 celem korekty przebiegu granic obu sąsiadujących ze sobą jednostek. Materiał zawiera opis warunków hydrogeologicznych we wschodniej części SuPK

82.	Paczyński B., 2002 - Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami, arkusz Żarnów (739), PIG, Warszawa	Warunki występowania wód podziemnych głównego piętra/poziomu wodonośnego, jego charakterystykę jakościową, ilościową oraz zagrożenia wód podziemnych. Zakres tematyczny mapy obejmuje działy: wodonośność, rejonizację wód podziemnych, hydrodynamikę, jakość wód podziemnych, zagrożenie wód podziemnych oraz dane dokumentacyjne
83.	Pęczkowska B., Figiel Z., 2002. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami, arkusz Popielawy (d. Ujazd) (666), PIG, Warszawa	Podstawowy zasób danych przestrzennych odnośnie struktury hydrogeologicznej i zagrożeń wód podziemnych
84.	Pęczkowska B., Figiel Z., 2002. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami, arkusz Tomaszów Mazowiecki (667), PIG, Warszawa	Podstawowy zasób danych przestrzennych odnośnie struktury hydrogeologicznej i zagrożeń wód podziemnych
85.	Pieron Ł., Absalon D., Matysik M., 2024: Wielokryterialna ocena czynników wpływających na zmniejszanie retencji w zlewni zbiornika Sulejów – wdrożenie autorskiej metodyki. Gospodarka Wodna 5, 2-7.	Ocena czynników wpływających na zmniejszenie retencji na obszarze zlewni zbiornika Sulejów. Zhierarchizowano zlewnie zbiornika Sulejów pod względem obszarów o najlepszych i najgorszych parametrach w kontekście dostawy rumowiska wpływającego na zmniejszenie pojemności retencyjnej, a także wskazano sieć rzeczną i użytkowanie terenu jako kluczowe czynniki w tym aspekcie
86.	Plan ochrony Sulejowskiego Parku Krajobrazowego. Operat Generalny cz. I i II, Łódź 2006.	Diagnoza stanu na potrzeby poprzedniego Planu ochrony z roku 2006
87.	Poręba E., 1987, Litostratygrafia kredy dolnej w synklinie tomaszowskiej. [w:] Synklina tomaszowska i jej znaczenie surowcowe., Kraków	W pracy przedstawiono budowę geologiczną synkliny tomaszowskiej ze szczególnym uwzględnieniem aspektów surowcowych.
88.	Raporty o stanie środowiska województwa łódzkiego, WIOŚ Łódź i GIOŚ.	Informacja o stanie środowiska abiotycznego w województwie łódzkim
89.	Rdzany Z., Kasprzak M., Okupny D., Szmidt A., 2021. Współczesne przemiany rzeźby strefy staroglacjalnej Niżu Polskiego (w:) Współczesne przemiany rzeźby Polski pod red. A. Kostrzewskiego, K. Krzemienia, P. Migonia, L. Starkla, M. Winowskiego, Z. Zwolińskiego. SGP Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań 2021, s.415-482	Współczesne procesy kształtujące przemiany rzeźby obszaru nizin staroglacjalnych
90.	Rodzoch A., Pazio-Urbanowicz K., 2015: Zasilanie i drenaż wód podziemnych gzw nr 401 (Zbiornik Niecka Łódzka) w świetle badań modelowych. Przegląd Geologiczny 10/2, 1037-1041	W artykule znajduje się opis budowy geologicznej południowo-wschodniej części GZWP 401, tj. niecki tomaszowskiej, wraz z charakterystyką hydrogeologiczną i hydrodynamiczną. Wskazano kierunki przepływu wód podziemnych w utworach kredowych oraz wielkość alimentacji tego wodonośca, znajdującego się pod doliną Pilicy

		pomiędzy Sulejowem i Tomaszowem Mazowieckim
91.	Senbeta T. B., Kochanek K., Napiórkowski J.J., Woyessa Y. E., 2024: Impacts of water regulation through a reservoir on drought dynamics and propagation in the Pilica River watershed. Journal of Hydrology: Regional Studies 53, 101812, pp.22.	Wyniki badań mających na celu ocenę wpływu działalności człowieka na dynamikę suszy, ze szczególną rolą Zbiornika Sulejowskiego
92.	Skrzypczyk L., Mikołajków J., Węglarz D., Piasecka A., Mordzonek G., 2024. Mapa Głównych Zbiorników Wód Podziemnych w skali 1:800 000. https://www.pgi.gov.pl/dokumenty-pig-pib-all/psh/zadania-psh/gzwp/10076-mapa-glownych-zbiornikow-wod-podziemnych-31-12-2023/file.html	Granice GZWP, które obejmują tereny SuPK: 401 i 410
93.	Sokalski J., 2017 - Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami, arkusz Lubień (738), PIG, Warszawa	Informacje o cechach budowy geologicznej
94.	Solon J., Borzyszkowski J., Bidłasik M., Richling A., Badora K., Balon J., Brzezińska-Wójcik T., Chabudziński Ł., Dobrowolski R., Grzegorzczak I., Jodłowski M., Kistowski M., Kot R., Krąż P., Lechnio J., Macias A., Majchrowska A., Malinowska E., Migoń P., Myga-Piątek U., Nita J., Papińska E., Rodzik J., Terpiłowski S., Ziąja W. 2018. Physico-geographical mesoregions of Poland – verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data. Geographia Polonica, 91, 2: 143–170.	Położenie Parku na tle podziału fizycznogeograficznego
95.	Solovey T., 2008: Ocena potencjalnej eutrofizacji wód płynących w zlewni środkowej Wisły. Woda-Środowisko-Obszary wiejskie 1(8), 323-336.	Ocenę warunków sprzyjających eutrofizacji, tj. stężeń azotu i fosforu w wodach płynących, w latach 2004-2006: Pilica, Luciąża, Zbiornik Sulejowski
96.	Szałamacha G., 1991. Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami, arkusz Sławno (703), PIG, Warszawa	Informacje o cechach budowy geologicznej
97.	Szklarek S., Kiedrzyńska E., Mitsch W. J., Kiedrzyński M., Zalewski M., 2021: Comparing ecotoxicological and physicochemical indicators of municipal wastewater effluent and river water quality in a Baltic Sea catchment in Poland. Ecological Indicators 126 (2021), 107611, pp.12	Ocena ekotoksykologiczna oczyszczonych ścieków i wody rzecznej w skali zlewni przy użyciu zestawu biotestów
98.	Szmidt A., 2017: Analiza czynników wpływających na stan ekologiczny wód Zbiornika Sulejowskiego w oparciu o ciągły monitoring i zintegrowany model 3D zbiornika (w:) Raport o stanie środowiska w województwie łódzkim WIOŚ 2017; http://www.wios.lodz.pl/files/docs/raport_2016.pdf	Zanieczyszczenia w Zbiorniku Sulejowskim
99.	Szmidt, A., & Wachecka-Kotkowska, L. (2019). Relations between present relief on the border of lowlands and highlands and geological structures of the Paleozoic Platform – a case study from	Próba znalezienia relacji pomiędzy geologią i dynamiką powierzchni mezozoicznej synklinorium łódzkiego, wyniesienia radomszczańskie i rowu bełchatowskiego

	central Poland. Geology, Geophysics and Environment, 45(1), 57.	a obecną rzeźbą na granicy Niżu i Wyżyny Polskiej w jej centralnej części
100.	Szmidt, A., Jaskulski, M., & Kossowski, M., 2024. Morphological changes in the section of the Pilica valley between Sulejów and Smardzewice in the years 1968–2016. Acta Geographica Lodziensia, 116, 251–267. https://doi.org/10.26485/AGL/2024/116/14	Zmiany geomorfologiczne dna doliny Pilicy między Sulejowem a Smardzewicami koło Tomaszowa Mazowieckiego w okresie od końca lat 60. XX wieku do 2016 roku
101.	Tomalski P., 2015: Sezonowa zmienność zasobów wód podziemnych o zwierciadle swobodnym w zlewni Pilicy. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Lublin, Polonia. Vol. LXX, z. 2, Sectio B, 101-116.	Wyniki obserwacji zawodnienia struktur płytkich wód podziemnych. Wykazano, że wahania zwierciadła wód podziemnych w zlewni Pilicy cechują się nieco innym charakterem niż na pozostałym obszarze środkowej Polski
102.	Trzmiel B., 1988. Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami, arkusz Tomaszów Mazowiecki (667), PIG, Warszawa	Informacje o cechach budowy geologicznej
103.	Turkowska K., 2006, Geomorfologia regionu łódzkiego, Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź	Geomorfologia regionu łódzkiego
104.	Urbaniak M., Kiedrzyńska E., Zalewski M., 2012: The role of a lowland reservoir in the transport of micropollutants, nutrients and the suspended particulate matter along the river continuum. Hydrology Research 43.4. https://doi.org/10.2166/nh.2012.108 .	Wyniki prac nad transportem w korycie Pilicy zanieczyszczeń wskazują, że stężenie i transfer zanieczyszczeń wzdłuż kontinuum rzeki Pilicy mogą zostać zmniejszone poprzez budowę zbiorników retencyjnych, w których zaobserwowano redukcję stężenia SPM, TP, TN i PCB w osadach i zasugerowano, że jest to ważny mechanizm oczyszczania
105.	Urbaniak M., Kiedrzyńska E., Wyrwicka A., Zieliński M., Mierzejewska E., Kiedrzyński Marcin, Kannan K., Zalewski M., 2019: An ecohydrological approach to the river contamination by PCDDs, PCDFs and dl-PCBs – concentrations, distribution and removal using phytoremediation techniques. Scientific Reports (2019) 9:19310,	Substancje toksycznych ujęte w Dyrektywie EQS UE w Pilicy i Zbiorniku Sulejowskim
106.	Wachecka-Kotkowska L., 2004 . Ewolucja doliny Łuży – uwarunkowania klimatyczne a lokalne. Acta Geogr. Lodz., 86.	Charakterystyka ewolucji doliny Łuży
107.	Wachecka-Kotkowska L., 2011. Budowa geologiczna form glacialmarginalnych na Wyżynie Przedborskiej – studia przykładowe. Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego 454(454):103-120	Charakterystyka litologiczna osadów budujących wybrane 4 formy marginalne pochodzące ze stadiu warty zlodowaceń środkowopolskich położone na północnych stokach ostańców mezozoicznych Wyżyny Przedborskiej
108.	Wachecka-Kotkowska L., 2015. Rozwój rzeźby obszaru między Piotrkowem Trybunalskim a Przedborzem w czwartorzędzie. Wyd. UŁ., Łódź.	Rozwój rzeźby obszaru między Piotrkowem Trybunalskim a Przedborzem w czwartorzędzie
109.	Wachecka-Kotkowska L., Ludwikowska-Kędzia M., 2007. Plenivistuliański poziom wysoki w dolinach rzek Łuży (Równina Piotrkowska/Wzgórza Radomszczańskie) i Belnianki (Góry	Porównano cechy strukturalne i teksturalne osadów budujących plenivistuliańskie poziomy dolinne w dolinach Łuży i Belnianki rzek vistuliańskiej strefy peryglacialnej

	Świętokrzyskie) Porównanie cech strukturalnych i teksturalnych osadów. Acta Geographica Lodziensia 93:107-132	
110.	Wachecka-Kotkowska L., Ludwikowska-Kędzia M., 2013. Heavy-mineral assemblages from fluvial Pleniglacial deposits of the Piotrków Plateau and the Holy Cross Mountains – a comparative study. Geologos 19, 1–2 (2013): 131–146	Zespoły ciężkich minerałów pleniglacialnych osadów rzecznych zostały przeanalizowane dla dwóch dolin rzecznych, tj. rzeki Łuciąży (w Kludzicach Nowych) i rzeki Belnianki (w Słopcu)
111.	Wachecka-Kotkowska L., 2004. Zmiany środowiska doliny dolnej Łuciąży w holocenie. Acta Universitatis Lodz., Folia Geogr. Physica 6.	Rozwój doliny dolnej Łuciąży w holocenie
112.	Wachecka-Kotkowska L., 2006. Relacje pomiędzy ukształtowaniem współczesnej powierzchni Równiny Piotrkowskiej i Wzgórz Radomszczańskich z planem strukturalnym podłoża. (w:) Geologia regionu łódzkiego i obszarów przyległych. Przeszłość dla przyszłości (pp.33-46) Edition: i Chapter: Relacje pomiędzy ukształtowaniem współczesnej powierzchni Równiny piotrkowskiej i Wzgórz Radomszczańskich z planem strukturalnym podłoża. Publisher: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego Editors: Czubla P., Mizerski W.	Rzeźba Równiny Piotrkowskiej i Wzgórz Radomszczańskich
113.	Wachecka-Kotkowska, L., 2015. Badania ułożenia klastrow w glinach morenowych jako element rekonstrukcji kierunków transportu lodowego w obszarze między Piotrkowem Trybunalskim, Radomskiem a Przedborzem. Acta Geographica Lodziensia 103, 99-111.	Analiza kierunków transportu lodowego w obszarze między Piotrkowem Trybunalskim, Radomskiem a Przedborzem
114.	Wibig J., Radziun W., 2019: Opady atmosferyczne w województwie łódzkim w latach 1961–2015, Acta Geographica Lodziensia (109), 29-47.	Charakterystyka klimatu
115.	Zembał M., Formowicz R., 2002 - Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami, arkusz Przedbórz (775), PIG, Warszawa	Podstawowy zasób danych przestrzennych odnośnie struktury hydrogeologicznej i zagrożeń wód podziemnych
116.	Ziemińska-Stolarska A., Zbiciński I., Imbierowicz M., Skrzypski J., 2013 Waterpraxis as a tool supporting protection of water in the Sulejow Reservoir. Desalin Water Treat. 2013;51(19-21):4194-4206.	Ochrona wód Zbiornika Sulejowskiego
117.	Ziemińska-Stolarska A., Adamiec J., Imbierowicz M., Imbierowicz E., Jaskulski M., Szmidt A., Zbiciński I., 2018. Online Measurement Method Of Water Quality In The Sulejow Reservoir. DOI: 10.1515/eces-2018-0006 ECOL CHEM ENG S. 2018;25(1):89-100	Metodykę dokładnych mobilnych pomiarów parametrów jakości wody, takich jak temperatura, tlen rozpuszczony, stężenie chlorofilu „a”, stężenie jonów amonowych, przewodność, pH i zawartość sinic w wodzie
118.	Ziemińska-Stolarska A., Imbierowicz E., Jaskulski M., Szmidt A., Zbiciński I., 2020. Assessment of the Chemical State of Bottom Sediments in the Eutrophied Dam Reservoir in Poland. Environ. Res. Public Health 2020, 17, 3424; doi:10.3390/ijerph17103424	Stężenia związków biogenych i metali ciężkich w osadach dennych Zbiornika Sulejowskiego od października 2018 r.
119.	Ziemińska-Stolarska A., Imbierowicz M., Jaskulski M., Szmidt A., Zbiciński I., 2019. Continuous and	Wyniki monitoringu jakości wody przeprowadzonego w ramach projektu

	Periodic Monitoring System of Surface Water Quality of an Impounding Reservoir: Sulejow Reservoir, Poland. Environ. Res. Public Health 2019, 16, 301; doi:10.3390/ijerph16030301	MONSUL. Analiza i ocena wpływu czynników determinujących stan ekologiczny zbiornika zaporowego na przykładzie Zbiornika Sulejowskiego
120.	Ziemińska-Stolarska A., Kempa M., 2021: Modeling and Monitoring of Hydrodynamics and Surface Water Quality in the Sulejów Dam Reservoir, Poland. Water 13, 296, pp. 19. https://doi.org/10.3390/w13030296	Wyniki obserwacji wód przy wykorzystaniu trójwymiarowego modelu hydrodynamicznego GEMSS-HDM połączonego z modelem jakości wody WASP EUTRO w Zbiorniku Sulejowskim
121.	Ziemińska-Stolarska A., Polańczyk A., Zbiciński I., 2015, 3-D CFD simulations of hydrodynamics in the Sulejow dam reservoir, Journal of Hydrology and Hydromechanics 63 (4), 334–341 (DOI: 10.1515/johh-2015-0033).	Badania hydrodynamiki wód Zbiornika Sulejowskiego
122.	Ziomek J., 1985. Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami, arkusz Piotrków Trybunalski (701), PIG, Warszawa	Informacje o cechach budowy geologicznej
123.	Żelaźniewicz A., Aleksandrowski P., Buła Z., Karnkowski P.H., Konon A., Oszczytko N., Ślaczka A., Żaba J., Żytka K. 2011. Regionalizacja tektoniczna Polski. Komitet Nauk Geologicznych PAN, Wrocław, 64 s.	Ogólne informacje charakteryzujące budowę geologiczną
124.	http://karty.apgw.gov.pl:4200/api/v1/jcw/pdf?code=RW200006254389	Charakterystyka lewobrzeżnego dopływu Pilicy, Stobianki
125.	http://karty.apgw.gov.pl:4200/api/v1/jcw/pdf?code=RW200010254532	Charakterystyka prawobrzeżnego dopływu Pilicy w Sulejowie, Radoński
126.	http://karty.apgw.gov.pl:4200/api/v1/jcw/pdf?code=RW2000112545349	Charakterystyka lewobrzeżnego dopływu Pilicy, Luciąży
127.	http://karty.apgw.gov.pl:4200/api/v1/jcw/pdf?code=RW2000112545399	Charakterystyka Pilicy w granicach SuPK
128.	http://karty.apgw.gov.pl:4200/api/v1/jcw/pdf?code=RW2000222545399	Charakterystyka zbiornika sulejowskiego jako JCW
129.	https://www.pgi.gov.pl/dokumenty-pig-pib-all/psh/zadania-psh/jcwpd/jcwpd-80-99/4394-karta-informacyjna-jcwpd-nr-84/file.html (2012)	Charakterystyka obszaru i struktury hydrogeologicznej JCWPd 84 wraz ze schematem krążenia wód podziemnych
130.	https://www.pgi.gov.pl/dokumenty-pig-pib-all/psh/zadania-psh/jcwpd/jcwpd-80-99/4395-karta-informacyjna-jcwpd-nr-85/file.html (2012)	Charakterystyka obszaru i struktury hydrogeologicznej JCWPd 85 wraz ze schematem krążenia wód podziemnych

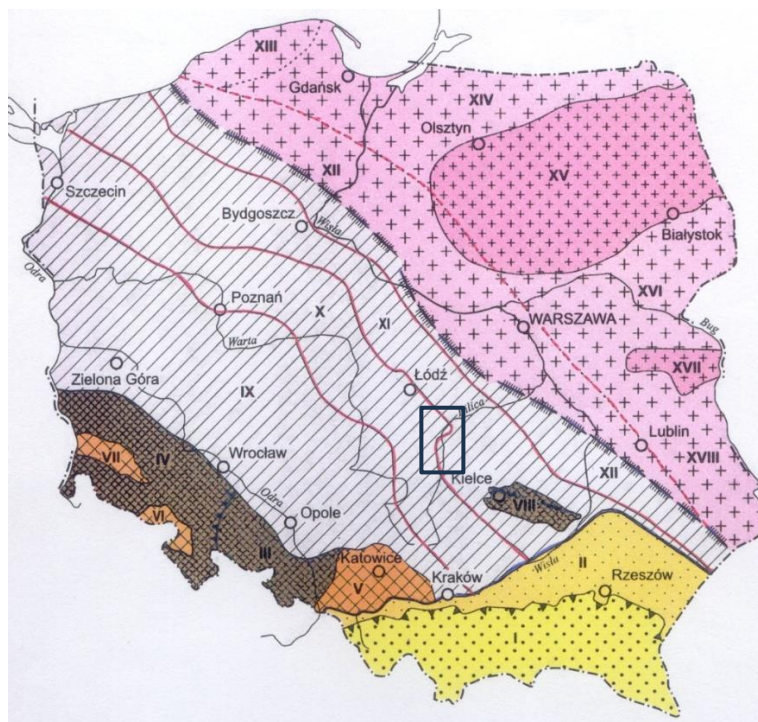
3. CHARAKTERYSTYKA ZASOBÓW ABIOTYCZNYCH I GLEB

3.1. Budowa geologiczna

3.1.1. Charakterystyka budowy geologicznej i utworów powierzchniowych

Położenie na tle jednostek tektonicznych

Sulejowski Park Krajobrazowy wraz z otuliną w całości jest położony w obrębie megajednostki platformy zachodnioeuropejskiej. W podkenozoicznym planie strukturalnym obszar ten znajduje się na pograniczu dwóch jednostek platformowej pokrywy permo-mezozoicznej. Jednostki te w podziałach tektonicznych Polski określane były przez W. Pożaryskiego (1963) jako **synklinorium szczecińsko-łódzko-miechowskie** i **antyklinorium środkowopolskie** oraz w ujęciu J. Znoski (1998) jako **niecki: szczecińska, mogileńsko-łódzka, miechowska** i **wał środkowopolski** (Ryc.5). Jednostki te powstały w czasie ruchów laramijskich na przełomie kredy i paleocenu, a ich granice były prowadzone wzdłuż linii intersekcyjnych spągu kredy dolnej. W szczegółowych opracowaniach geologicznych okolic nadpilicznych wymieniana jest **niecka (synklina) tomaszowska**, wypełniona utworami najwyższej jury (portlandu) i kredy, będąca południowo-wschodnim elementem kredowej **niecki łódzkiej**, a także w południowych rubieżach Parku i centralnej części otuliny szeroka **synklina Piotrkowa-Smykowa** (Pożaryski 1974, Sokalski 2019). W części prawobrzeżnej Pilicy, na południe od niecki tomaszowskiej położona jest **antyklina sulejowska**, zbudowana z górnourajskich wapieni kimerydu i oksfordu (Barczyk 1961). Ponieważ oś wspomnianej antykliny przebiega w pobliżu Sulejowa jednostkę tę określano również mianem „**siodła sulejowskiego**” (Passendorfer 1934).



Ryc. 5. Położenie Sulejowskiego PK na tle jednostek tektonicznych Polski wg J. Znoski (1998)

Objaśnienia: I - Karpaty (Tatry, Pieniny, Karpaty fliszowe); II – zapadlisko przedkarpackie; III - Sudety Wschodnie; IV - Sudety Zachodnie i blok przedsudecki; V - zapadlisko śląsko-krakowskie; VI - zapadlisko południowosudeckie; VII - zapadlisko północnosudeckie; VIII - Góry Świętokrzyskie; IX - monoklina przedsudecka i śląsko-krakowska; X - **niecki: szczecińska, mogileńsko-łódzka i miechowska**; XI - **wał środkowopolski**; XII - niecka brzeźna; XIII - wyniesienie łęby; XIV - obniżenie perybaltyckie; XV - wyniesienie mazursko-suwańskie; XVI - obniżenie podlaskie; XVII - wyniesienie (zrąb) Sławatycz; XVIII - obniżenie nadbużańskie

W „Regionalizacji tektonicznej Polski” (Żelaźniewicz i in. 2011) zakwestionowano zasadność wyróżniania jednostek tektonicznych na podstawie dwuwymiarowego obrazu przebiegu linii intersekcyjnych systemów mezozoicznych na mapie powierzchni podkenozoicznej. Za poprawne uznano uwzględnienie trójwymiarowego charakteru struktur geologicznych, podkreślając przejściowy, nieostry, strefowy, często umowny przebieg ich granic. W wymienionym podziale tektonicznym, interesujący nas obszar znalazł się na pograniczu dwóch jednostek – **synklinorium szczecińsko-miechowskiego** oraz **antyklinorium śródpolskiego**. Autorzy opisywanej regionalizacji uznali za bezzasadny, wcześniej praktykowany, podział wału środkowopolskiego na elementy niższego rzędu nazywane wałami lub antyklinoriami oraz pasów niecek kredowych na jednostki zwane nieckami lub synklinoriami. W ich miejsce zaproponowano poszczególne fragmenty antyklinorium śródpolskiego i synklinorium szczecińsko-miechowskiego nazywać segmentami (Ryc. 6). Część wschodnia obszaru Sulejowskiego PK i jego otuliny znalazła się na pograniczu **segmentu kujawskiego** i **segmentu szydłowieckiego** wału śródpolskiego, natomiast jego część zachodnia na południowych rubieżach **segmentu mogileńsko-tódzkiego** synklinorium szczecińsko-miechowskiego, zamkniętego od południa **fałdami radomszczańskimi**. Wśród radomszczańskich struktur fałdowych, w granicach otuliny Parku znalazły się **synklina Bąkowej Góry** oraz **antyklina Kalinek** (Kwapisz 1983). W trzeciorzędzie fałdy radomszczańskie zostały od północy obcięte przez mioceniską strefę uskokową Wieluń-Kraśnik, z którą związany jest **rów Kleszczowa** (Kozydra, Piwocki 1985, Żelaźniewicz i in. 2011). Wschodni fragment rowu Kleszczowa, wygasającego na linii Pilicy, przebiega w południowozachodniej części otuliny Parku, w pasie między Zbyłowicami a Łekami Królewskimi.



Ryc. 6. Położenie Sulejowskiego PK na tle Regionalizacji tektonicznej Polski (Żelaźniewicz i in. 2011)

Przedstawione powyżej wyszczególnienie jednostek tektonicznych, uczestniczących w budowie analizowanych terenów nadpilicznych, było podyktowane koniecznością zasygnalizowania nazewnictwa stosowanego przez autorów w różnych latach powstawania Szczegółowych Map Geologicznych Polski 1: 50 000 (SMGP). Budowę geologiczną Sulejowskiego PK można przeanalizować na czterech arkuszach tej mapy: **ark. Sulejów** (702) – H. Brzeziński (1990); **ark. Sławno** (703) – G. Szałamacha (1989); **ark. Piotrków Tryb.** (701) – J. Ziomek (1985), wersja po aktualizacji – W. Danel, D. Gałązka, A. Borecka, M. Pielach (2019); **ark. Lubień** (738) – K. Grzybowski, J. Kutek (1966), wersja po reambulacji – J. Sokalski (2017). Tereny obejmujące otulinę Sulejowskiego PK znajdują się na kolejnych pięciu SMGP: **ark. Ujazd** (666) – K. Nowacki (1988); **ark. Tomaszów Mazowiecki** (667) – B. Trzmiel (1986); **ark. Gorzkowice** (737) – S. Kurkowski, W. Popielski (1986); **ark. Żarnów** (739) – J. Janiec (1988); **ark. Przedbórz** (775) – B. Kwapisz (1981), wersja po aktualizacji – D. Wieczorek, A. Stoiński, R. Zabielski (2020).

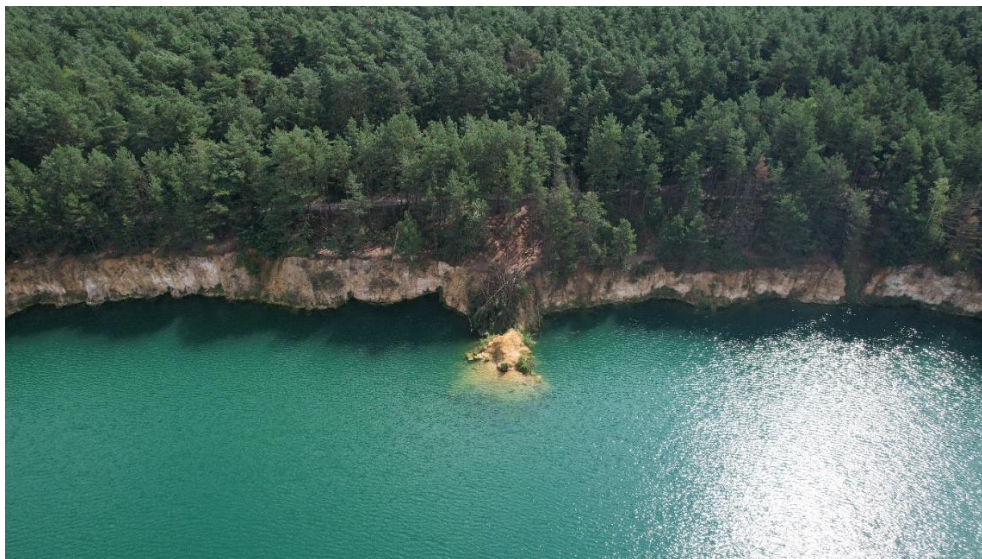
Rozwój paleogeograficzny i jego wpływ na zróżnicowanie utworów powierzchniowych

W budowie geologicznej Sulejowskiego PK i jego otuliny udział biorą trzy grupy wiekowe utworów. Podłoże stanowią, powstałe w warunkach morskich, utwory mezozoiczne należące do jury i kredy. W tektonicznych lub erozyjnych obniżeniach zachowały się osady paleogenu i neogenu. Górną serię stanowią czwartorzędowe osady pochodzenia lodowcowego, wodnolodowcowego, rzecznoego, eolicznego i organicznego.

Najstarszymi utworami geologicznymi na powierzchni Parku i otuliny są osady **jury środkowej**. Początkowo sedimentacja środkowojurajska zachodziła w płytkim morzu, a następnie płytkowodne osady terrygeniczne, wraz z pogłębianiem się zbiornika, ustąpiły akumulacji węglanowej. Utwory z tego okresu występują w postaci niewielkich odsłoneń w rejonie Szarbska i Władysławowa. Są one wykształcone w postaci drobno uławiconych, częściowo zlimonityzowanych piaskowców drobnoziarnistych, zawierających skamieniałości amonitów *Parkinsonia parkinsoni* typowych dla bajosu górnego (Sokalski 2019).

Na znacznie większej powierzchni niż serie środkowojurajskie rozprzestrzenione są utwory węglanowe **jury górnej**, należące stratygraficznie do oksfordu i kimerydu. Zbudowana z nich jest antyklina sulejowska, przebiegająca z północnego zachodu na południowy wschód. Pod względem litologicznym w antyklinie sulejowskiej można wyróżnić kilka zasadniczych typów skał, wyraźnie powiązanych z poszczególnymi piętrami. Tak na przykład dla oksfordu dolnego i środkowego, tworzącego podłoże w części południowo-wschodniej antykliny, najbardziej charakterystycznymi utworami są wapienie skaliste z krzemieniami. Dla oksfordu górnego, przebiegającego łukiem od Białej przez Kurnędz w kierunku północno-wschodnim, typowe są wapienie gruboolitowe i wapienie margliste z fauną amonitów, koralów, jeżowców i małżów. Dla kimerydu, rozprzestrzeniającego się od Łęczna przez Wójtostwo, Sulejów, Podklasztorze, Owczary w kierunku Prucheńska, dominujące są wapienie drobnooolitowe, wapienie gruzłowate, wapienie zbite, iły, margle i zlepy muszlowe (Barczyk 1961). Utwory górnójurajskie odsłaniają się głównie w zwężonym, przełomowym fragmencie doliny Pilicy. Po stronie lewobrzeżnej jest to widoczne wyraźnie na odcinku od kościoła w Sulejowie do Kurnędza, zaś po stronie prawobrzeżnej na południowych peryferiach miasta. Tutaj w miejscach naturalnych odsłoneń erozyjnych Pilicy powstawały kamieniołomy wapieni. Na skutek długotrwałej eksploatacji materiałów nadających się do wyrobu wapna i celów budulcowych, strefy wydobywania odsunęły się od rzeki w kierunku wysoczyzn (Fot. 5). Następne odsłonięcia utworów górnej jury można znaleźć w nadpilicznej skarpie na południe od kompleksu klasztornego w Podklasztorzu oraz na obu stokach doliny Radońki, od ujścia aż do wsi Strzelce (Fot. 6 i 7). Utwory kimerydu reprezentowane przez iły margliste, wapienie mikrytowe, margle, muszlowce egzogyrowe i iły, określane jako formacja muszlowców stobnickich, odsłaniają się w rejonie Góry Czarторыi na wschód od Wielkopola, na

zboczach doliny Stobianki w Stobnicy, a także w postaci rumoszu rozwleczonego na polach pomiędzy Stobnicą a Wielkopolem (Kutek 1961).



Fot. 5 Nieeksploatowany kamieniołom wapieni kimerydu w Kurnędzu (Fot. M. Adamiak 2022)

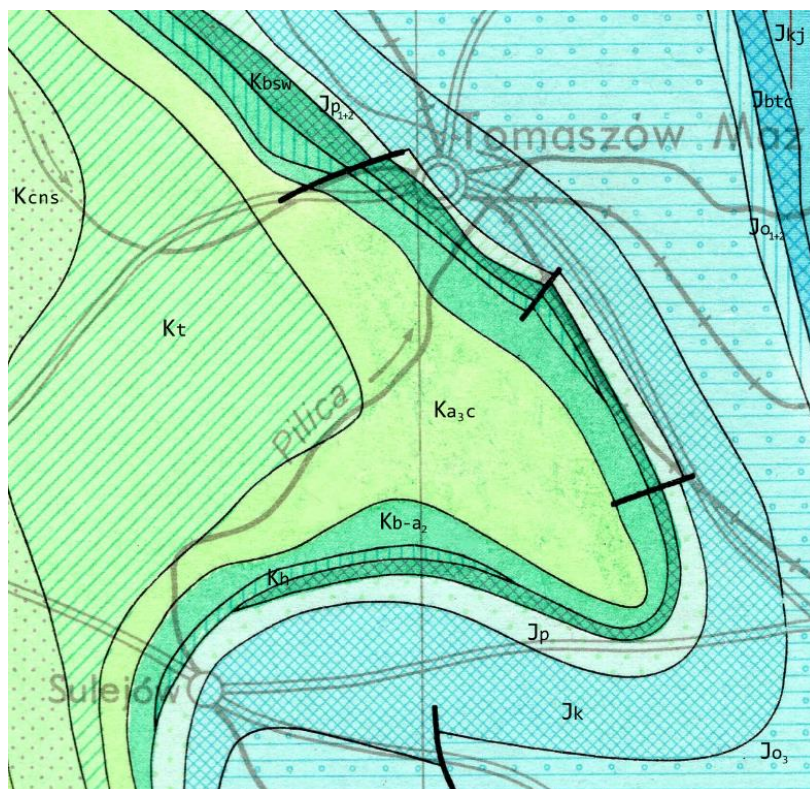


Fot. 6 Drogi gruntowe przebiegające wśród siedlisk kserotermicznych wykształconych z wapieni kimerydu na prawobrzeżnym, dosłonecznym, zboczu doliny Radońki w okolicach wsi Owczary (Fot. S. Krysiak 2018)

W najwyższym piętrze jury górnej – portlandzie, w pogłębiającym się zbiorniku morskim, powstawały wapień, iły i margle. Wapień portlandu udokumentowane w Tomaszowie Mazowieckim na

obszarze Brzustówki położonej na lewym brzegu Pilicy, pozostają w więzi hydraulicznej ze skrasowiałymi seriami, z którymi związane jest wywierzysko Niebieskich Źródeł po stronie prawobrzeżnej (Małecka 1997). Ponadto niewielkie wychodnie wapieni marglistych portlandu znane są z Błogich Rządowych (Brzeziński 1990).

Brzeżne fragmenty antykliny sulejowskiej graniczą od północy z utworami **dolnej i górnej kredy**, należącymi do niecki (synkliny) tomaszowskiej (Ryc.7), obejmującej znaczne fragmenty Parku i otuliny na wschód od koryta Pilicy i północnej części Zalewu Sulejowskiego. W centrum tej jednostki podścielające ją utwory jury górnej występują na głębokości około 400 m poniżej powierzchni terenu (Witkowski 1969).



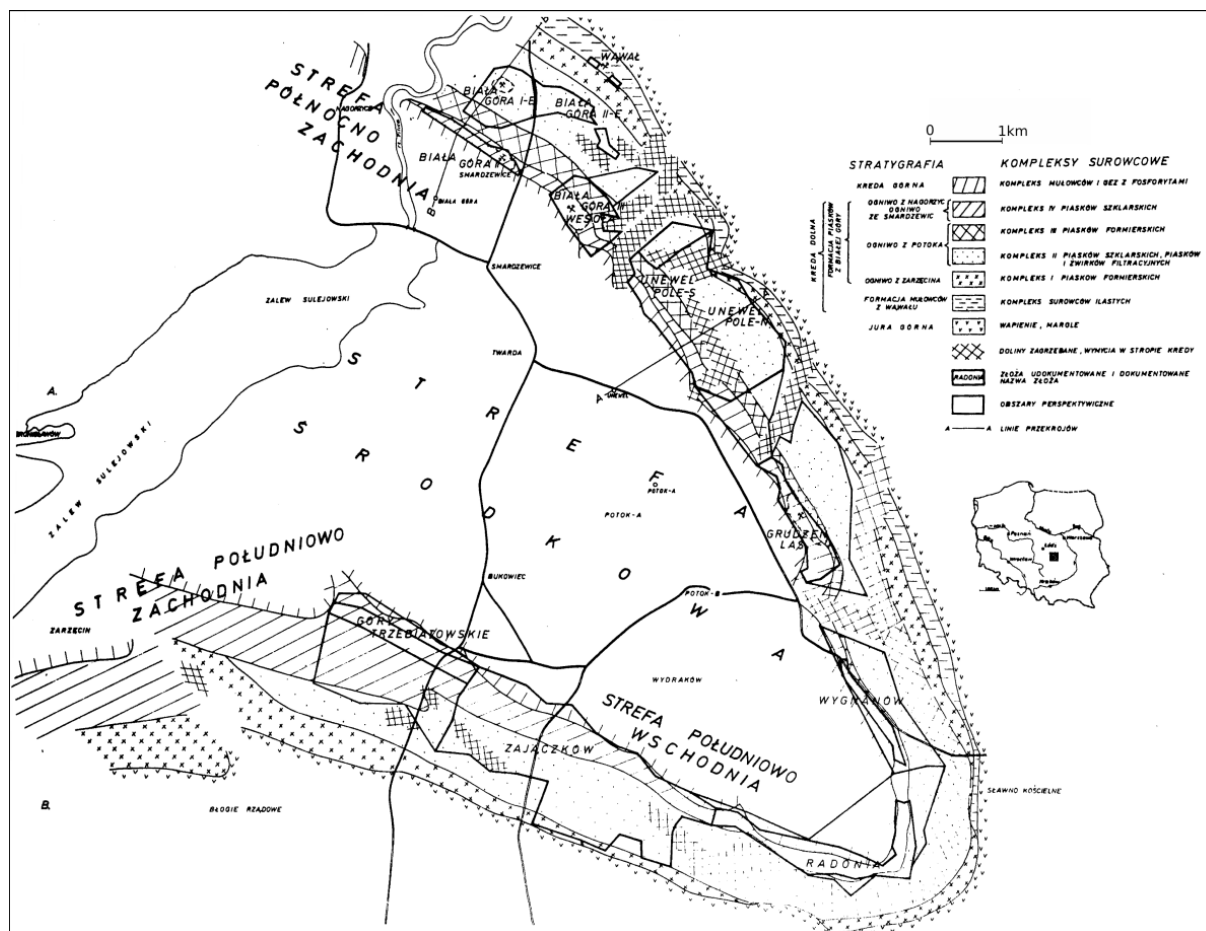
Ryc. 7. Budowa geologiczna rejonu niecki tomaszowskiej bez utworów kenozoiku (na podstawie Mapy Geologicznej Polski... 1:500000; A. Witkowskiego (1969), G. Szalamachy (1992))

Objaśnienia symboli:

jura środkowa: Jkj – iłowce i mułowce bajosu górnego (kujawu), Jbt – mułowce i piaskowce batonu i keloweju;
jura górna: Jo₁₊₂ – mułowce, margle i wapienie oksfordu dolnego i środkowego, Jo₃ – wapienie oksfordu górnego,
Jk – wapienie margliste, margle i iłowce kimerydu, Jp₁₊₂ – margle, iły i iłowce portlandu dolnego i środkowego;
kreda dolna: Kbsw – iły i mułowce beriasu i walanżynu (formacja mułowców z Wąwatu), Kh – iły i mułowce hoterywu, Kb-a₂ – piaski i piaskowce barremu-albu środkowego (formacja piasków z Białej Góry);
kreda górna: Ka_{3-c} – gezy margliste i mułowce albu górnego oraz margle krzemionkowe cenomanu, Kt – margle i wapienie z przewarstwieniami iłowców marglistych turonu, Kcns – wapienie, margle i opoki koniak i santonu

Niecka tomaszowska jest synkliną, której oś zanurza się w kierunku północno-zachodnim i wynurza na południowy wschód od Sławna. Niecką charakteryzuje wyraźna asymetria skrzydeł. Skrzydło północno-wschodnie ma upady rzędu 8-10°, a południowo-wschodnie 3-4° (Szalamacha 1992). Taki styl budowy tektonicznej jest wynikiem słabych ruchów fałdowych i epejrogenicznych fazy starokimeryjskiej w późnym triasie, skutkujących erozją, powstaniem niezgodności w zaleganiu osadów oraz powstaniem pierwszych stref dyslokacyjnych. W fazie laramijskiej na przełomie kredy i paleocenu obszar uzyskał budowę fałdowo-blokową (Brzeziński 1992). Dyslokacje tworzą zręby i rowy, dzielące

skrzydła niecki tomaszowskiej na poszczególne bloki. Lokalizacja tych nieciągłości ma istotne znaczenie przy udostępnianiu do eksploatacji kolejnych złóż piaskowców kredy dolnej (Szałamacha 1992) (Ryc. 8).



Ryc. 8. Mapa geologiczna niecki tomaszowskiej z obszarami złóżowymi (wg E. Poręby 1987)

Z punktu widzenia surowcowego w niecce tomaszowskiej najistotniejsze znaczenie posiadają utwory powstałe w kredzie dolnej. Na szeroką skalę eksploatowane są obecnie utwory piaszczysto-piaskowcowe albo środkowego nazywane w tym regionie serią białogórką (Ryc. 8). Reprezentują je piaskowce z glaukonitem, które powstawały w spokojnym środowisku zbiornika morskiego oraz żwiry i piaski bez glaukonitu z akumulacji w deltach rzek. Miąższość tych utworów wynosi około 150 metrów. Występują na powierzchni terenu w licznych odsłonięciach naturalnych, łomach i kopalniach odkrywkowych w miejscowościach: Biała Góra, Smardzewice, Unewel, Grudzeń Las, Wygnanów, Radonia, Sepno, Zajączków i Góry Trzebiatowskie (Szałamacha 1992).

Spąg serii białogórką tworzą białe lub szare, piaskowce i piaski kwarcowe o słabej zwięzłości, zawierające soczewki białego kaolinu. Na nich leży warstwa żwirów i piasków różnoziarnistych, przechodząca w gruby, jednorodny kompleks białych, drobnoziarnistych piaskowców kwarcowych, eksploatowanych w kopalniach Biała Góra, Unewel i Grudzeń Las (Fot. 7 i 8). Strop serii białogórką tworzą odporne na wietrzenie, ciemnoszare piaskowce spongiolitowe oraz piaskowce limonityczne, tworzące w rzeźbie wyraźną krawędź morfologiczną z licznymi odsłonięciami. Strefę środkową synkliny tomaszowskiej wypełniają, należące do kredy dolnej gezy margliste i mułowce marglisto-piaszczyste oraz do kredy górnej margle krzemionkowe z glaukonitem stratygraficznie przypisane do cenomanu (Szałamacha 1989, 1992). Na znacznej powierzchni znajdują się one pod cienką pokrywą osadów

czwartorzędowych. Na powierzchni utwory te spotkamy w rejonie Nagórzyc, Smardzewic, Unewela, Celestynowa, Sławieńskich Wzgórz, Sepna i Gór Trzebiatowskich.



Fot. 7 „Grotu Nagórzyckie” miejsce działalności górniczej w niecce tomaszowskiej w okresie od końca XVIII do początku XX wieku (Fot. S. Krysiak 2017)



Fot. 8 Sąsiadująca z otuliną Sulejowskiego PK kopalnia piasków kwarcowych „Biała Góra” położona przy drodze z Tomaszowa Maz. do Smardzewic (Fot. S. Krysiak 2015)

Pod koniec kredy górnej w dolnym mastrychcie pierwsze ruchy fazy laramijskiej spowodowały spłylenie zbiornika sedymentacyjnego, a następnie całkowite wycofanie morza. Obok ruchów wypiętrzających wystąpiła kompresja z północnego-wschodu i południowego-zachodu ku osi aulakogenu środkowopolskiego i w jej następstwie sfałdowanie pokrywy osadowej (Pożaryski, Brochwicz-Lewiński 1979). Był to zasadniczy etap formowania się obrzeżenia mezozoicznego Gór

Świętokrzyskich, wału kujawsko-pomorskiego i przyległych obniżeń, w tym niecki łódzkiej i niecki tomaszowskiej. Na terenie otuliny Sulejowskiego PK można prześledzić wschodnią granicę niecki łódzkiej, którą wyznacza tutaj kontakt utworów kredowych i jurajskich możliwy do prześledzenia na odcinku między Stobnicą i Ręcznem. z kompresją laramijską wiąże się także utworzenie synklin i antyklin elewacji radomszczańskiej, w tym synkliny Bąkowej Góry i antykliny Kalinek, a także megaantykliny Radoszyc, obejmującej obszary położone na wschód od doliny Pilicy (Pożaryski 1971, 1974).

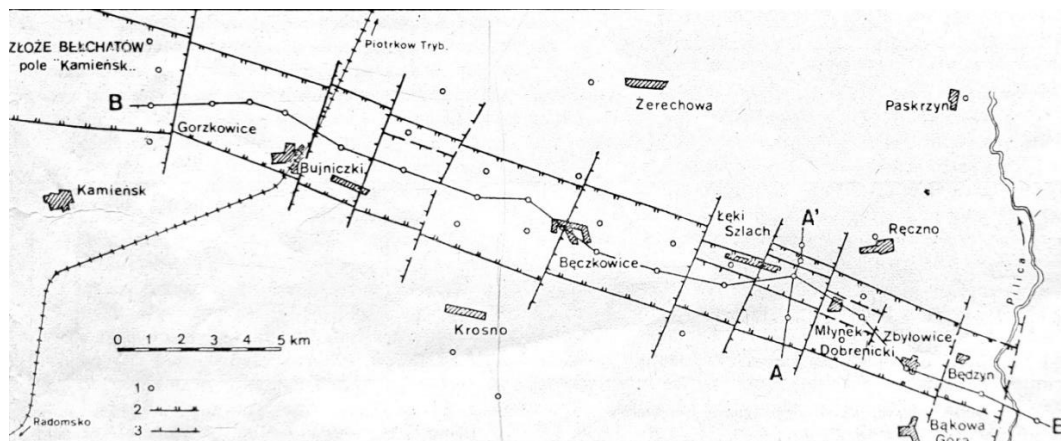
W warunkach lądowych **paleogenu** mezozoiczny relief elewacji radomszczańskiej i obrzeżenia Gór Świętokrzyskich uległ bardzo silnej peneplenizacji. W znacznej mierze została zniszczona pokrywa osadów kredowych, odsłaniając utwory jury górnej, jury środkowej a nawet jury dolej w pobliskiej Diablej Górze i w okolicach Nosalewic. Nastąpiło uformowanie głównych rysów ukształtowania powierzchni, takich jak ostańcowego pasma między Ręcznem a Stobnicą, wzniesienia Bąkowej Góry, a także odsłonięcie serii górnajurajskich antykliny sulejowskiej. Paleogen na terenie Wyżyn Polskich polski Południowej, był okresem, w którym panowały optymalne warunki dla rozwoju denudacji krasowej (Wójcik 1974). Sprzyjał jej, okresowo bardzo wilgotny, klimat subtropikalny. W **neogenie** (miocenie i pliocenie) wraz z tendencją do stopniowego ochładzania się klimatu następowało spowalnianie procesów krasowych. W opoczyńskiej strefie obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich formy krasu powierzchniowego w postaci lejów, zapadlisk i dolin krasowych analizował S.Z. Różycki (1946). Leje, szczeliny i dolinki krasowe w rejonie Sulejowa zostały opisane m. in. przez H. Ruszczyńską (1961), H. Ruszczyńską-Szenajch (1966). Leje krasowe, niekiedy o bardzo dużych rozmiarach, odsłaniane były w kamieniołomach Sulejowa w trakcie eksploatacji wapieni (Krysiak, Balwierz 1998) (Fot.9).



Fot. 9 Ślady lejów krasowych widoczne na południowej ścianie nieeksploatowanego kamieniołomu w Kurnędu (Fot. S. Krysiak 2009)

Najdonioślejszym wydarzeniem trzeciorzędowego rozwoju, które objęło swym zasięgiem obszar otuliny Sulejowskiego PK, było powstanie rowu Kleszczowa, którego stałe obniżanie, kontynuowane

w plejstocenie, trwa prawdopodobnie do dziś (Ciuk 1980). Początek formowania tej struktury, zainicjowały siły tensyjne fazy sawskiej, na przełomie oligocenu i miocenu. Utworzony został wówczas zasadniczy układ spękań, wzdłuż których doszło do intensywnego, lecz nierównomiernego obniżania. W południowej części otuliny znajduje się wschodni fragment rowu Kleszczowa, przebiegający od Gorzkowic przez Bęczkowice, Łęki Szlacheckie, Zbyłowice do doliny Pilicy na wysokości Tarasu (Ryc. 9).



Ryc. 9. Wschodni fragment rowu Kleszczowa wg Kozydry i Piwockiego (1985)

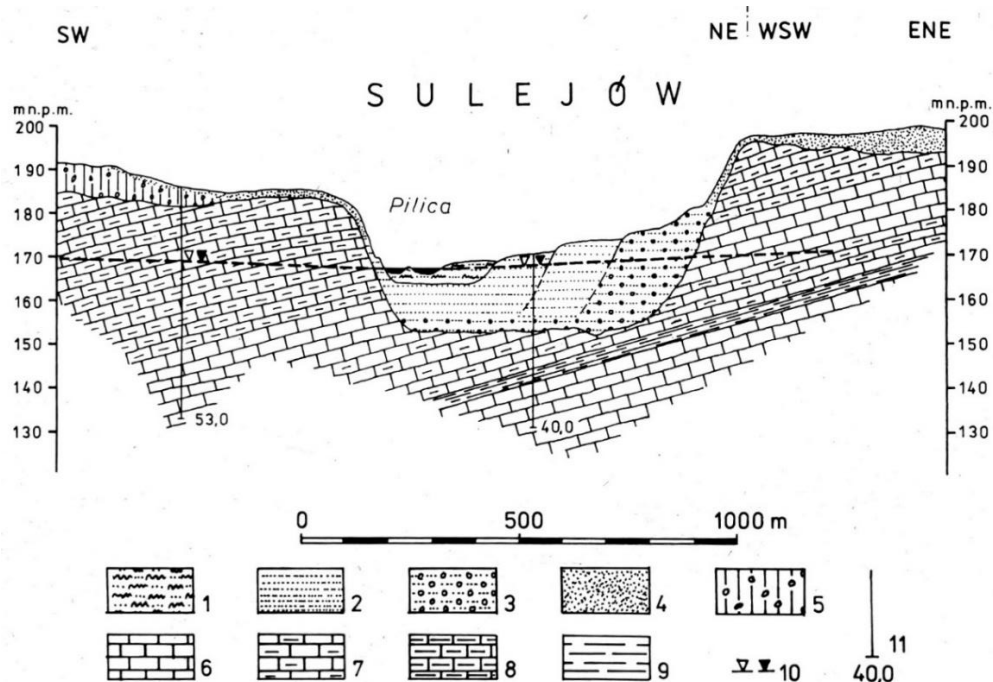
1 – otwór wiertniczy, 2 – uskoki wyznaczające granice rowu, 3 – uskoki, a – A' i B – B' – linie przekrojów geologicznych

Przeciętna wielkość amplitudy obniżenia rowu w stosunku do powierzchni utworów mezozoicznych wynosi około 130 m, obniżenie maksymalne stwierdzone w Łękach Szlacheckich osiąga około 250 m (Kozydra, Piwocki 1985). Trzeciorzędowe wypełnienie rowu stanowią margle jeziorne dolnego miocenu, iły, iły węgliste i lokalnie węgiel brunatny miocenu środkowego oraz spoczywające na nich z nie-zgodnością erozyjną osady piaszczyste i ilasto-mułkowe pliocenu (Kozydra 1984, Kozydra, Piwocki 1985). Przeciętna miąższość utworów neogeńskich w tej części rowu Kleszczowa wynosi 105-110 m, natomiast wielkość maksymalną 190 m osiągają w rejonie Łęk Szlacheckich. Na całym obszarze rowu są one przykryte utworami czwartorzędowymi. Do powierzchniowych osadów paleogeńskich i neogeńskich, zazwyczaj nierozdzielonych, zalicza się utwory ilastogliniaste pokrywające skrasowiałe powierzchnie wapienne lub wypełniające różne formy krasowe, takie jak leje, kanały, szczeliny i studnie. Osadom tym towarzyszą nagromadzenia okruchów wapieni i krzemieni. Są one przeważnie czerwone, pomarańczowe, brunatne lub żółte (Sokalski 2019). Odsłaniają się one w rozcięciu erozyjnym Czarnej w rejonie Dębowej Góry. Nierówny, skrasowiały strop wapieni oksfordu przykrywają tam bezwapniste gliny brązowo pomarańczowe z pojedynczymi okruchami wapieni i krzemieni. W kamieniołomach okolic Kurnędza, w trakcie eksploatacji wapieni odsłaniane były leje krasowe (Barczyk, 1961; Głazek, Szynkiewicz, 1980) wypełnione piaskami kwarcowymi, leżącymi na warstwie węgla brunatnego i piaszków węglistych, pod którymi występowała ilastogliniasta zwietrzelina.

Większość osadów powierzchniowych oraz form rzeźby terenu Sulejowskiego PK powstała w **czwartorzędzie**. Pokrywa osadów czwartorzędowych ma zmienną miąższość, od zupełnego braku osadów na elewacjach i w rozcięciach podłoża mezozoicznego, od kilku do kilkunastu metrów na wysoczyznach w okolicach Sulejowa, przez 50-70 m udokumentowane w kopalnej dolinie między Józefowem a Ręcznem (Grzybowski, Kutek 1968; Grzybowski 1972) do 95,5 m w przegłębieniu wschodniego odcinka rowu Kleszczowa pod Łękami Szlacheckimi (Kozydra, Piwocki 1985). W powstawaniu i niszczeniu pokrywy utworów czwartorzędowych uczestniczyły procesy akumulacyjne i erozyjne kolejnych okresów glacialnych i interglacialnych.

Starszy plejstocen był prawdopodobnie okresem przewagi procesów erozyjno-denudacyjnych za czym przemawia luka stratygraficzna obejmująca **okres preplejstocenu i zlodowacenia narwi**. Był to okres dalszego rozwoju krasu powierzchniowego, który później w miarę środkowo- i późnoplejstocenijskiej akumulacji stał się krasem zakrytym. Występujący w sąsiedztwie Sulejowa „kras opoczyński”, opisany przez S.Z. Różyckiego (1946), został uznany za jeden z wzorcowych typów morfogenetycznych krasu zakrytego w Polsce (Liszkowski 1979). Czynnikiem sprzyjającym korozji skał węglanowych w tym okresie była znaczna agresywność chłodnych wód plejstocenijskich (Wójcik 1974). Procesy krasowe przebiegały cyklicznie. Nasuwanie się lądolodów piętrzących wody powierzchniowe i krasowe powodowało zamieranie głębokiego krążenia i zamykanie kanałów krasowych, ich oczyszczanie następowało w interglacjach dzięki uaktywnieniu cyrkulacji wskutek obniżenia zwierciadła piezometrycznego wód krasowych (Głazek, Szynkiewicz 1980).

Zlodowacenie nidy prawdopodobnie częściowo, a **zlodowacenia południowopolskie (sanu 1 i sanu 2)** w całości objęły swym zasięgiem analizowany obszar. Pozostawione przez nie osady zachowały się fragmentarycznie, ukazując się niekiedy spod utworów młodszych w dolnych częściach stoków dolin. Brak szerszego rozprzestrzenienia osadów z tych okresów jest tłumaczony intensywną erozją i denudacją w przedoptimalnej części interglacjału mazowieckiego (Ruszczyńska-Szenajch 1966, Grzybowski 1972, Różycki 1972, Kwapisz 1983). **Interglacjał mazowiecki (wielki)**, zgodnie z opiniami wspomnianych autorów, był okresem, podczas którego w działalności rzek zaznaczyły się dwa okresy. W pierwszym trwającym od recesji zlodowacenia południowopolskiego do głównego optimum klimatycznego interglacjału, w dolinach rzecznych dominowała erozja wgłębna. Jednocześnie na wysoczyznach odbywał się intensywny proces usuwania pokrywy morenowej (Różycki 1973). Efektem wspomnianej erozji wgłębnej jest widoczne na przekroju geologicznym (Ryc. 10) rozcięcie utworów górnourajskich, które w przetomie Pilicy w Sulejowie sięgnęło rzędnej 150 m n.p.m.



Ryc. 10. Przekrój geologiczny przez dolinę Pilicy w Sulejowie (wg S. Krysiaka 2005)

1 – piaski, mułki i utwory organiczne terasy zalewowej; 2 – piaski i żwiry teras nadzalewowych; 3 – piaski i żwiry poziomu erozyjno-akumulacyjnego; 4 – piaski na wysoczyznach (eoliczne, rzeczne, wodnolodowcowe; 5 – gliny zwałowe; 6 – wapienie; 7 – wapienie margliste; 8 – margle; 9 – iły; 10 – wody podziemne o zwierciadle swobodnym; 11 – otwory badawcze i hydrogeologiczne (głębokość otworu w metrach)

Po optimum interglacjalnym na wysoczyznach polodowcowych nadal trwała denudacja i erozja, w okolicach Sulejowa obejmująca przede wszystkim skały podłoża mezozoicznego. Dolina Pilicy wraz z dolinami pobocznymi zaczęła wypełniać się aluwiami oraz poszerzać na skutek rozwoju procesów erozji bocznej. Ta zasadnicza zmiana w działalności rzek związana była ze zmianami klimatycznymi prowadzącymi w kierunku stopniowego ochłodzenia (Różycki 1963). Osady interglacjalu mazowieckiego pod względem rozprzestrzenienia i miąższości są ważnym poziomem stratygraficznym. Na powierzchni serie piasków i żwirów rzecznych z tego okresu występują na obu zboczach doliny Pilicy powyżej poziomu teras nadzalewowych, a także zajmują znaczny obszar po prawobrzeżnej stronie w dolnej części dorzecza Łuciąży (Brzeziński 1990). Obok piaszczysto-żwirowych osadów fluwialnych na uwagę zasługują również utwory organiczne występujące wśród osadów rzecznych. z obszaru Sulejowskiego PK pochodzi reperowy dla interglacjalu mazowieckiego profil geologiczny z Barkowic Mokrych. Znajduje się tutaj, niezwykle cenny z punktu widzenia geologii czwartorzędu i geomorfologii, wąwóz ze stromą skarpą i listwą abrazyjną, gdzie odsłaniają się gytie i czarne łupki bitumiczne z wkładkami sprasowanego torfu (Brzeziński 1990). Badania palinologiczne tych osadów pozwoliły odtworzyć sukcesję kilku okresów leśnych z optimum klimatycznego (Rühle 1952, Sobolewska 1952).

Duże rozprzestrzenienie osadów interglacjalnych występuje również na słabo urozmaiconej powierzchni między doliną Łuciąży w okolicach Łazów-Dąbrowy a bezimiennym ciekim biorącym początek w rejonie Łęczna. Spowodowane ono było prawdopodobnie szerokim rozlaniem wód wskutek ich podparcia przez nadciągający z północy lądolód zlodowacenia środkowopolskiego (zlodowacenia odry, zwanego dawniej stadiem maksymalnym)(Grzybowski 1972). Powyższa interpretacja paleogeograficzna pozwala uznać stropowe części opisywanej serii za piaski i żwiry wodnolodowcowe dolne z okresu transgresji **lądolodu odrzańskiego** (Grzybowski, Kutek 1968, Brzeziński 1992). Opisywane osady są przedstawiane łącznie i określane jako mułki, piaski, żwiry i gładziki pochodzenia rzeczno- i wodnolodowcowego (nierozdzielone). z nich zbudowany jest poziom erozyjno-akumulacyjny doliny Pilicy, a także brzeżne fragmenty powierzchni wysoczyznowych (Fot. 10).



Fot. 10 Warstwowane serie piasków i żwirów wodnolodowcowych poziomu erozyjno-akumulacyjnego odsłonięte w trakcie badań dokumentacyjnych na stanowisku Trzy Morgi w pobliżu „Małego Mostu” (ok. 10 m p.p. rzeki) (Fot. S. Krysiak 1995)

Transgresję lądolodu odrzańskiego bezpośrednio poprzedził okres sedymentacji zastoiskowej, której efektem było powstanie serii iłów warwowych, eksploatowanych w cegielni w Owczarach. Odrzańskie gliny zwałowe są zasadniczym poziomem stratygraficznym na obszarze Sulejowskiego PK i otuliny. Tworzą one jeden lub dwa poziomy o zmiennej miąższości, wynoszącej przeciętnie od 5 do 12 m. W wielu miejscach bywają one zredukowane do 1-2 m, na przykład w okolicach Niewierszyna, Kurnędza, Kamiennej Góry, Wielkopola, lub są całkowicie usunięte. Dwudzielność glin zwałowych, podkreślona serią piaszczystą, Grzybowski (1972) wiąże z możliwością akumulacji wód lodowcowych w warunkach subglacialnych lub inglacialnych, jak również nie wyklucza jej związku z oscylacjami czoła lądolodu. Tę drugą możliwość potwierdzają zlodowacenia liczne piaszczysto-żwirowo-głazowe ciągi pagórów moren czołowych licznie występujące w pasie od Skotnik przez Kolonię Starą, Dębową Górę, Grabową, Syski. Formy te można korelować z oscylacyjnym zanikiem stadiału maksymalnego zlodowacenia Odry w fazach Wieniawy i Odrzywołu (Lindner 1978, 1982, Lindner, Maruszczak, Wojtanowicz 1985, Szałamacha 1992, Sokalski 2019). Opisywane odrzańskie gliny zwałowe pokrywają niemal całą wysoczyznę polodowcową. Tę samą pozycję stratygraficzną mają piaski i żwiry wodnolodowcowe towarzyszące glinom zwałowym. Występują one w postaci cienkich pokryw spoczywających na glinach lub tworzą samodzielne serie o miąższościach dochodzących niekiedy do kilku metrów.¹

Lądolód kolejnego okresu zimnego, **zlodowacenia Warty**, w świetle opublikowanych SMGP 1:50 000, nie objął Sulejowskiego PK i jego otuliny. Zapewne już wówczas w surowych warunkach klimatycznych zainicjowana została działalność procesów peryglacialnych, przeobrażających rzeźbę z poprzedniego glacialu. Zdaniem Ruszczyńskiej (1961), a także J. Sokalskiego (2019) ze zlodowaceniem Warty związane było powstanie terasy III (nadzalewowej wyższej) Pilicy, znajdującej się 5-11 m nad dnem doliny. Odmienny pogląd na temat wieku tej terasy wyrazili Grzybowski, Kutek (1968), Grzybowski (1972), Kwapisz (1983), Wieczorek, Zabielski, Stoiński (2020), zaliczając ją do form akumulacji rzecznej zlodowacenia vistuliańskiego (Wisły).

Interglacja eemski nie pozostawił na powierzchni żadnych osadów. Rozpoczął się intensywną erozją, w wyniku której utworzony został cokół erozyjny tarasu nadzalewowego Pilicy i Czarnej, wcinający się w poziom tarasu wysokiego Prapilicy (Sokalski 2019). Okres erozji zakończył się poptymalną akumulacją serii rzecznych (Ruszczyńska 1961, Kwapisz 1983). Doliny dostosowały się w swym przebiegu do obniżień powstałych u schyłku zlodowaceń środkowopolskich. Miały one przebieg zbliżony do współczesnego, lecz miały większą szerokość. Tendencje aggradacyjne den dolinnych związane z podnoszeniem bazy erozyjnej były kontynuowane podczas ostatniego okresu zimnego – **zlodowacenia Wisły**. Powstała wówczas terasa nadzalewowa niższa, bardzo wyraźnie zaznaczona w rzeźbie doliny Pilicy. Terasę nadzalewową wyższą (według niektórych uważaną za warciańską), łagodnie nachyloną ku osi doliny Pilicy, budują piaski średnio- i drobnodziarniste z domieszką warstw drobnych żwirów oraz wkładkami mułków (Fot. 11). W piaskach dominują ziarna kwarcowe z niewielką domieszką ziaren skaleni, w żwirach przeważa materiał pochodzenia północnego (Grzybowski, Kutek 1968). Miąższość utworów tej terasy dochodzi do 20 m, a jej powierzchnia znajduje się na wysokości

¹ Badania TL na terenie Wyżyny Przedborskiej i Równiny Piotrkowskiej wykazały, że utwory wysoczyznowe powstały między 130 a 145 tys. lat BP (Wachecka-Kotkowska, Olszak 2009). Datowania sugerowałyby, że osady te utworzyły się w czasie zlodowacenia Warty (Wachecka-Kotkowska, Olszak, 2009). Według Wacheckiej-Kotkowskiej (2015) należałoby przesunąć linię zasięgu lądolodu tego zlodowacenia daleko na południe, aż do linii Kamieńsk-Kodrąb-Przedbórz. Jak zauważa J. Sokalski (2019) przy takim przesunięciu geneza osadów i form glacialnych pozostałaby niezmieniona. Korekcie uległoby jedynie rozmieszczenie zjawisk w czasie i nazewnictwo, według którego faza recesyjna pomaksymalna Odrzywołu zlodowacenia Odry byłaby zastąpiona fazą recesyjną lądolodu zlodowacenia Warty.

od 4 do 8 m powyżej średniego poziomu rzeki. Pomiędzy terasą nadzalewową wyższą a terasą nadzalewową niższą w wielu miejscach występują krawędzie, natomiast w kierunku wysoczyzn powierzchnia opisywanej terasy łagodnie wznosi się, przechodząc w wodnolodowcowy, piaszczysto-żwirowy poziom erozyjno-akumulacyjny (Krysiak 1999).



Fot. 11 Ignaców. Piaski i żwiry rzeczne terasy nadzalewowej wyższej (w części stropowej z udziałem frakcji pyłowej dochodzącej do 10% (Fot. S. Krysiak 1995)

Terasę nadzalewową niższą (vistuliańską) tworzą serie piasków średnio- i gruboziarnistych z domieszką drobnych żwirów oraz wkładkami mułków (Fot. 12 i 13). Ich miąższość w dolinie Pilicy dochodzi do 8 metrów. Powierzchnia stropowa tej terasy znajduje się na wysokości od 2 do 4 metrów powyżej średniego poziomu rzeki (Kwapisz 1983).



Fot. 12 Łęg Majkowski. Piaski i żwiry rzeczne terasy nadzalewowej niższej (Fot. S. Krysiak 1995)

Fot. 13 Justynów. Krajobraz rolniczo-leśny terasy nadzalewowej niższej (Fot. S. Krysiak 2023)

Cechą charakterystyczną dla poziomu terasy nadzalewowej niższej są liczne koryta dawnego odpływu roztokowego, szczególnie widoczne po stronie lewobrzeżnej między Majkowicami a Placówkami (Krysiak 1999). W ich budowie dominują piaski drobnoziarniste z mumi przechodzącymi w stropie

w czarne mułki ilaste z dużą zawartością detrytus roślinnego lub słabo rozłożonego torfu (Marosik 1984) (Fot. 14 i 15).



Fot. 14 Łęg. Ręczyński. Utwory występujące w vistuliańskim korycie roztokowym przy niskim poziomie wód gruntowych w trakcie okresu letniego (Fot. S.Krysiak 1996)

Fot. 15 Łęg Ręczyński. Koryto dawnego odpływu roztokowego na powierzchni terasy nadzalewowej niższej podczas wczesnowiosennych wysokich stanów wód gruntowych (Fot. S.Krysiak 1996)

W okresie zlodowacenia Wisły obszar Sulejowskiego Parku Krajobrazowego znajdował się w strefie peryglacjalnej na przedpolu lądolodu. Procesy zachodzące w tej strefie odegrały istotną rolę w akumulacji nowych osadów oraz przekształcaniu rzeźby glacialnej. Jak zauważa J. Goździk (1998), ówczesna denudacja powodowała wyrównywanie obszarów wysoczyznowych przez niszczenie terenów wyniesionych i zasypywanie obniż, zwłaszcza zagłębień bezodpływowych. Warunki peryglacjalne pełnego i późnego vistulianu, obok współudziału w kształtowaniu form dolinnych, umożliwiły rozwój swoistego zespołu procesów, struktur oraz osadów właściwych tej dziedzinie morfogenetycznej. Przede wszystkim był to czas intensywnego wietrzenia mrozowego, tworzenia struktur szczelinowych kontrakcji termicznej, deformacji inwolucyjnych oraz powszechnie występujących poziomów kamienisto-żwirowych (Goździk 1973). Szczególna rola przypada warstwie kamienisto-żwirowej, której uformowanie przypada na schyłkowy plenivistulian (Goździk 1980). Cechą wyróżniającą jest jej szerokie występowanie obejmujące wysoczyzny, stoki, terasy nadzalewowe, dna małych dolin i zagłębienia bezodpływowe. W różnych sytuacjach morfologicznych może mieć charakter utworu autochtonicznego lub allochtonicznego (Dylik 1967, Goździk 1973, 1980). Warstwa ta jest ważnym poziomem straty-graficznym o skali regionalnej rozdzielającym niżej leżące, zróżnicowane litologicznie, genetycznie i wiekowo serie plejstoceny od peryglacjalnych, późnovistuliańskich piasków i pyłów pokrywowych (Krysiak 1999) (Fot. 16 i 17).



Fot. 16 Utwory wypełniające początkowy fragment suchej doliny w okolicach Baraku (poziom bruku kamienistego z głazami do 25 cm oddzielający piaski i żwiry lodowcowe od peryglacialnej pokrywy zbudowanej z piasku pylastego) (Fot. S.Krysiak 1996)

Fot. 17 Środkowy odcinek suchej doliny proglacialnej w okolicach Baraku (Fot. S. Krysiak 1997)

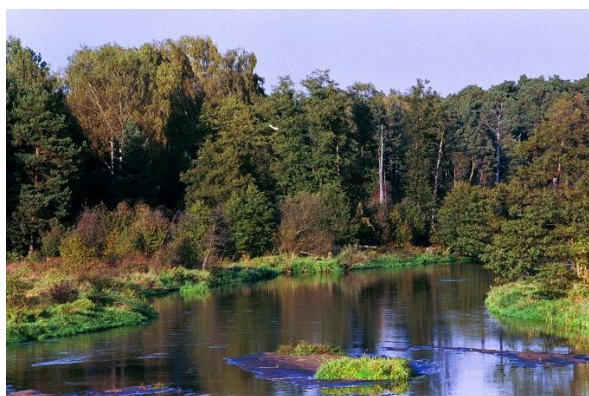
W schyłkowym okresie zlodowacenia Wisły znacznie nasiliły się procesy eoliczne, które doprowadziły do utworzenia licznych pagórów wydmy i pól piasków przewianych o charakterze pokryw tarczowych. Zdaniem J. Goździka (1991) jeden z największych „strumieni piasków eolicznych” w Polsce przecinał obszar Sulejowskiego PK. Łagodnie kotlinowate obniżenie doliny Pilicy i przyległych terenów wysoczyznowych sprzyjało akumulacji tych piasków na powierzchniach zdenudowanej moreny dennej, u podnóża stoków pasm ostańcowych i wyższych poziomach terasowych (Fot. 18 i 19).



Fot. 18 Drobn- i średnioziarniste piaski eoliczne budujące część szczytową wydmy w Kalinkach (Fot. S. Krysiak 1996)

Fot. 19 Krajobraz wydmy w rejonie drogi do Wielkopola (Fot. S. Krysiak 2025)

W **holocenie** w miarę postępującego ocieplenia i rozwoju zwartej szaty roślinnej, z rzeki roztokowej o gwałtownym reżimie dynamicznym, o szerokim, pełnym głębi, mielizn i wysp korycie, z rzeki o znacznych sezonowych wahaniach stanów wody i dużym udziałem rumowiska wlezonego, Pilica stawała się rzeką meandrującą, z przepływem bardziej wyrównanym oraz tendencją do pogłębiania doliny (Marosik 1984). Współczesną terasę zalewową Pilicy tworzą obszary z licznymi śladami małych meandrów holocenijskich, jak również odsypy przykorytowe rzeki współcześnie dziczejacej. Obecną aggradację dna doliny Pilicy i nawrót do dzikiego rozwinięcia koryta można prześledzić na odcinku między ujściem Ojrzanki a Sulejowem, gdzie koryto jest szerokie i płytkie, pełne mielizn i wysp. Tendencję do dziczenia współczesnego koryta Pilicy jako pierwszy sygnalizował E. Falkowski (1971), fakt ten potwierdził A. Szumański (1983), a także P. Marosik (1984), który analizując dolinę Pilicy poniżej Przedborza dokonał wydzielenia współczesnych odsypów piaszczystych charakterystycznych dla rzeki roztokowej lub zbliżonej do roztokowej (Fot. 20 i 21). Postępujący proces dziczenia rzeki według E. Falkowskiego (1971) należy wiązać z odlesieniem dorzecza w czasach historycznych, a szczególnie z nasileniem trzebieży lasów w ostatnich stuleciach. W opinii L. Starkla (1988) wzrost ilości transportowanego rumowiska wlezonego był ponadto spowodowany wzrostem ilości opadów w tzw. małej epoce lodowej w XVII i XVIII wieku oraz intensywnym użytkowaniem rolniczym, a zwłaszcza rozszerzeniem areалу upraw okopowych, przyspieszających spływ powierzchniowy wody i erozję gleb.



Fot. 20 Wyspy i mielizny w korycie Pilicy w rejonie Trzech Móg (Fot. S. Krysiak 2009)



Fot. 21 Roztokowe rozwinięcie koryta Pilicy z szeregiem wysp opanowanych przez roślinność na południe od mostu w Sulejowie (Fot. S. Krysiak 2006)

Zagadnienie zmian układu koryt rzecznych, obok aspektu paleogeograficznego ma wymiar użytkowy. Tłumaczy ono zróżnicowanie charakteru siedlisk oraz przydatność rolniczą poszczególnych fragmentów den dolinnych. Litologia utworów powierzchniowych spotykanych na terasach zalewowych wynika z dynamiki środowisk sedymentacyjnych w różnych częściach doliny oraz reżimu wilgotnościowego, w których odbywa się depozycja osadów, bądź sedimentacja materiału organicznego. W przypadku dolin większych rzek, w miejscach gdzie terasa zalewowa ma większą, kilkusetmetrową szerokość, w bezpośrednim sąsiedztwie rzeki często spotykamy gruboziarniste, piaszczysto-żwirowe odsypy przykorytowe. Tworzą się one, gdy podczas wysokich stanów powodziowych wody rzeczne wylewają się z koryta na równinę zalewową. W strefie brzegowej następuje wówczas gwałtowne załamanie prędkości płynięcia wód i akumulacja grubszych aluwów, odznaczających się dobrą przepuszczalnością (Fot. 22). Następstwem depozycji materiału gruboziarnistego jest suchość siedlisk, ich niewielka troficzność oraz znikoma przydatność rolnicza. Stropowe części odsypów przykorytowych pozostają bardzo często poza zasięgiem podsiąku kapilarnego wód aluwialnych, czego ilustracją jest fotografia opisywanych osadów zrobiona od strony rzeki (Fot. 23).



Fot. 22 Łęg Ręczyński. Piaszczysto-żwirowe osady odsypu przykorytowego (Fot. S. Krysiak 2012)

Fot. 23 Łęg Ręczyński. Ciemniejszy odcień materiału piaszczystego pozostającego w strefie podsiąku kapilarnego wód aluwialnych (Fot. S. Krysiak 2012)

Rozległe fragmenty nadpilicznych den dolinnych budują mady lekkie złożone z piasków średnio- i gruboziarnistych z licznymi przewarstwieniami mułków piaszczysto-ilastych (Fot. 24). Postępujące od wielu lat obniżanie się stanów wód aluwialnych i zmniejszanie przepływów Pilicy sprawia, że coraz częściej obserwowane okresowe nadmierne przesuszenie opisywanych siedlisk (Fot. 25).



Fot. 24 Majkowie. Piaski i mułki rzeczne terasy zalewowej (mada lekka) (Fot. S. Krysiak 1996)

Fot. 25 Majkowie. Krajobraz zarastającej terasy zalewowej Pilicy (Fot. S. Krysiak 2012)

Większe uwilgotnienie siedlisk terasy zalewowej jest charakterystyczne dla miejsc położonych dalej od koryta rzecznego, w bezpośrednim sąsiedztwie z podstawą terasy nadzalewowej niższej. Hydrogeniczość tych siedlisk, wyrażona obecnością utworów mułowo-torfowych, jest przede wszystkim kształtowana przez okresowe płytkie występowanie wód gruntowych, zazwyczaj podczas wczesno-wiosennych roztopów oraz sporadycznie przez wody powodziowe (Fot. 26). Do bardziej wilgotnych miejsc należą także obniżenia w miejscach zarośniętych starorzeczy (Fot. 27).



Fot. 26 Łęg Majkowski. Wilgotne fragmenty terasy zalewowej w sąsiedztwie z terasą nadzalewową niższą (Fot. S. Krysiak 2006)

Fot. 27 Kresy. Piaski, mułki rzeczne i osady organiczne w starorzeczu na terasie zalewowej (Fot. S. Krysiak 1996)

Terasy zalewowe mniejszych cieków wykazują duże zróżnicowanie pod względem litologicznym. Budują je holoceneskie piaski z domieszką części organicznych i frakcji pylastych. W przypadku większej zawartości części organicznych i spławialnych mogą przybierać postać piasków humusowych, namułów torfiastych lub mad. z holocenem związana jest również akumulacja mineralno-organiczna na wysoczyznowych i dolinnych siedliskach hydrogenicznych i semihydrogenicznych. Terenami tymi są zagłębienia deflacyjne, misy wytopiskowe po martwym lodzie (Fot. 28 i 29), doliny nieckowate, niektóre powierzchnie stokowe z zasilaniem w strefach drenażu poziomów wodonośnych oraz równiny zbudowane z torfów i namułów torfiastych.



Fot. 28 Ręčno. Utwory mineralno-organiczne misy wytopiskowej (Fot. S. Krysiak 1996)

Fot. 29 Ręčno. Misa wytopiskowa z semihydrogenicznymi siedliskami łąkowo-pastwiskowymi otoczona żyznymi gruntami ornymi wytworzonymi z peryglacialnych pyłów na glinach zwałowych (Fot. S. Krysiak 1996)

Z holoceniską akumulacją w warunkach stałego lub okresowego nadmiaru wody, wiąże się również powstanie torfowisk. W granicach Sulejowskiego PK i otuliny na mapach geologicznych wyróżniono osiem niewielkich powierzchni występowania torfów. W północnej części opisywanego obszaru znajdują się trzy płyty torfów na piaskach – w sąsiedztwie bezimiennego cieku w okolicach Woli Wiaderno oraz w dwóch zagłębieniach deflacyjnych wśród wydym na wschód od Miłoszówka. Jedno z tych śródwymowych torfowisk jest objęte ochroną w Rezerwacie Czarny Ług. Niewielką równinę torfową spotkamy w obszarze źródłiskowym bezimiennego cieku w okolicach Kolonii Tomawy. Interesujące położenie mają trzy torfowiska znajdujące się na poziomie terasy nadzalewowej niższej Pilicy, alimentowane wodami spływającymi z przyległych obszarów wysoczyznowych. Pierwsze z nich położone w okolicach Paskrzyna, odwadniane przez system rowów melioracyjnych, pozostaje w częściowo zanikającym użytkowaniu łąkowo-pastwiskowym (Fot. 30). W jego zasilaniu uczestniczą wody podziemne spływające od strony pasma Czarторы, które po trudno przepuszczalnych łach kimerydu i portlandu przykrytych serią peryglacialnych piasków i pyłów, przemieszczają się w stronę doliny Pilicy (Krysiak, Tołoczko 2004). Drugie zmeliorowane torfowisko, zasilane wodami podziemnymi od strony wysoczyzny morenowej, znajduje się na wschód od Majkowic. Obecnie obserwuje się powolny zanik jego użytkowania rolniczego i postępujące zarastanie. Trzecie z torfowisk zwane Czarnym Lasem, położone jest w prawobrzeżnej części doliny Pilicy na wschód od Justynowa (Fot. 31). Zasilane jest ono przez wody podziemne spływające z wysoczyzn morenowych okolic Reczkowa Nowego, Wólki Skotnickiej, Starej. Wody te uwiadcniają się w Czarnym Lesie, odciętym wyraźną kilkumetrową krawędzią od suchszych siedlisk borowych terasy nadzalewowej wyższej. Ostatnie, ósme torfowisko opisywanego obszaru, znajduje się w dolinie Jaworki na południe od Zbytówic. Przebieg wspomnianej doliny nawiązuje do obniżenia pokrywającego się ze wschodnim fragmentem rowu Kleszczowa (Fot. 32).



Fot. 30 Paskrzyn-Placówka. Zmeliorowane torfowisko z zanikającym użytkowaniem łąkowo-pastwiskowym (Fot. S. Krysiak 2018)

Fot. 31 Justynów. Torfowisko Czarny Las (Fot. S. Krysiak 2023)



Fot. 32 Torfowisko w dolinie Jaworki na południe od Zbyłowic (Fot. S. Krysiak 2025)

3.1.2. Eksploatacja surowców mineralnych

Zgodnie z oficjalnym dokumentem Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego *Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce według stanu na 31 XII 2024 (2025)* można stwierdzić, że obszar Sulejowskiego PK jest terenem, gdzie obecnie nie jest prowadzona eksploatacja surowców mineralnych. Na powierzchni zajętej przez otulinę, występuje wydobycie kopalin. Powyższa sytuacja poniekąd wynika z faktu, że w momencie tworzenia Parku i otuliny tak poprowadzono ich granice, aby ominąć tereny eksploatacyjne, co jest szczególnie widoczne w przypadku Kopalni Piasku „Biała Góra”. Wśród surowców mineralnych, które w istotny sposób wpłynęły na rozwój gospodarczy regionu i przemiany krajobrazu, wymienić należy eksploatację utworów węglanowych jury górnej w rejonie Sulejowa oraz piasków szklarskich i formierskich w rejonie tomaszowskim. Lokalne przekształcenia obserwujemy w rejonie dawnej eksploatacji piaskowców kredowych pasma Czarтории oraz w kilku miejscach eksploatacji piasków i żwirów czwartorzędowych.

Elementem ożywiającym gospodarkę Sulejowa przez dziesiątki lat była produkcja wapna, znanego i sprzedawanego niemal w całym kraju. Początkowo prowadzona sposobem rzemieślniczym w prymitywnych piecach ziemnych, a od drugiej połowy XIX wieku również w piecach przemysłowych opalanych węglem. Ostatni funkcjonujący w tej branży „Zakład Przemysłu Wapienniczego w Sulejowie” w roku 2002 ogłosił upadłość. Właścicielem działki po byłych zakładach jest Kopalnia Wapieni Sulejów Sp. z O.O. sprzedająca kruszywa mineralne łamane, służące do stabilizacji gruntów, stosowane pod budowę dróg oraz do utwardzania placów, a także piaski i żwiry występujące w nadkładzie złoża wapieni (Fot. 33 i 34). W *Bilansie zasobów...* (2025) w części dotyczącej wapieni i margli dla przemysłu cementowego i wapienniczego jest wymieniony „**Sulejów I**” (kod złoża w systemie Midas WC 1861) jako złożo o zasobach rozpoznanych szczegółowo. Jego zasoby bilansowe poza filarami w kategorii C₁ wynoszą 182 655,00 tys. t, lecz nie są eksploatowane. Ponadto w systemie MIDAS na mapie złóż w rejonie Kurnędz - Sulejów wyróżniono jeszcze złożo „**Sulejów**” (kod złoża WW 1938), w którym rozpoczęto eksploatację 01.01.1920 r. a zakończono 31.12.2005 r. Jego zasoby bilansowe poza filarami w kat. A+B wynoszą 3 046,03 tys. t, natomiast pozabilansowe poza filarami: w kat. A+B: 5 711, 32, C₁: 11 736,57, C₂: 5 224,65 tys. t. w południowo-wschodniej, prawobrzeżnej, części Sulejowa, częściowo

w granicach Sulejowskiego PK jest udokumentowane, lecz nieużytkowane złożo „**Sulejów II**” (WW 1937). Jego zasoby bilansowe poza filarami w kat. A+B wynoszą 14 012 tys. t, C₁: 14 362, C₂: 23 012 tys. t, natomiast zasoby pozabilansowe poza filarami w kat. A+B: 711, C₁: 7 188, C₂: 8 432 tys. t.



Fot. 33 Złożo „Sulejów I” eksploatacja wapieni znajdujących się bezpośrednio pod utworami czwartorzędowego nadkładu (Fot. S. Krysiak 2025)

Fot. 34 Złożo „Sulejów I”. Piaski i żwiry czwartorzędowe występujące w nadkładzie wapieni (Fot. S. Krysiak 2025)

Z wydobyciem piasków szklarskich niecki tomaszowskiej wiążą się głębokie zmiany w fizjonomii nadpilicznego krajobrazu. Działalność górnicza w rejonie Nagórzyc, od XVIII do początku XX wieku, pozostawiła ślady w postaci podziemnych wyrobisk zwanych „Grotami Nagórzyckimi”, będących dziś pomnikiem przyrody nieożywionej. Od 1922 roku rozpoczęła wydobywanie pierwsza zorganizowana na skalę przemysłową kopalnia odkrywkowa piasków kwarcowych na wschodnim brzegu Pilicy w rejonie Białej Góry. Później obserwujemy stopniową eksplorację kolejnych pól górniczych w rejonie Białej Góry, Unewelu, Grudzeń-Lesie, Zajączkach. Wymienione miejsca eksploatacji, choć pozostają poza granicami otuliny, są widoczne dla osób korzystających z dróg dojazdowych do Sulejowskiego PK. W *Bilansie zasobów...* (2025) w części dotyczącej surowców szklarskich i piasków formierskich wymieniane są złoża: „Góry Trzebiatowskie” położone w granicach Parku i otuliny oraz „Zajączków” w jego otulinie. Złożo „**Góry Trzebiatowskie**” (PS 1232) posiada zasoby bilansowe poza filarami w kat. C₂ w ilości 22 297 tys. t. w złożu „**Zajączków**” (PS 1238) udokumentowano występowanie surowców szklarskich oraz piasków czystych kwarcowych z kredy dolnej - albu. Surowce szklarskie posiadają zasoby bilansowe poza filarami w kat. C₂ wynoszące 139 532 tys. t, w filarach 11 542, pozabilansowe poza filarami w kat. C₂: 33 261 tys. t. Piasek kwarcowy czysty występuje w zasobach bilansowych poza filarami w kat. C₂ w ilości 82 824, w filarach 4 650 tys. t. Na arkuszach Mapy Geośrodowiskowej 1:50 000 arkusz Sulejów i Sławno cały obszar synkliny tomaszowskiej w trójkącie Biała Góra - Rezerwat Gaik – Sławno jest zaznaczony jako obszar perspektywiczny występowania piasków kwarcowych.

W ośmiu miejscach na obszarze otuliny Sulejowskiego PK udokumentowane są złoża piasków czwartorzędowych. W największym z nich, złożu „**Mierzyn**” (PS 1232) eksploatowane są wydmy piaski kwarcowe do produkcji betonów komórkowych (Fot. 35 i 36). Zasoby bilansowe tego złoża poza filarami wynoszą w kat. A+B: 20,83, C₁: 1 132,14, C₂: 590,20 tys. t. Zasoby przemysłowe poza filarami w kat. A+B: 20,83, C₁: 325,14 tys. t. w złożu „**Łęczno I**” (KN 15889), gdzie występują piaski i żwiry, zasoby bilansowe poza filarami w kat. C₁ wynoszą 159,01 tys. t, lecz nie są eksploatowane; w złożu „**Łęczno II**” (KN 16541) zasoby bilansowe w kat. C₁ poza filarami kształtują się na poziomie 76,48 tys. t, przemysłowe 61,62, zaś eksploatacja wynosi 4 tys. t (Fot. 37). Piaski i żwiry są udokumentowane i eksploatowane ze złoża „**Bilska Wola**” (KN 11923)(Fot. 38), gdzie rozpoznane zasoby bilansowe poza filarami w kat. C₁ wynoszą 220,69 tys. t oraz „Bilska Wola I” (KN 16589), gdzie udokumentowano zasoby bilansowe poza filarami w kat. C₁ w ilości 275,77 tys. t. Lokalne znaczenie posiadają złoża piasków i żwirów „**Paskrzyn**” (KN 18590)(Fot. 39 i 40) o zasobach bilansowych poza filarami w kat. C₁:

63,66 i wydobyć 4 tys. t; nieeksploatowane złoża „Paskrzyn I” (KN 21454), rozpoznane w kat. C₁, z zasobami bilansowymi poza filarami na poziomie 38,08 tys. t oraz złoża piasków „Stobnica” (KN 18777) o zasobach bilansowych poza filarami w kat. C₁ w ilości 94,67 tys. t (Fot. 41).



Fot. 35 Złoże piasków kwarcowych „Mierzyn”. Tekstura piasków eolicznych eksploatowanej ściany (Fot. S. Krysiak 2025)

Fot. 36 Widok kopalni Mierzyn. Jedyna piaskownia, gdzie wyeksploatowane fragmenty złoża są sukcesywnie rekultywowane w kierunku leśnym (Fot. S. Krysiak 2025)



Fot. 37 Kopalnia piasków i żwirów „Łęczno II” (Fot. S. Krysiak 2025)

Fot. 38 Kopalnia piasków i żwirów „Bilska Wola” (Fot. S. Krysiak 2025)



Fot. 39 Złoże „Paskrzyn” w 2021 roku gdy była jeszcze prowadzone wydobyć piasków i żwirów (Fot. S. Krysiak 2021)

Fot. 40 Złoże „Paskrzyn” w 2025 po zaniechaniu eksploatacji (Fot. S. Krysiak 2025)



Fot. 41 Złoże piasków „Stobnica” na zachodnich krańcach Kamiennej Góry. Żółte, luźne piaski wydymowe spoczywają na zbitych, śnieżnobiałych, drobnoziarnistych piaskach, należących do albu środkowego i górnego (kreda dolna) (Fot. S. Krysiak 2025)

W przeszłości przedmiotem intensywnej eksploatacji były piaskowce dolnej kredy, stratygraficznie należące do albu, budujące szczytową część pasma Czarторыi. Występujący tu surowiec, należący do grupy kamieni łamanych i blocznych, był udokumentowany w złożu „Czartoria” (KD 5237) (Fot. 42 i 43). Według stanu na 05.10 1988 r. jego zasoby bilansowe poza filarami w kat. C₁ wynosiły 4 271,00 tys. t. Obecnie tereny dawnego kamieniołomu są obszarem zajęтым przez las.



Fot. 42 Góra Czarторыja. Nieeksploatowany kamieniołom piaskowców kredowych w 2009 roku (Fot. S. Krysiak 2009)

Fot. 43 Góra Czarторыja. Nieeksploatowany kamieniołom piaskowców kredowych w 2025 roku (Fot. S. Krysiak 2025)

W rejonie Prucheńska Dużego, przy granicy z Sulejowskim PK, dla potrzeb ZCB OW CZARY wykorzystywane były złoża surowców ilastych ceramiki budowlanej „Owczary I” (IB 6403) i „Owczary II” (IB 7136), w których zakończono eksploatację i zostały skreślone z listy zasobów M. Obecnie ta jedna z najnowocześniejszych cegielni w środkowej Polsce korzysta z surowca dowożonego ze złoża „Wyszyna Rudzka” położonego w gminie Ruda Maleniecka. Surowcem tym są iły triasu górnego-kajpru, pozwalające na produkcję szerokiego asortymentu pustaków ceramicznych znanych pod nazwą TERMOton. W przeszłości do lokalnego wyrobu cegieł wykorzystywane były gliny zwałowe, a dokładnie ich stropowa część odwapniona do głębokości od 2 do 2,5 m. Glinę formowano w cegły, suszono na polach w prymitywnych wiatach krytych słomą, a następnie wypalano w dołach ziemnych.

Taka forma wyrobu cegieł między innymi spotykana była w okolicach Dęby. Archiwalne zdjęcie dokumentujące wspomnianą formę wyrobu cegieł dokumentuje Fot. 44.



Fot. 44 Dęba. Wierzchnie serie glin zwałowych wykorzystywane w przeszłości do polowego wyrobu cegieł. Fotografia wykonana w okresie wczesnowiosennych wysokich stanów wód wierzchówkowych (Fot. S. Krysiak maj 1993)

3.1.3. Ocena stanu ochrony i przekształceń zasobów geologicznych, ze szczególnym uwzględnieniem ostatniego 20-lecia

Szczegółowa analiza terenów Sulejowskiego PK i jego otuliny pozwala dostrzec wiele miejsc, gdzie można mieć szereg zastrzeżeń odnoszących się do stanu ochrony i zagrożeń zasobów geologicznych. Obszarami szczególnie wrażliwymi są miejsca, gdzie na skutek eksploatacji jest ułatwiona możliwość przenikania do wód gruntowych zanieczyszczeń z ognisk obszarowych i punktowych. Powyższa uwaga odnosi się do litych skał litych szczelinowo-krasowych, szczelinowo-porowych, a także luźnych utworów porowatych o dużych zdolnościach infiltracyjnych. W licznych przypadkach tereny poeksploatacyjne nie podlegają rekultywacji, stając się miejscami wykorzystywanymi do pozbywania się śmieci.

Skrajnym przykładem braku zrozumienia zagrożeń wynikających ze składowania odpadów była lokalizacja gminnego wysypiska śmieci na południowo-wschodnich obrzeżach Sulejowa, w miejscu gdzie rozpoczyna się przełomowy odcinek doliny Pilicy. W tym rejonie miasta, rzeźba terenu została silnie przekształcona przez chaotyczną eksploatację wapieni w okresie międzywojennym. Na powierzchni tej, która w istocie stanowiła nieużytki poeksploatacyjne, był składowany gruz (Fot. 45) oraz do niedawna funkcjonowało wysypisko śmieci (Fot. 46). Położenie miejsca składowania odpadów w odległości około 300 m od koryta Pilicy należy uznać za szczególnie niefortunne z uwagi na przepuszczalny charakter podłoża węglanowego oraz przepływ wód podziemnych drenowanych przez rzekę z przyległych terenów wysoczyznowych. Dodatkowo wysypisko to stanowiło dużą uciążliwość dla mieszkańców pobliskiej zabudowy osiedlowej z uwagi na plagę szczurów i karaluchów. Obecnie po

przeprowadzeniu prac rekultywacyjnych powierzchnia, gdzie składowano odpady jest przykryta gruntem, stopniowo kolonizowanym przez roślinność ruderalną (Fot. 47).



Fot. 45 Sulejów. Obszar składowania odpadów na obszarach poeksploatacyjnych w pobliżu zabudowy osiedlowej (Fot. S. Krysiak 2007)

Fot. 46 Sulejów. Gminne wysypisko śmieci (Fot. S. Krysiak 2007)



Fot. 47 Tereny zrehabilitowanego wysypiska (Fot. S. Krysiak)

Miejscami depozycji odpadów są wszelkie wyrobiska górnicze – kamieniołomy, piaskownie, żwirownie i glinianki, również te położone na terenach należących do lasów państwowych i prywatnych (Fot. 48-50). Proceder pozbywania się śmieci jest często widoczny na poboczach dróg, zwłaszcza na odcinkach prowadzących przez obszary leśne.



Fot. 48 Góra Czartoria. Wysypisko śmieci na terenie nieeksploatowanego kamieniołomu piaskowców kredowych (lasy Nadleśnictwa Piotrków Tryb.) (Fot. S. Krysiak 2009)

Fot. 49 Góra Czartoria. Wysypisko śmieci na terenie nieeksploatowanego kamieniołomu piaskowców kredowych (lasy Nadleśnictwa Piotrków Tryb.) (Fot. S. Krysiak 2025)



Fot. 50 Kurnędz. Zaśmiecone brzegi malowniczego zbiornika wodnego w nieczynnym kamieniołomie wapieni (Fot. S. Krysiak 2025)

3.2. Rzeźba terenu

3.2.1. Charakterystyka rzeźby terenu

Obszar Sulejowskiego PK i jego otulina znajdują się w strefie przejściowej od rzeźby typowej dla Niżu Polskiego do rzeźby noszącej elementy ukształtowania pasa wyżyn Polski Południowej. Ukształtowanie powierzchni wykazuje związek zarówno z elementami strukturalnymi podłoża mezozoicznego, jak też z formami powstałymi podczas czwartorzędowych etapów rozwoju paleogeograficznego. Opisywany obszar znajduje się na pograniczu dwóch podprovincji fizycznogeograficznych: Nizin Środkowopolskich (318), będących częścią prowincji Niżu Środkowoeuropejskiego (31) oraz podprovincji Wyżyny Małopolskiej (342), wchodzącej w skład Wyżyn Polskich (34). Ta, wysokiej rangi, granica dzieli analizowany teren na dwie części – niżową, należącą do makroregionu Wzniesień Południowomazowieckich (318.8) oraz wyżynną przypisaną do makroregionu Wyżyny Przedborskiej (342.1). Część niżowa, obejmująca północno-zachodnią i zachodnią opisywanego obszaru, sięgająca po okolice Stobnicy, należy do niżowego mezoregionu Równiny Piotrkowskiej (318.84) oraz fragmenty otuliny położone na północ od zapory w Smardzewicach do mezoregionu Doliny Białobrzesckiej (318.85). W części wyżynnej, tereny na wschód od doliny Pilicy są przypisane do mezoregionu Wzgórz Opoczyńskich (342.12), natomiast rubieże południowo-zachodnie do Wzgórz Radomszczańskich (342.11).

Na obszarze Sulejowskiego PK i otuliny kulminacje terenu związane są z występowaniem bardziej odpornych na niszczenie piaskowców albu i cenomanu. z piaskowców albu zbudowana jest szczytowa powierzchnia Bąkowej Góry (około 280 m n.p.m.)(Fot. 51), z piaskowców cenomanu i albu pasmo

wzgórz kredowych między Stobnicą a Ręcznem z kulminacją na Czartorii (około 267 m n.p.m.) (Fot. 52). W przeszłości intensywna eksploatacja piaskowców w kamieniołomie na Czartorii spowodowała, obniżenie powierzchni szczytowej tej kulminacji, dobrze widoczne w krajobrazie pasma oglądanego od strony Łek Szlacheckich.



Fot. 51 Widok na Bąkową Górę z rejonu Kobylej Góry (Fot. S. Krysiak 2008)



Fot. 52 Widok na zalesione pasmo Czartorii z rejonu Kobylej Góry (Fot. S. Krysiak 2008)

Wraz z biegiem Pilicy i ogólnym nachyleniem powierzchni ku północy zmieniają się rzędne położenia powierzchni szczytowych obszarów wysoczyznowych. W części południowej Sulejowskiego PK i otuliny znajdują się one na wysokości od 195 do 235 m n.p.m. Położenie wyższe mają fragmenty wysoczyzn znajdujące się w sąsiedztwie wyniesionych struktur podłoża mezozoicznego, niżej leżą obszary wysoczyznowe przylegające do doliny Pilicy. W centralnej części opisywanego obszaru w okolicach Sulejowa powierzchnie szczytowe wysoczyzn morenowych, często bezpośrednio podścielone wapieniami górnajurajskimi, położone są na wysokości od 190 do 205 m n.p.m. w części północnej Parku dla wysoczyzn charakterystyczne są wysokości od 160 do 190 m n.p.m. Wyjątek stanowi, mająca kształt łuku, kuesta synkliny tomaszowskiej zbudowana z odpornych piaskowców kredy. Przebiega ona od Nagórzyc przez Unewel, Grudzeń Las, Wygnanów, Radonię, Zajączków po Góry Trzebiatowskie, gdzie przeciętne wysokości kształtują się na poziomie od 215 do 240 m n.p.m. Maksymalne wysokości rzędu 269 m n.p.m. kuesta ta osiąga kilka kilometrów na wschód od otuliny Parku w rejonie Sławieńskich Wzgórz. Równinny lub lekko falisty charakter rzeźby wysoczyzn jest lokalnie urozmaicony przez pola piasków eolicznych uformowanych w wydmy. Największe nagromadzenie form tego typu znajdziemy pomiędzy Wielkopolem a Paskrzynem-Podolem, w rejonie Salkowszczyzny, Adelinowa, Karolinowa i Podlubienia, gdzie deniwelacje osiągają wielkość dochodzącą do 12 m. Podobnie w obrazie hipsometrycznym zaznaczają swoją obecność wzgórza i pagóry akumulacyjne zaliczane do moren czołowych (Grzybowski, Kutek 1966, Kwapisz 1981, Szałamacha 1989, Sokalski 2017), których rzędne przekraczają 230-250 m n.p.m. Innymi elementami urozmaicającymi rzeźbę obszarów wysoczyznowych są wszelkiego rodzaju formy wytopiskowe, denudacyjno-erozyjne i deflacyjne. Wśród nich wymienić należy misy wytopiskowe, doliny wód glacyfluwialnych, doliny nieckowate i płaskodenne, niecki denudacyjne, zagłębienia deflacyjne, a także doliny poboczne Pilicy. Wśród nich wymienić należy prawobrzeżne: dolinę Ojrzanki, bezimienny ciek uchodzący w pobliżu Szarbska, dolinę Czarnej i Radońkę (Fot. 53), a także lewobrzeżne: dolinę Jaworki, Stobianki (Fot. 54) i Łuciąży (Fot. 55).



Fot. 53 Widok na głęboko wciętą dolinę Radońki na południe od Owczarów (Fot. S. Krysiak 2018)



Fot. 54 Prawobrzeżna strona dna doliny Stobianki w Stobnicy (Fot. S. Krysiak 2003)



Fot. 55 Podcięcie erozyjne terasy nadzalewowej niższej Luciąży w okolicach Przygłowa (Fot. S. Krysiak 2009)

Główną formą wklęsłą, a zarazem osią morfologiczną Sulejowskiego PK i jego otuliny jest południkowo przebiegająca dolina Pilicy. Dolina ta jest nie tylko strefą drenażu dla sieci dolinnej opisywanego obszaru, ale także istotnym czynnikiem, który wpłynął na cechy rzeźby przyległych obszarów wysoczyznowych. W obrębie opracowania dno doliny Pilicy obniża się od wysokości od 188,1 m n.p.m. w okolicach Trupienia, gdzie rzeka wpływa na teren otuliny Parku, do około 153,5 m n.p.m. w rejonie Brzostówki w Tomaszowie Mazowieckim na północnych krańcach analizowanego obszaru. W Zbiorniku Sulejowskim przeciętna rzędna piętrzenia wynosi 166,7 m n.p.m. Średni spadek Pilicy od Trupienia do Przewozu wynosi 0,54‰, natomiast w dalszym biegu, po cofkę Zbiornika Sulejowskiego, zmniejsza się do 0,33‰. Spadki dopływów Pilicy, w granicach opracowania są większe i wynoszą: dla Ojrzanki 2,14‰, Jaworki 3,41‰, Stobianki 2,89‰, potoku rozcinającego wysoczyznę w okolicach Szarbska 14,52‰, dla Luciąży od Włodzimierzowa po ujście 0,75‰, dla Czarnej od Piły po ujście 1,02‰, dla Radońki, głęboko rozcinającej wapienne margliste kimerydu, aż 4,41‰. Szerokość holocenńskiego dna doliny Pilicy na obszarze Sulejowskiego PK jest mocno zróżnicowana. W części południowej otuliny na wysokości Pysowej wynosi 550 m, Trupienia 750 m, Bąkowej Góry 300 m. Dalej ku północy wzrasta do 600 m na wysokości Będzyna, Kolonii Ręczno, Łęgu Ręczyńskiego, osiągając maksymalną wielkość w rejonie Dąbrówek, wynoszącą 1200 m. Przewężenia dna dolinnego obserwujemy w Trzech Morgach 150 m i Przewozie 85 m. W dalszym biegu terasa zalewowa mieści się w granicach od 300 do 450 m, osiągając 200 m w Ostrowach. Za ujściem Czarnej do Pilicy rozszerza się do 800 m, a następnie w rejonie przetomowego odcinka w rejonie Sulejowa wynosi zaledwie 100 m. Od ujścia Radońki dno doliny się rozszerza, łącząc się ze strefą cofki Zbiornika Sulejowskiego. Dalszą część doliny Pilicy możemy obserwować za zaporą w Smardzewicach. Po przewężeniu doliny w przetomie przez piaskowce białogórskie w rejonie Nagórzyc, terasa zalewowa rozszerza się do 1250 m na wysokości Niebieskich Źródeł. Na stopień urozmaicenia rzeźby wpływa także szerokość całych form dolin mierzona odległością między podstawami przeciwnych stoków wysoczyznowych. Na obszarze

Sulejowskiego PK i otuliny szerokość tak zdefiniowanej doliny osiąga maksymalną wielkość w rejonie Łęgu Ręczyńskiego, gdzie wynosi 4200 m, natomiast minimalną w przełomie nagórzyckim, wynoszącą 600 m. Doliny poboczne są znacznie węższe. W przypadku Luciąży i Czarnej są to szerokości mieszczące się w granicach od 200 do 1000 m, natomiast strome zbocza doliny Radońki lub bezimiennego cieku w okolicach Szarbska są oddalone od siebie od kilkunastu do kilkudziesięciu metrów.

W przekrojach poprzecznych Pilicy, Luciąży i Czarnej wyraźnie zaznacza się zróżnicowanie wysokościowe związane z występowaniem poziomów terasowych. Poziomy najniższe należą do teras zalewowych, położonych od 0,5 do 2,0 m nad średnim poziomem wody w korytach rzecznych. W kierunku wysoczyzn, występują kolejno wyższe poziomy terasowe, mianowicie terasa nadzalewowa niższa, leżąca na wysokości od 2 do 4 m i terasa nadzalewowa wyższa, położona w granicach od 4 do 8 m. W przedziale od 8 do 14 m występuje poziom akumulacyjno-erozyjny, bezpośrednio przylegający do stoków wysoczyznowych. Terasy nadzalewowe oddzielają się na ogół wyraźnie od den dolinnych podcięciami erozyjnymi, natomiast z wysoczyznami łączą się one łagodnie nachylonymi stokami, rzadziej krawędziami. Wspomniane wcześniej zmiany w szerokościach dolin sprawiły, że nie wszędzie istniały warunki dla dogodnego rozwoju i przetrwania poziomów terasowych. W wielu miejscach, gdzie przekrój doliny Pilicy jest wyraźnie asymetryczny, a także w odcinkach przełomowych, niektóre poziomy terasowe zachowały się w postaci wąskich listew lub miejscami całkowicie usunięte. Ostatnia uwaga w szczególności odnosi się do terasy nadzalewowej niższej, w wielu miejscach całkowicie zredukowanej.

Oprócz form terenu o rodowodzie naturalnym znajdziemy liczne przykłady przekształceń ukształtowania powierzchni wskutek działalności człowieka. Uwaga ta dotyczy przede wszystkim obecności wzniesień i zagłębień powstałych na obszarach eksploatacji surowców mineralnych. Są nimi wszelkiego rodzaju kopalnie, wyrobiska, czy zwały i hałdy utworzone z utworów nadkładu lub nieprzydatnych materiałów towarzyszących złożom kopaliny. Rejonem noszącym ślady znacznych antropogenicznych przekształceń rzeźby terenu są okolice Sulejowa. Szczególny pod tym względem jest obszar przylegający do południowo-wschodniej części miasta. Dawne wyrobiska wapieni, graniczące z ulicą Kopalnia Górna, określane nazwą Kopuły. Stanowią one mozaikę powierzchni otwartych, lasów oraz zakrzaczonych zarośli. Są w istocie terenem nieużytków poeksploatacyjnych, które w ostatnich latach stały się miejscem chętnie wykorzystywanym przez amatorów jazdy różnymi typami pojazdów terenowych (Fot. 56). Kilka lat temu z inicjatywy miłośników kolarstwa górskiego na terenie Kopuły powstała kilkukilometrowa trasa MTB. Jest ona dedykowana dla doświadczonych rowerzystów z uwagi na nachylenia miejscami sięgające 70%. Obecnie jest ona słabo oznakowana i stopniowo zarastająca (Fot. 57).



Fot. 56 Sulejów – Kopuły. Trasy wykorzystywane do jazdy pojazdami terenowymi (Fot. S. Krysiak 2025)



Fot. 57 Sulejów – Kopuły. Fragmenty trasy MTB (Fot. S. Krysiak 2025)

Antropogeniczne przemiany rzeźby terenu są niekiedy związane z przedsięwzięciami realizowanymi w mikroskali. Przykładem takich działań są prace ziemne podejmowane w celu ograniczenia erozji wodnej, niszczącej nieutwardzone drogi leśne podczas nawalnych opadów atmosferycznych. Ilustracją w tym zakresie są przedsięwzięcia służące odprowadzaniu strumienia płynącej wody poza obręb drogi, stosowana na silnie nachylonych powierzchniach stokowych. Takie rozwiązania można obserwować wzdłuż pobocza leśnej drogi przeciwpożarowej prowadzącej z kulminacji Czartorii w kierunku Ręczna, gdzie od rowu odwadniającego odchodzą odprowadzenia do dołów chłonnych, przechwytyjących nadmiar spływającej wody opadowej (Fot. 58 i 59).



Fot. 58 Zabezpieczenia przeciwoerozyjne drogi leśnej na stoku Czartorii (Fot. S. Krysiak 2019)

Fot. 59 Dół chłonny do przechwytywania nadmiaru wody spływającej wzdłuż drogi podczas nawalnych opadów atmosferycznych (Fot. S. Krysiak 2019)

Na terenach leśnych lewobrzeżnej części Sulejowskiego PK i jego otuliny odnaleźć możemy ślady przekształceń powierzchni terenu pochodzące z okresu I i II wojny światowej. Są nimi pozostałości po niemieckich umocnieniach obronnych na Linii Pilicy, wykonane w drugiej połowie 1944 i na początku 1945 r. Są nimi elementy fortyfikacji stałej (schrony bojowe i bierne) w Barkowicach, Przygłowie, Włodzimierzowie i Sulejowie, transeje oraz wiele kilometrów okopów, których pierwotne wymiary wynosiły 6 metrów szerokości i 3 metry głębokości (Fot. 60 i 61).



Fot. 60 Stobnica-Kamienna Góra. Rowy przeciwczołgowe będące elementem niemieckich umocnień obronnych na Linii Pilicy (Fot. S. Krysiak 2025)

Fot. 61 Okopy z okresu II wojny światowej w lasach między Barkowicami Mokrymi a Lubiaszowem (Fot. S. Krysiak 2010)

3.2.2. Ocena stanu ochrony i przekształceń rzeźby terenu, ze szczególnym uwzględnieniem ostatniego 20-lecia

Na obszarze Sulejowskiego PK i jego otuliny nie są zauważalne istotniejsze przekształcenia rzeźby terenu. Zmiany mają zazwyczaj charakter lokalny i drobnoskalowy. Wśród przykładów wymienić można przekształcenia o charakterze liniowym związane z inwestycjami drogowymi wykonywanymi we wszystkich gminach. Ilustracją może być, przez kilka ostatnich lat realizowana, budowa ścieżki pieszo-rowerowej wzdłuż drogi Piotrków Trybunalski – Sulejów, nawiązującej swym przebiegiem do zlikwidowanego torowiska po Piotrkowskiej Kolei Wąskotorowej, regularnie funkcjonującej w latach 1902-1990 (Fot. 62). Wiele dróg szutrowych, dzięki środkom samorządowym i dotacjom unijnym, uzyskało asfaltową nawierzchnię. Przykładowo wymienić można drogę łączącą Nowinki z Kolonią Ręčno, czy drogę wiodącą z Łęk Królewskich do Ręczna (Fot. 63). W wielu miejscowościach drogi zostały poszerzone, uzyskały nową nawierzchnię oraz chodniki dla ruchu pieszego i rowerowego. Inwestycje tego typu były kilka lat temu zrealizowane we Włodzimierzowie, a obecnie dobiega końca kompleksowa modernizacja drogi wojewódzkiej nr 742 w rejonie Bąkowej Góry (Fot. 64).



Fot. 62 Ścieżka pieszo-rowerowa między Piotrkowem Trybunalskim a Sulejowem częściowo wykorzystująca nasypy i wkopy torowiska dawnej kolejki wąskotorowej (Fot. S. Krysiak 2025)

Fot. 63 Nowa asfaltowa nawierzchnia na drodze z Ręczna do Łęk Królewskich (Fot. S. Krysiak 2025)



Fot. 64 Kompleksowa modernizacja drogi wojewódzkiej nr 742 w Bąkowej Górze (Fot. S. Krysiak 2025)

Głębokie rozcięcie utworów węglanowych w sulejowskim odcinku doliny Pilicy było impulsem do intensywnej erozji przyległych obszarów. Wysoki brzeg na odcinku między Białą a Sulejowem jest rozcięty przez kilka głębokich parowów. W przeszłości ich dna z uwagi na mniejsze nachylenia były wykorzystywane przez miejscową ludność do prowadzenia w ich osiach dróg gruntowych, prowadzących z powierzchni szczytowych wysoczyzn ku dolinie Pilicy. Najdłuższa i najgłębsza z tych form, przebiegająca na północ od nieeksploatowanego kamieniołomu w Kurnędu, jest na znacznej długości silnie zarośnięta. Zjawiskiem bardzo niekorzystnym jest wykorzystywanie ich ustronności, do pozbywania się śmieci. Przede wszystkim jest to widoczne w inicjalnej części tej formy, gdzie „dzikie wysypiska” śmieci funkcjonują już od wielu lat, ustawicznie się powiększając (Fot. 65 i 66).

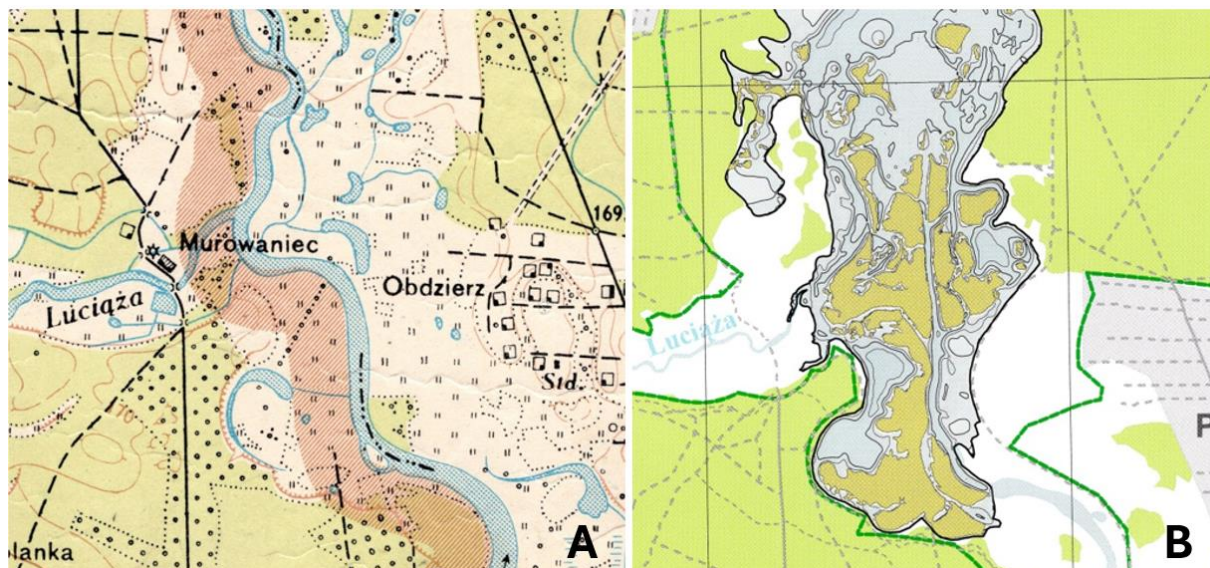


Fot. 65 Inicjalne odcinki parowów sulejowskich służące jako „dzikie wysypiska” śmieci (Fot. S. Krysiak 2006)

Fot. 66 Inicjalne odcinki parowów sulejowskich służące jako „dzikie wysypiska” śmieci (Fot. S. Krysiak 2025)

W ciągu ostatnich dwudziestu lat największe przekształcenia, pod względem wielkości powierzchni objętej zmianami, objęły rejon cofki Zalewu Sulejowskiego. Naturalne procesy akumulacji aluwii i postępującej eutrofizacji wód wymusiły szereg wielokierunkowych działań, mających na celu zachowanie, stopniowo pogarszających się walorów użytkowych zbiornika. Od momentu oddania do

użytku w 1973 r. rozpoczęła się intensywna akumulacja aluwii niesionych przez wody Pilicy i Luciąży. W rejonie, gdzie łączyły się koryta obu rzek zaczęła stopniowo narastać delta. Rozległe niegdyś tereny łęgowe w dnach dolin obu rzek stały się obszarami wodno-błotnymi (Ryc. 11), uznanymi za użytek ekologiczny o nazwie „Na Murowańcu” (Fot. 67). Celem jego ochrony są urozmaicone siedliska przyrodnicze ze stanowiskami lęgowymi, miejscami żerowania i odpoczynku ptaków (Rozporządzenie Nr 44/2005 Wojewody Łódzkiego z dnia 24 listopada 2005 r.).



Ryc. 11. Zmiany krajobrazu w cofce Zbiornika Sulejowskiego: a) fragment mapy topograficznej 1:25 000 ark. 4 pow. Opoczno (1962); b) fragment cofki z *Mapy batymetrycznej Zbiornika Sulejowskiego* (2017)



Fot. 67 Użytek ekologiczny „Na Murowańcu” (Fot. S. Krysiak, 2016)

Wraz z intensywną akumulacją aluwii i rozwojem delty z malowniczym, anastomozującym układem większych i mniejszych koryt leniwie wprowadzających swe wody, stopniowo wzrastało zagrożenie powodziowe na obszarach położonych powyżej zalewu, w strefie cofki Pilicy. Powstałe mielizny nie tylko spowalniały spływ wody, lecz utrudniały również przemieszczanie się śryżu i lodu, tworzącego zatory. Podczas powodzi w lipcu 2010 roku, doszło do podtopień domów w Sulejowie, natomiast kilkadziesiąt metrów od Przepompowni Podklasztorze nastąpiło przerwanie wałów przeciwpowodziowych i zalania znacznych powierzchni łąk na obszarze zawala (Fot. 68). Objęty wylewem teren pomiędzy przerwanym wałem a zboczem doliny przestał być użytkowany rolniczo, stając się terenem dynamicznej sukcesji wtórnej roślinności łęgowej (Fot. 69).



Fot. 68 Przerwany wał przeciwpowodziowy w lipcu 2010 r. z lewej strony obszar zawala z zalanymi terenami użytków zielonych (Fot. M. Piekarska lipiec 2010)



Fot. 69 Aktualny widok z wału przeciwpowodziowego na tereny zawala w pobliżu Przepompowni Podklasztorze w Sulejowie (Fot. S. Krysiak 2025)

Położenie Zbiornika Sulejowskiego w kontinuum rzeczonym Pilicy sprawia, że jest on nie tylko intensywnej sedymentacji materii mineralnej, lecz również organicznej oraz dopływu zanieczyszczeń, głównie związków biogenych. Kumulacja nutrientów, głównie azotu i fosforu, przyspiesza naturalny proces eutrofizacji, której przejawem są m. in. masowe zakwity sinicowe, pojawiające się w miesiącach letnich. Obszarem intensywnego namnażania sinic są mielizny, gdzie wody zalewu szybciej osiągają wyższą temperaturę. Rejon delty Pilicy i Luciąży, z uwagi na rozległe płycizny, szczególnie sprzyja ich

tworzeniu. Od wieku lat podejmuje się próby poprawy jakości wód Zbiornika Sulejowskiego. Służyć temu miało zakładanie stref ekotonowych oraz sekwencyjnych systemów sedymentacyjno-biofiltracyjnych (SSSB) w ramach projektu LIFE08 ENV/PL/000519 – Ekotony dla Redukcji Zanieczyszczeń Obszarowych EKOROB, realizowanego przez Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie, UNESCO, Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii oraz Polską Akademię Nauk w latach 2010-2015. Projekt współfinansowany był przez Wspólnotę Europejską oraz Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Miejscami wspomnianych działań były objęte fragmenty linii brzegowej zbiornika w rejonie Zarzęcina, Barkowic i Bronisławowa (Fot. 70-74).



Fot. 70 Tablica informująca o realizacji projektu EKOROB przy pomoście w Zarzęcinie (Fot. S. Krysiak 2013)

Fot. 71 Roślinność i materiał skalny wyłożony w ujściowym odcinku bezimiennego, okresowo suchego, cieku uchodzącego do Zalewu Sulejowskiego z obszaru Zarzęcina (Fot. S. Krysiak 2015)



Fot. 72 Skoszona roślinność szuwarowa na brzegu w Barkowicach w ramach realizacji projektu EKOROB (Fot. S. Krysiak styczeń 2015);

Fot. 73 Bronisławów. Tablica informująca o funkcjonowaniu Sekwencyjnego Systemu Sedymentacyjno-Biofiltracyjnego na bezimiennym cieku z Golezzy Dużych (Fot. M. Szymczyk lipiec 2017)

Podjęte działania nie przyniosły oczekiwanych rezultatów. Kozuchy zakwitów sinicowych spychane przez wiatr i prądy wody gromadziły się przy brzegach, a w szczególności w zatokach w rejonie Bronisławowa, Borków, Tresty i Smardzewic, przyczyniając się do znacznego obniżenia rekreacyjnej roli akwenu (Fot. 75).



Fot. 74 Zakwity sinicowe przy brzegu w rejonie Bronisławowa (Fot. M. Szymczyk lipiec 2017)

W latach 2020-2022 realizowany był projekt pod nazwą *Udrożnienie i stabilizacja koryta rzeki Pilicy w km od 153+000 do 159+300*, którego wykonawcą było Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie. Za kwotę około 40 mln złotych odmulono mechanicznie prawie sześciokilometrowy odcinek rzeki wraz z jej dwiema odnogami, liczącymi 700 m i 710 m. Łącznie wydobyto około 233.000 m³ urobku, zachowując naturalnie meandrujące koryta w granicach istniejącej linii brzegowej, a także naturalne nachylenia skarp (*Urząd Miasta w Sulejowie* <http://www.sulejów.pl>). Duże ilości piasku z koryta rzecznego, pobierane i tłoczne za pomocą refulera, wykorzystano do budowy plaż nadpilicznych w Sulejowie, wśród których wymienić należy Miejską Plażę „Kępki” o długości około 650 metrów oraz ponad pięćdziesięciometrową Plażę Sulejów Polanka. Materiał z pogłębiania koryta posłużył także do umocnienia i rozszerzenia terenu między korytem Pilicy a wałem przeciwpowodziowym na dwóch odcinkach o długości 200 i 300 metrów. Z aluwii pochodzących z refulacji nasady delty materiał rozplantowano na dwóch powierzchniach. Pierwsza z nich znajduje się na prawym brzegu wschodniej odnogi Pilicy, w odległości kilkudziesięciu metrów od przepompowni Podklasztorze, druga położona jest na północ od ujścia Luciąży. Prace refulacyjne i składowanie materiału w pobliżu północnego krańca wałów przeciwpowodziowych ilustrują zdjęcia wykonane z drona (Fot. 75-77).



Fot. 75 Refulator w trakcie prac nad pogłębianiem odnogi Pilicy (Fot. M. Adamiak maj 2022)



Fot. 76 Składowanie i wyrównywanie materiału z pulpy refulacyjnej w pobliżu północnego krańca wału przeciwpowodziowego (Fot. M. Adamiak maj 2022)



Fot. 77 Widok ujścia Pilicy w strefie cofki Zbiornika Sulejowskiego wraz z powierzchnią składowania materiału refulacyjnego. W lewym dolnym rogu kanał doprowadzający do Pilicy wody z Przepompowni Podklasztorze (Fot. M. Adamiak maj 2022)

Zwieńczeniem prac udroźniających koryto Pilicy było zabezpieczenie zdeponowanego materiału przed możliwością rozmycia podczas przepływu wysokich wód powodziowych oraz przez spływ powierzchniowy podczas nawałnych opadów atmosferycznych. Wykorzystano do tego syntetyczne geotuby o średnicy 2 metrów, wypełnione piaskiem i żwirem wydobytym przez refuler. Geotuby zostały założone wokół brzegów usypanych powierzchni oraz wzdłuż pasa chroniącego wał przeciwpowodziowy. Z uwagi na ich znaczenie w ochronie strefy brzegowej, należy się pogodzić z faktem, że są nieestetycznym elementem infrastruktury hydrotechnicznej, dostrzegalnym podczas spacerów drogą prowadzącą do Podklasztorza (Fot. 78).



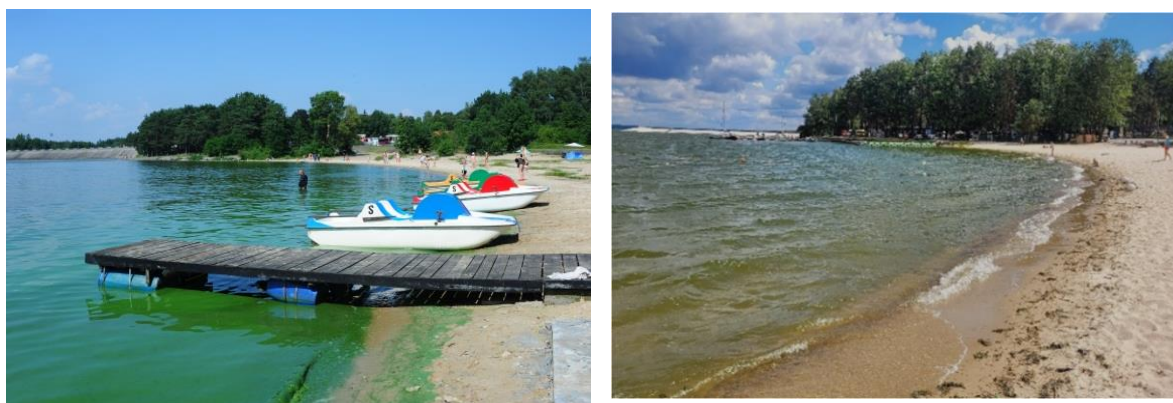
Fot. 78 Sulejów-Podklasztorze. Geotuby wypełnione piaskami i żwirami z refulacji, zabezpieczające powierzchnie, na których zdeponowano materiał z udroźniania koryta Pilicy (Fot. S. Krysiak 2025)

Interesujące spostrzeżenia daje porównanie dwóch ortofotomap z 2015 i 2023 roku z rejonu Murowańca, ukazujące nie tylko wygląd cofki zbiornika Sulejowskiego, lecz również postępujące wypływanie i powiększanie równi aluwialnej wraz przemieszczaniem się czoła delty ku północnemu-wschodowi (Fot. 79). W dolnej części zdjęcia z 2023 r. widoczne są jasne powierzchnie, gdzie był deponowany materiał z pogłębiania koryt.



Fot. 79 Ortofotomapy z rejonu delty Pilicy i Luciąży z 2015 roku (z lewej) i z 2023 roku (z prawej)
(źródło: geoportal.gov.pl)

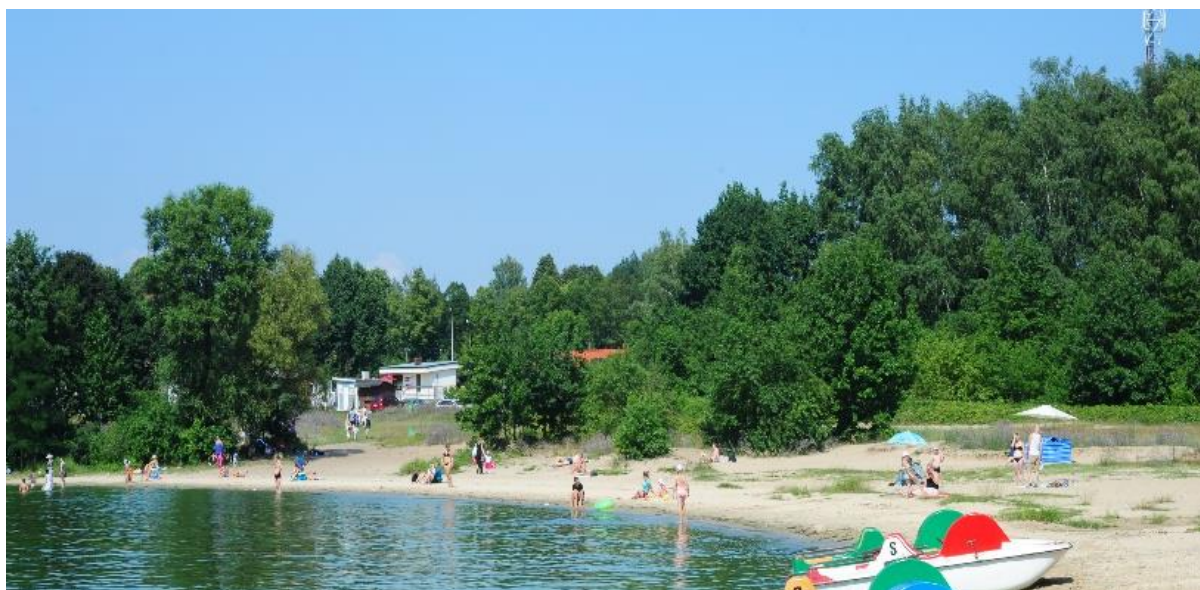
Inwestycja udrożnienia i stabilizacji koryta Pilicy miała również w zamierzeniu prośrodowiskowy wymiar. W założeniu miała również ograniczyć proces eutrofizacji zbiornika, poprawić jakość wody oraz zwiększyć na powrót atrakcyjność turystyczną regionu. Cel ten, przynajmniej na jakiś okres został osiągnięty, o czym możemy wnioskować, porównując aktualny wygląd wód zbiornika w miesiącach letnich z obrazem sprzed kilku lat (Fot. 80).



Fot. 80 Porównanie wyglądu wód Zbiornika Sulejowskiego na plaży w Smardzewicach w roku 2017 (22 lipca) i 2025 (23 lipca) (Fot. S. Krysiak)

Postępująca eutrofizacja wód Zbiornika Sulejowskiego i powiązany z tym upadek znaczenia turystycznego miejscowości nad jego brzegami sprawił, że podjęto działania mające na celu przywrócenie utraconych walorów. Miejscem w którym dokonały się znaczące przeobrażenia w rzeźbie i pokryciu terenu był rejon plaży i okolice mola w Smardzewicach. We wrześniu 2022 roku wójt gminy Tomaszów Mazowiecki i prezes Zarządu JOKA Budownictwo Sp. z o.o. podpisali umowę na realizację zadania, które obejmowało wykonanie terenu rekreacyjnego nad Zalewem Sulejowskim w Smardzewicach wraz z obiektami administracyjno-usługowo-sanitarnymi, ciągami pieszo-jezdnymi,

urządzeniami i obiektami rekreacyjno-wypoczynkowymi, plażami i terenami zielonymi. Ponadto Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie Zarząd Zlewni w Piotrkowie Trybunalskim, którzy jako partner projektu, podpisali z firmą JOKA umowę na rewitalizację mola i terenów przyległych. Na fotografiach dla porównania przedstawiono smardzewicką plażę w lipcu 2017 i 2025 roku (Fot. 81-83).



Fot. 81 Widok plaży w Smardzewicach w lipcu 2017 roku (Fot. S. Krysiak 2017)

Fot. 82 Jachty stojące w sinicowym kożuchu w lipcu 2017 roku (Fot. S. Krysiak 2017)



Fot. 83 Widok kąpieliska w Smardzewicach po poszerzeniu strefy piasków plażowych, zbudowaniu płytkiego basenu oraz utworzeniu piaszczystej plaży po północnej stronie zrewitalizowanego mola (Fot. P. Krysiak 2025)

Pomimo przeprowadzonych prac ziemnych w strefie cofki Zbiornika Sulejowskiego, które ułatwiają przepływ wód miały poprawić jakość wody, nie nastąpiła oczekiwana poprawa. W dniu otwarcia sezonu w Smardzewicach 1 lipca 2025 roku woda już nie nadawała się do kąpieli. Badania próbek wody przeprowadzone przez tomaszowski sanepid, stwierdziły obecność zakwitów sinicowych.

3.3. Gleby

3.3.1. Charakterystyka gleb

Gleba jest tym komponentem środowiska, który ma najmniejszą miąższość spośród wszystkich pozostałych jego składowych, ale w zasadniczy sposób decyduje o możliwości zaspokojenia podstawowych potrzeb żywieniowych człowieka i innych organizmów żywych. Profil gleby określa się zazwyczaj do głębokości 1,5 -2 m od poziomu gruntu. W tej cienkiej warstwie w wyniku działania czynników glebotwórczych dochodzi do takich przemian skały macierzystej, z której wykształca się gleba, że jest ona w stanie zaopatrzyć w składniki pokarmowe rośliny, które na niej rosną. To właśnie ta cecha gleby odróżnia ją od skały, z której powstaje.

Z punktu widzenia człowieka i możliwości wykorzystania pedosfery dla swoich potrzeb istotna jest wartość użytkowa gleb, czyli jej przydatność do produkcji roślinnej, która decyduje o tym, czy dana gleba będzie użytkowana rolniczo. Żyzność i urodzajność, to cechy wpływające na to, że produkcja roślinna jest opłacalna ekonomicznie (Fot. 84). Gleby o niskiej wartości użytkowej w pierwszej kolejności podlegały zalesianiu, często są także odłogowane. Wartość użytkowa gleb jest zmienna w czasie i przestrzeni, gdyż zależy od kilku czynników środowiskowych, ale także od działalności człowieka.

Najnowsza systematyka gleb Polski została opracowana przez Polskie Towarzystwo Gleboznawcze w 2019. Jednak dostępne materiały kartograficzne były wykonywane w oparciu o starsze klasyfikacje, dlatego też nazwy i klasyfikacja gleb użyte w tym rozdziale będą odnosić się do starszej Systematyki Gleb z 1989 roku (Tab.2, Ryc.12).

Tab. 2 Podstawowe typy gleb występujące na obszarze SuPK

Dział	Rząd	Typ
I. Gleby litogeniczne - tworzyły się dominującym wpływem skały macierzystej czynników glebotwórczych	I.B. Gleby wapnicowe o różnym stopniu rozwoju	I.B.1. Rędzina (R) rędziny brunatne (Rb) rędziny próchniczne (czarnoziemne) (Rc) rędziny deluwialne (Rd)
II. Gleby autogeniczne - tworzyły się przy równomiernym udziale wszystkich czynników glebotwórczych	II.B. Gleby brunatnoziemne II.C. Gleby bielicoziemne	II.B.2. Gleby brunatne kwaśne (Bw) II.C.2. Gleby bielcowe (A)
III. Gleby semihydrogeniczne - tworzyły się przy dominującym udziale wód gruntowych i opadowych	III.B. Czarne ziemie	III.B.1. Czarne ziemie (D, Dz)
IV. Gleby hydrogeniczne - uległy poważnym przekształceniom pod wpływem warunków wodnych środowiska	IV.A. Gleby bagienne IV.B. Gleby pobagienne	IV.A.2. Gleby torfowe (Tn) IV.B.1. Gleby murszowe (M) IV.B.2. Gleby murszowate, murszowo-torfowe (E) i torfowo-murszowe (Etm)
V. Gleby napływowe - powstały w wyniku erozyjno - sedymentacyjnej działalności wód powierzchniowych	V.A. Gleby aluwialne	V.A.1. mady rzeczne (F)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie mapy glebowo-rolniczej województwa piotrkowskiego w skali 1:100000.



Fot. 84 Użytkowanie rolnicze gleb w SuPK (Fot. E. Papińska 2025)

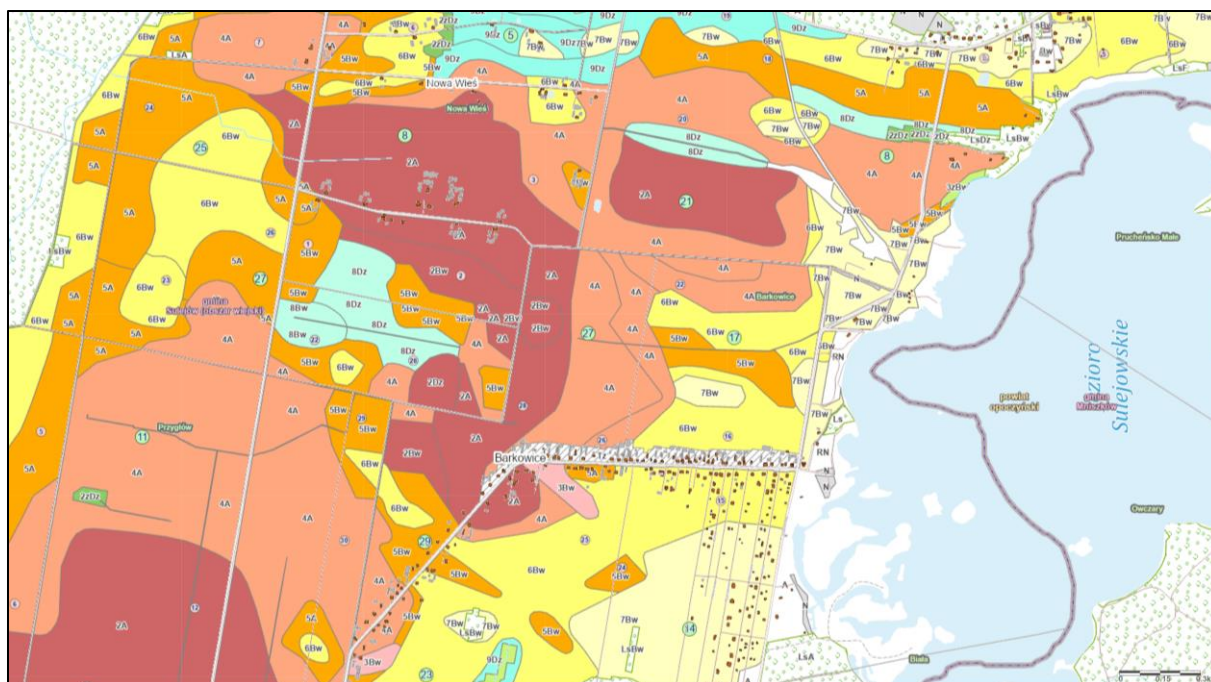
Typy genetyczne gleb SuPK

Ponad 72% gleb użytków rolnych (UR) Sulejowskiego Parku Krajobrazowego stanowią gleby zaliczone do działu gleb autogenicznych, które tworzyły się przy równomiernym udziale wszystkich czynników glebotwórczych. W strukturze gruntów ornych gleby tego działu stanowią blisko 84%. Wśród nich największy odsetek ponad 45% UR zajmują gleby brunatnoziemne. W strukturze gruntów ornych (GO) zajmują blisko 48%. Gleby te rozwinęły się na obszarach występowania wysoczyzn zbudowanych z glin zwałowych oraz z peryglacialnych pokryw piaszczysto-pyłowych i pyłowych zalegających na glinach zwałowych. Gleby brunatnoziemne charakteryzują się reżimem opadowo-gruntowo-wodnym (OGW), co oznacza, że kształtowany jest przez zasilanie atmosferyczne oraz wody wierzchówkowe, utrzymujące się na pokładach gliny zwałowej.

Tab. 3 Udział typów gleb na obszarze SuPK w strukturze użytków rolnych (UR), gruntów ornych (GO) i trwałych użytków zielonych (UZ)

Typy gleb	% UR	% GO	% UZ
A	26,51	34,85	0,00
Bw	45,74	47,81	0,54
Dz	2,90	3,91	6,77
E	0,06	0,00	0,46
Etm	0,34	0,00	2,53
F	17,15	6,93	69,46
M	4,07	0,97	17,29
R	0,72	1,39	0,00
Rb	1,57	3,14	0,00
Rc	0,50	0,99	0,00
Rd	0,10	0,00	0,71
Tn	0,35	0,00	2,24
	100,00	100,00	100

Źródło: Opracowanie własne na podstawie mapy glebowo-rolniczej województwa łódzkiego <https://geoportal.lodzkie.pl/imap/> - dostęp 6.10.2025



Ryc. 12. Fragment mapy glebowo-rolniczej SuPK (część północno-zachodnia) (źródło: <https://geoportal.lodzkie.pl/imap/> - dostęp 7.10.2025). Objaśnienia symboli typów genetycznych gleb jak w Tab.2 i kompleksów przydatności rolniczej jak w Tab.4.

Drugim typem gleb z działu gleb autogenicznych są gleby bielicoziemne, które zajmują ponad 26% UR i prawie 35% GO. Cechą typową tych gleb jest rodzaj skał macierzystych, na których gleby te się wykształciły, tych cechą wspólną jest ich znaczna przepuszczalność. Są to najczęściej piaski i żwiry wodnolodowcowe oraz teras nadzalewowych, piaski eoliczne i pokrywowe, zwietrzliny piaskowców a nawet słabo zlitfikowanych piaskowców kredowych (Krysiak 1998). Wszystkie one są dość ubogie pod względem troficznym. Skład granulometryczny tych gleb warunkuje znaczną ich przepuszczalność, co powoduje, że woda opadowa nie jest przez te gleby dłużej retencjonowana, co oznacza okresowy niedobór wody dla roślin, zwłaszcza w latach charakteryzujących się mniejszymi opadami (tzw. lata suche). Duży udział piasków i żwirów na których wykształciły się gleby bielicoziemne sprawia, że charakteryzują się one przemywnym typem gospodarki wodnej w glebie. Większe powierzchnie gleb bielicoziemne występują na obszarach teras nadzalewowych oraz na terenach wysoczyznowych z pokrywą utworów pokrywowych. Mała ilość składników pokarmowych sprawia, że gleby te wymagają znacznych nakładów finansowych na nawozy podnoszące ich produktywność, dlatego znaczna część gleb bielicoziemnych wykorzystywana jest nie jako pola uprawne, ale użytkowane są jako lasy (Ryc.13).

Gleby brunatnoziemne i bielicoziemne mają znaczny udział w strukturze GO, lecz ich wykorzystanie jako trwałe użytki zielone jest bardzo niewielkie. Gleby brunatnoziemne stanowią zaledwie 0,54% UZ (Tab.3).



Ryc. 14. Większy obszar występowania mad na terenie SuPK (źródło: <https://geoportal.lodzkie.pl/imap/> - dostęp 7.10.2025). Objaśnienia symboli typów genetycznych gleb jak w Tab.2 i kompleksów przydatności rolniczej jak w Tab.4.

Znaczny udział w strukturze typów gleb SuPK UR mają gleby zaliczane do działu gleb hydrogenicznych, w tym zwłaszcza gleby murszowe (M), których udział wynosi ponad 4% UR. Gleby hydrogeniczne były kształtowane w warunkach długotrwałego lub trwałego nadmiernego uwilgotnienia, dlatego też najczęściej są one użytkowane jako UZ, a w ich strukturze na terenie Parku stanowią ponad 17% (Tab.3). Gleby murszowe należą do rzędu gleb pobagiennych. Powstają one zazwyczaj po przeprowadzeniu melioracji odwadniających, które hamują proces powstawania materii organicznej. Sутkiem drenażu jest uruchomienie procesu murszenia.

Z tego samego działu na terenie SuPK występują także gleby murszowate, mułowo-torfowe i torfowo-mułowe (E, Etm,) należące do rzędu pobagiennie oraz gleby torfowe (Tn) reprezentujące rząd gleb bagiennych. Ich udział jest zauważalny w strukturze gleb użytkowanych jako UZ, gdzie gleby

5. Żytni dobry	22,34
6. Żytni słaby	22,74
7. Żytni bardzo słaby	31,50
8. Zbożowo-pastewny mocny	1,50
9. Zbożowo-pastewny słaby	3,81
Udział kompleksów trwałych użytków zielonych w łącznej powierzchni użytków zielonych w %	
1z. Bardzo dobre i dobre	-
2z. Średnie	23,61
3z. Słabe i bardzo słabe	76,34

Źródło: Opracowanie własne na podstawie mapy glebowo-rolniczej województwa łódzkiego w skali 1:50000.

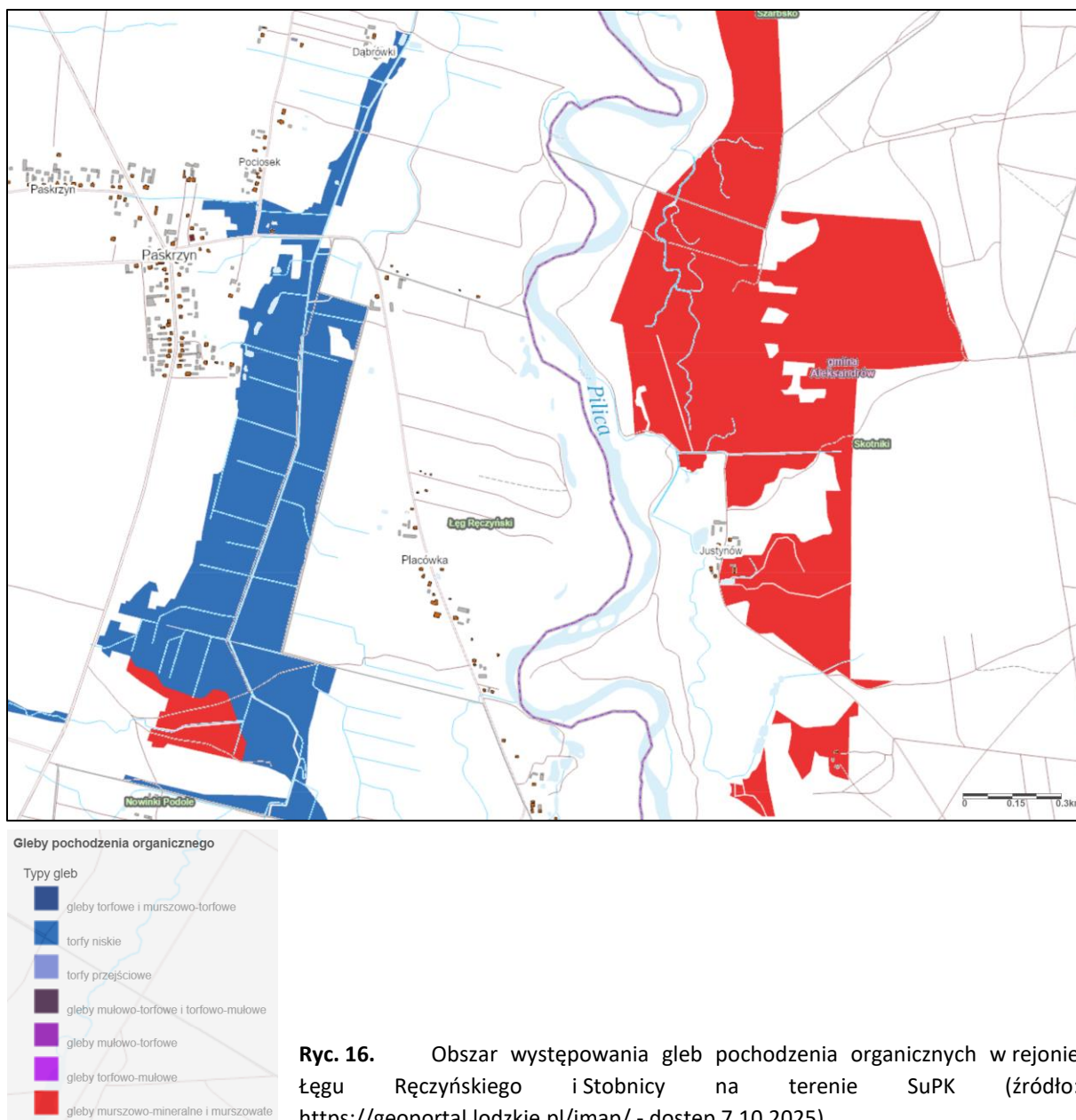
Z danych zestawionych w tabeli 4 wynika, że w obrębie gruntów ornych, które obejmują niecałe 13% powierzchni SuPK, dominują kompleksy „żytnie” – 4, 5, 6, 7 – (określane też jako żytnio-ziemniaczane). Oznacza to, że na glebach tych najlepiej udają się uprawy roślin o stosunkowo małych wymaganiach glebowych, właśnie takich jak żyto czy ziemniaki. Łącznie stanowią one aż 87,64,11% gruntów ornych. Spośród kompleksów żytnich, największy odsetek zajmują gleby kompleksu 7 żytniego bardzo słabego i słabego – 31,5%. Są one zazwyczaj glebami lekkimi i bardzo lekkimi, gdyż są często wytworzone z piasków luźnych. Są zazwyczaj okresowo nadmiernie zbyt suche. Prawie po 1/4 GO zajmują gleby zaliczone do kompleksu 5 – żytniego dobrego i kompleksu 6 – żytniego słabego. Obejmują one prawie 45% GO.

Gleby kompleksów „pszennych” – 2 i 3 – (pszenno-buraczanych) stanowią niecałe 7% gruntów ornych SuPK i reprezentowane są przez kompleks pszenno-dobry (2) i wadliwy (3). Gleby kompleksów 8 i 9, tzw. zbożowo-pastewnych, stanowią prawie 4,5 % gruntów ornych SuPK (Tab.4).

3.3.2. Ocena stanu ochrony i przekształceń gleb, ze szczególnym uwzględnieniem ostatniego 20-lecia

W strukturze użytkowania ziemi obszaru Sulejowskiego Parku Krajobrazowego dominują lasy, które porastają ok. 70% powierzchni Parku. Wody obejmują około 12% powierzchni, w tym uwzględnione są wody Zbiornika Sulejowskiego. Tereny położone wzdłuż biegu Pilicy i dolin rzek ją zasilających zajęte są głównie przez trwałe użytki zielone (ok. 5% powierzchni Parku). Oznacza to, że gruntów ornych, terenów zabudowanych i innych form użytkowania ziemi na terenie SuPK jest stosunkowo niewiele – ok. 13%. Wśród gleby GO dominują gleby słabe zaliczane do kompleksu żytniego słabego (6) i bardzo słabego (7). Łącznie stanowią one prawie 55% GO. Pod względem bonitacyjnym odpowiada to klasom od do VI, a nawet VIRz kwalifikującej grunty pod zalesienia. Wśród trwałych użytków zielonych występujących na obszarze SuPK ponad 76% zaliczonych jest do kompleksu 3z, czyli są to użytki słabe i bardzo słabe. Odpowiada to V i VI klasie bonitacyjnej użytków zielonych.

Gleby orne o większym potencjale produkcyjnym zaliczane do kompleksów 2,3 i 4 i zaliczane do II i III klasy bonitacyjnej, to gleby, które podlegają ochronie prawnej i nie mogą być przeznaczone na cele inne niż rolnicze. Oznacza to, że na terenie SuPK ponad 18% GO podlega prawnej ochronie. Wśród trwałych użytków zielonych nie występuje kompleks 1z, który jest najbardziej wartościowy i także podlega ochronie.



Ryc. 16. Obszar występowania gleb pochodzenia organicznych w rejonie Łęgu Ręczyńskiego i Stobnicy na terenie SuPK (źródło: <https://geoportal.lodzkie.pl/imap/> - dostęp 7.10.2025)

Warto jednak podkreślić obecność gleb organicznych (Ryc.16), które ze względu na swoje właściwości retencjonowania wody są niezwykle ważne dla ekosystemów łąkowych. Ich wartość przyrodnicza i krajobrazowa była w przeszłości degradowana poprzez prowadzenie melioracji odwadniających, które prowadziły do nieodwracalnych zmian – murszenie materii organicznej skutkujące utratą właściwości retencyjnych wody. Wszystkie gleby organiczne powinny być chronione

Zmiany wprowadzane w rządowym programie „Czyste powietrze” wykluczające a następnie dopuszczające możliwość stosowania kotłów na pellet (od 1.09.2025 ponownie dopuszczone), sprawiają, że do produkcji pelletu wykorzystywana jest także słoma. Głównym negatywnym skutkiem robienia pelletu ze słomy dla gleby jest jej zubożenie w materię organiczną i składniki odżywcze, które mogłyby wrócić do gleby po przyoraniu słomy. Proces ten usuwa te cenne składniki, co może prowadzić do pogorszenia jakości gleby, zwłaszcza jej struktury i zdolności do zatrzymywania wody. W dłuższej perspektywie może to skutkować jałowieniem gleby i zwiększoną potrzebą stosowania nawozów sztucznych. Negatywne skutki dla gleby:

- Zubożenie w materię organiczną: Przyoranie słomy dostarcza glebie znaczących ilości materii organicznej, która jest kluczowa dla jej żyzności i struktury. Usuwanie słomy do produkcji pelletu pozbawia glebę tego cennego źródła próchnicy.
- Utrata składników odżywczych: Słoma zawiera składniki takie jak azot, fosfor i potas, które wracają do gleby po jej przyoraniu. W przypadku produkcji pelletu, te składniki są usuwane z pola, zamiast zasilać glebę.
- Pogorszenie właściwości fizycznych: Brak słomy w glebie może prowadzić do pogorszenia jej właściwości fizycznych, takich jak struktura, zdolność do zatrzymywania wody i przewodność.

Alternatywne, korzystne dla gleby zastosowanie słomy:

- Pozostawienie na polu: Pozostawienie słomy na polu lub jej wymieszanie z glebą, zwłaszcza w systemach uprawy konserwującej, przynosi korzyści w postaci ochrony przed erozją i poprawy struktury gleby.
- Korzyści z przyorania: Przyoranie słomy nie tylko dostarcza składniki odżywcze i materię organiczną, ale także może przyczynić się do poprawy aktywności biologicznej gleby.
- Ekoschematy: w niektórych systemach dopłat (np. w ramach unijnych ekoschematów), pozostawienie słomy na polu może być premiowane finansowo.

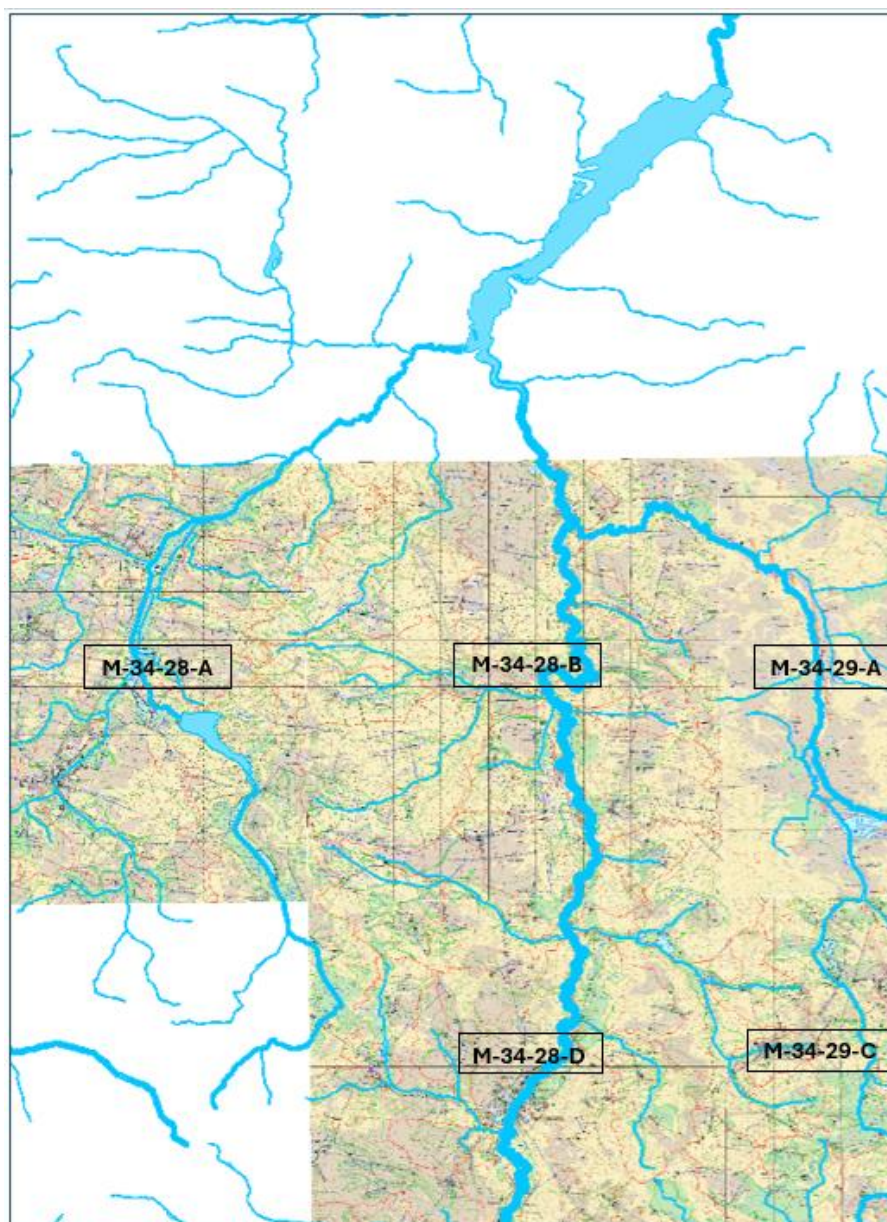
Krótkotrwałe zyski, które płyną ze sprzedaży słomy mogą w dłuższym czasie przynieść bardzo niekorzystne konsekwencje dla gleb. Przywrócenie im wysokiej produktywności może okazać się znacznie bardziej kosztowne niż krótkotrwałe korzyści uzyskiwane przez rolników. (<https://www.wrp.pl/dlaczego-nie-powinno-sie-sprzedawac-i-spalac-slomy/> - dostęp 14.10.2025).

3.4. Zasoby wodne

3.4.1. Charakterystyka zasobów wód powierzchniowych

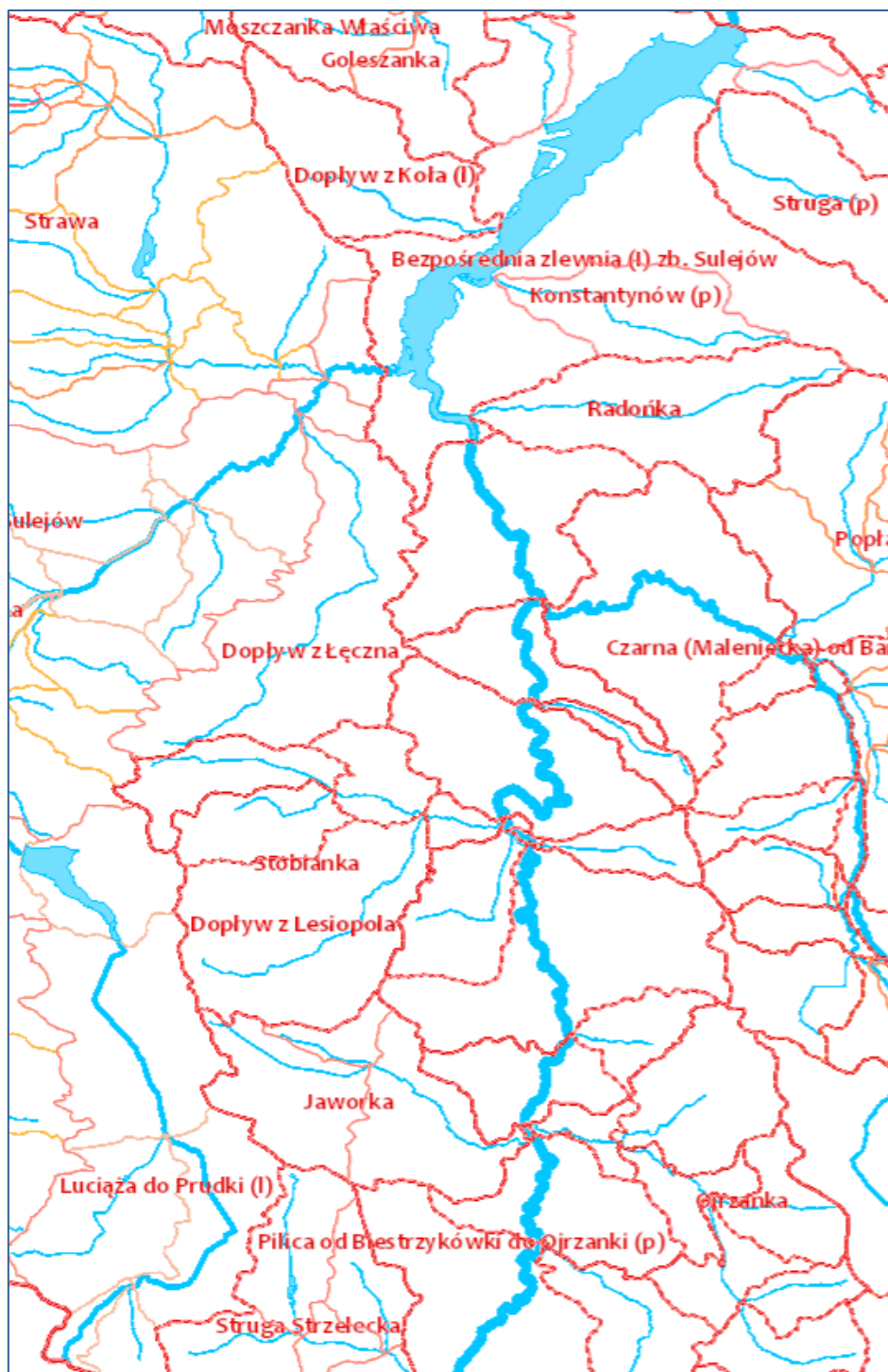
Sulejowski Park Krajobrazowy (SuPK) położony jest w dorzeczu Wisły, co wynika z Mapy Podziału Hydrograficznego Polski w skali 1:50000 (2010). Opracowanie to jest podstawą dla stosowanego w niniejszym opracowaniu nazewnictwa obiektów hydrograficznych, gdyż stanowi w tym względzie również bazę dla Jednolitych Części Wód.

Obszar SuPK nie posiada pełnego pokrycia mapami hydrograficznymi w skali 1:50000 (MHP50k) – Rys.17. Zostały one jednak wykonane przed ponad dwudziestoma laty i do chwili obecnej nie doczekały się unacześnienia. Arkusz Przedbórz (M-34-28-D), Lubień (M-34-28-B), Gorzkowice (M-34-28-A), Żarnów (M-34-29-A) i Cermno (M-34-29-C) wykonano w latach 2000-2005. Północna część Parku nie została pokryta mapami hydrograficznymi. Arkusze Przedbórz i Lubień obejmują dolinę Pilicy, a pozostałe, przylegające od wschodu i zachodu, tereny wysoczyzn, w tym międzyrzecze Pilicy i Luciąży.



Ryc. 17. Pokrycie terenu SuPK arkuszami MHP50k

SuPK wraz z otuliną znajdują się w obszarze dorzecza Wisły (PL2000), a w jego obrębie do regionu wodnego Środkowej Wisły (PL2000SW). Obszar Parku przynależy do zlewni: Pilicy (II rzędu). Podział hydrograficzny SuPK przedstawiono w Załączniku 2 i Rys. 18.



Ryc. 18. Podział hydrograficzny SuPK wg MHP (portal PGWP). Skala 1: 250000.

W granicach SuPK znajduje się 26 zlewni elementarnych (Załącznik 2), z czego 10 to przyrzecza Pilicy, a 7 wydzielen należy do zlewni bezpośredniej Zbiornika Sulejów. Największy udział w odwadnianych powierzchniach Parku ma zlewnia zbiornika, w której szczególny udział ma zlewnia Luciąży, zwłaszcza prawobrzeżna jej część. Zlewnie prawobrzeżnych dopływów Pilicy znajdują się w SuPK tylko w dolnej części, szczególnie Czarnej (Malenieckiej) czy Ojrzanki. Udział Parku w zlewniach lewobrzeżnych jest wyraźnie większy, ze względu na zasięg jego otuliny.

Tab. 5 Długość cieków w SuPK. Opracował M. Ziulkiewicz na podstawie MHP50k (PGWP)

Lewobrzeżne		Prawobrzeżne	
Nazwa	L [km]	Nazwa	L [km]
<i>Jaworka</i>	10,9	<i>Dopływ z Nosalewic</i>	10,4
<i>Dopływ z Paskrzyna</i>	5,7	<i>Ojrzanka</i>	17,3
<i>Stobianka</i>	13,4	<i>Dopływ z Józefowa Starego</i>	3,0
<i>Luciąża</i>	52,5	<i>Dopływ ze Starej</i>	4,8
<i>Dopływ z Koła</i>	6,9	<i>Dopływ spod Aleksandrowa</i>	6,4
<i>Dopływ z Goleszy Dużych</i>	4,4	<i>Czarna (Maleniecka)</i>	94,1
Razem:	93,8 (41,4*)	<i>Radońka</i>	13,1
		<i>Konstantynów</i>	10,6
		<i>Struga</i>	6,7
		<i>Dopływ z Twardej</i>	5,2
		Razem:	171,6 (77,5*)

*) bez najdłuższego dopływu Pilicy

Sieć rzeczna SuPK ma charakter osiowy, osią jest Pilica i do niej uchodzą wszystkie mniejsze ciekі odwadniające przylegające do doliny wysoczyzny oraz ciekі większe, doprowadzające wody z obszarów położonych poza Parkiem, tj. Luciąża i Czarna (Maleniecka). Wg MHP50k dopływów prawobrzeżnych jest 10 (łącznie z dopływami do zbiornika Sulejów²), lewobrzeżnych jest 6. Dopływy prawobrzeżne są zasadniczo dłuższe od lewobrzeżnych (Tab. 5), na co wpływ ma z pewnością równolegle płynąca z Pilicą Luciąża i dalej na północy Wolbórka.

Ciekі zasadniczo zachowały charakter naturalny, choć ich bieg na pewnych odcinkach poddano regulacji (Tab. 6) a brzegi umocnieniu. Dwa dopływy Pilicy zostały przebudowane na rowy melioracyjne i służą wyprowadzaniu wody z systemów osuszających dno doliny na wysokości Paskrzyna – Łęgu Ręczyńskiego lub powierzchni wysoczyzny w okolicach Aleksandrowa – Janikowic (Ryc. 19).

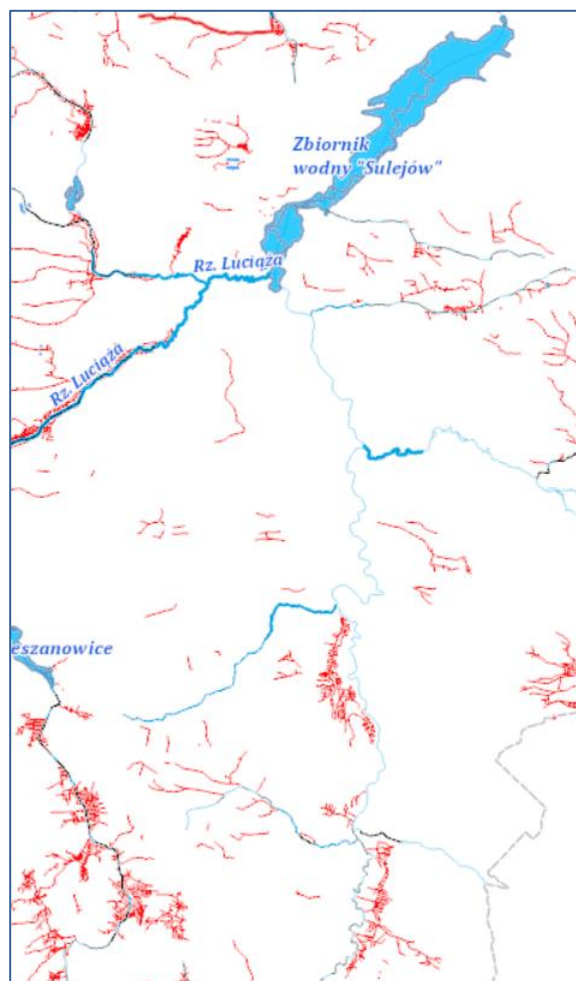
Tab. 6 Charakter cieków w SuPK. Opracowanie M. Ziulkiewicza na podstawie mapy „Melioracje” w geoportalu województwa łódzkiego.

Ciek		Naturalny nieuregulowany	Naturalny uregulowany	Rów melioracyjny
Prawobrze	<i>Dopływ z Nosalewic</i>			0,000+3,819
	<i>Ojrzanka</i>	0,000+0,584 2,539+8,370	0,584+2,539	

² Maksymiuk, Moniewski 1998. *Hydrologia. Środowisko Geograficzne. Sulejowski Park Krajobrazowy* (J. Kurowski – red.). Zespół Nadpilicznych Parków Krajobrazowych w Moszczenicy.) podają, że cechą szczególną drobnych cieków funkcjonujących w północno-wschodniej części Parku, w okolicach Prucheńska, Błogich Rządowych i Twardej jest ich zanik w dolnych biegach. Ciekі te zasilane ze źródeł lub naglinowych podmokłości w środkowym biegu funkcjonują jako strugi stałe. W dolnym biegu, w miarę wkraczania na teren mięjszych osadów piaszczysto-żwirowych, podścielonych uszczelnionymi osadami kredowymi, tracą wodę – to tzw. poniki. Woda w tych odcinkach cieków pojawia się tylko w czasie wysokich wzebrań.

	<i>Dopływ spod Aleksandrowa</i>		0,000+1,151	1,151+5,287
	<i>Czarna (Maleniecka)</i>	0,000+11,200*		
	<i>Radońka</i>	0,000+3,826	3,826+13,721	
	<i>Konstantynów</i>		0,000+10,724	
Lewobrzeżne	<i>Jaworka</i>	0,000+2,808 3,612+5,467 7,539+11,229	2,808+3,612 5,467+7,539	
	<i>Dopływ z Paskrzyna</i>			0,000+4,968
	<i>Stobnica</i>	0,000+14,529		
	<i>Luciąża</i>	0,000+10,009	10,009+13,900*	
	<i>Dopływ spod Koła</i>		0,000+4,294	4,294+6,929

*) do granic otuliny SuPK

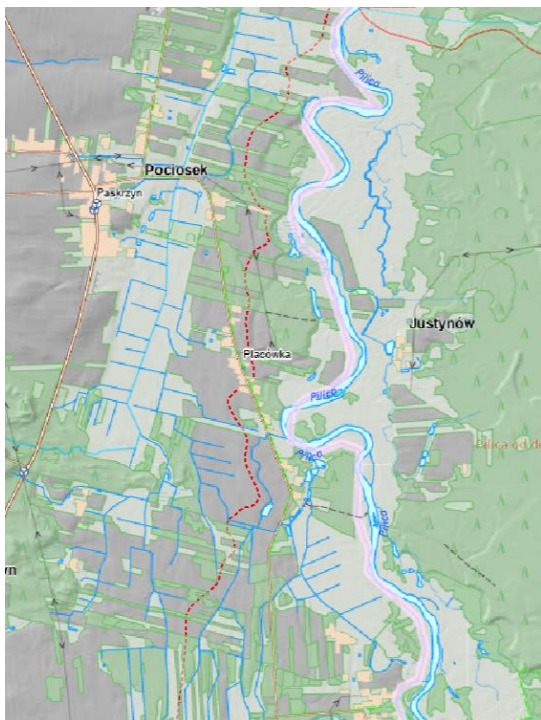


Ryc. 19. Melioracje w SuPK wg mapy „Melioracje” w geoportalu woj. łódzkiego. Skala 1:250000.

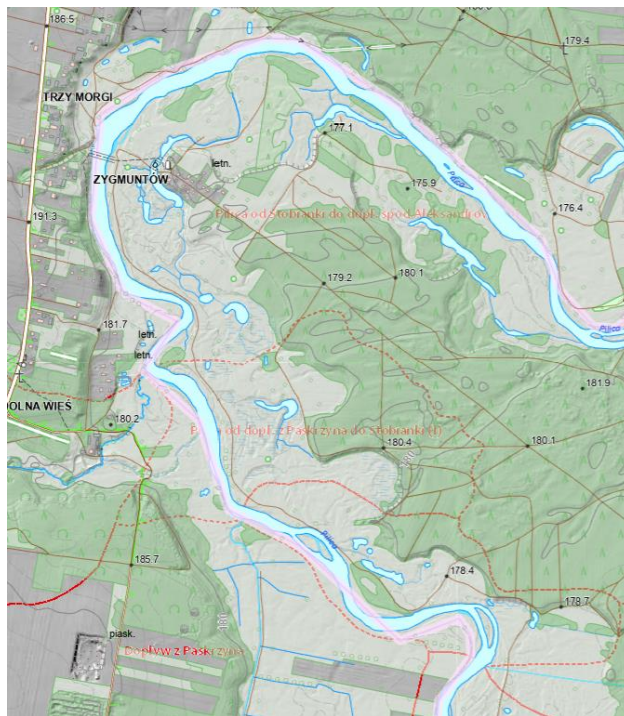
Topografia terenu SuPK, obejmując zasadniczo dolinę Pilicy i dolne odcinki dolin obustronnych dopływów, w ograniczonym stopniu sięga na powierzchnie wysoczyzn, gdzie następuje zasadniczy podział odpływu powierzchniowego ku różnym zlewniom. Ważna rola przypada w tym względzie działom między zlewniami Luciąży i Pilicy oraz Czarnej (Malenieckiej) i Pilicy. o ile ten drugi dział wodny dzieli międzyrzecze Pilicy i Czarnej w miarę symetrycznie, to ten pierwszy jest wyraźnie przesunięty na

zachód, na „niekorzyść” Luciąży (Ryc. 18). W północnej części Parku zlewnia bezpośrednia Zbiornika Sulejów sięga na przyległe do dna zalanej doliny obszary wysoczyznowe i często wykracza poza granice Parku i jego otuliny. Na wysoczyznach i rozwiniętych stokach doliny działy wodne mają pewny przebieg, natomiast w obrębie płaskich (zwydmionych) teras z rozbudowaną siecią melioracyjną, ich przebieg może być często domniemany – niepewny (Ryc. 20).

a)



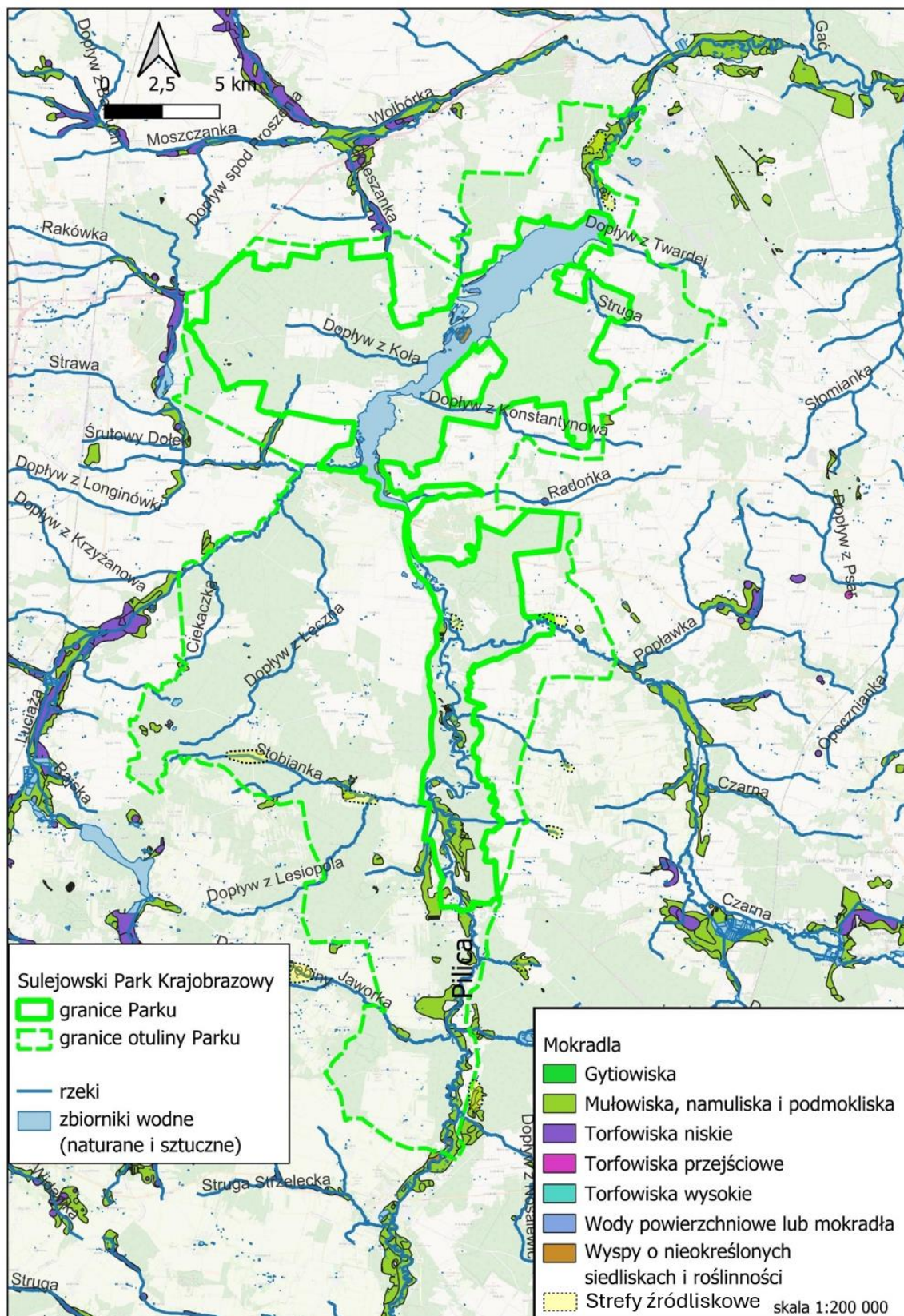
b)



Ryc. 20. Niepewny przebieg działów wodnych w dolinie Pilicy: a) w okolicach Paskrzyna (skala 1:25000), b) w okolicach Dolnej Wsi (skala 1:12500).

Gęstość sieci rzecznej na obszarze SuPK wynosi przeciętnie 0,2-0,3 km/km², choć w południowej części Parku, gdzie funkcjonuje większa ilość mniejszych dopływów Pilicy sięga 0,4-0,5 km/km² (Maksymiuk 1992).

Duży udział dolin rzecznych o charakterze akumulacyjnym, ale również erozyjnym - małych cieków spływających z wysoczyzn do Pilicy, sprawia że obszar SuPK jest predystynowany do powstawania mokradeł dolinnych: namulisk, podmoklik (Ryc. 21). Są one zasilane z podsiąku płytko występujących w dnie Pilicy wód gruntowych oraz wodami rzeczными w czasie ich przyborów i wylewów na dna teras, wtedy też deponowana jest na ich powierzchni drobna materia niesiona w czasie wezbrań korytem rzeki. U krawędzi erozyjnych stoku doliny lub krawędzi teras nadzalewowych, elementem alimentującym podmokłości są wody źródlane, których strugi odpływowe często nikną w podmokłościach terasowych, po których spływają.

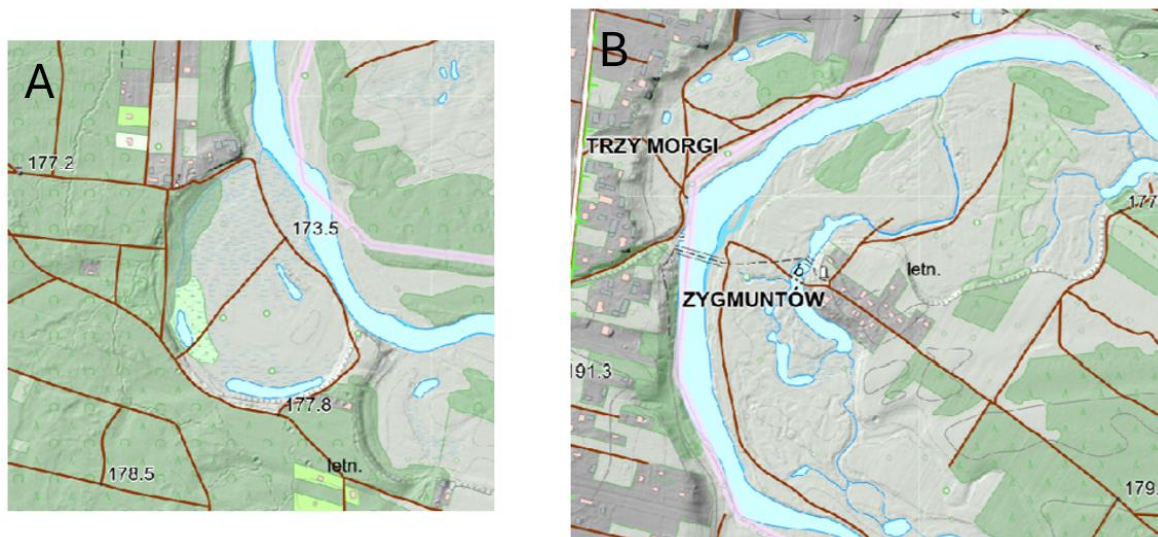


Ryc. 21. Mokradła i obszary źródliskowe na terenie SuPK. Opracowanie na podstawie GIS Mokradła (IT-P-PIB), MHP50k oraz Maksymiuk, Moniewski (1998) A. Weigle i M. Ziutkiewicz

Ważnym dla Parku elementem dna doliny Pilicy są starorzecza. Odcięte od koryta rzecznego, pozbawione nawet okresowego fluwialnego zasilenia i wymiany wody, szybko zarastają. Czasem czytelne są tylko głębsze fragmenty meandra (Fot. 85), pozostałe płytsze pozarastały (Ryc. 22a). Zanikowi meandrów sprzyja obecnie duża zasobność wód w związki nawozowe i położenie w bezpośrednim sąsiedztwie stałych siedzib ludzkich – niwelacja (?) (Ryc. 22b). Z meandrów tworzą się z czasem torfowiska niskie, a gdy nastąpi samo uszczelnienie zbiornika i całkiem ustanie zasilanie rzeczne (wezbrania nie sięgną³), to obiekty ewoluują w torfowisko wysokie.



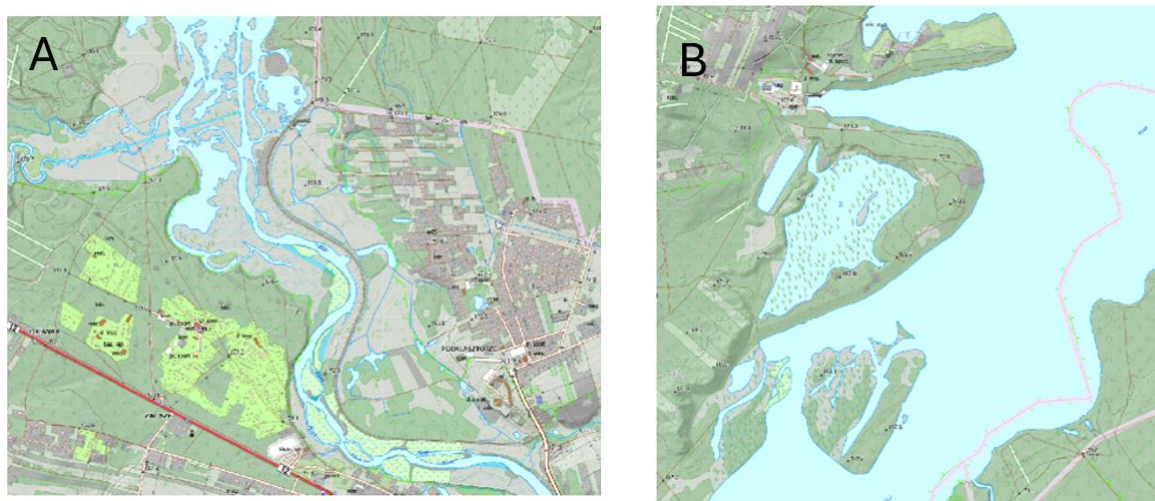
Fot. 85 Zarastające starorzecze Pilicy w okolicach Windugi, (Fot. M. Ziutkiewicz 2025)



Ryc. 22. Różne formy ciągów meandrowych w dnie doliny Pilicy: a) wypukły, b) wklęsły -okolice Windugi. Skala 1:7500.

³ Stany wody brzegowej, tj. wartości powyżej których następuje wylew wody z koryta na poziom terasy zalewowej, wynoszą: w Przedborzu 350 cm, w Sulejowie 170 cm (Maksymiuk, Moniewski 1998).

Szczególną okolicznością prowadzącą do powstawania terenów podmokłych jest piętrzenie wody w Zbiorniku Sulejów. Pomijając sprawę piętrzenia wód podziemnych w dnie doliny, w części która znalazła się poza akwenem (Podklasztorze) – Rys. 22a, piętrzone wody sięgają i wypełniają formy terenu, w których wcześniej następował drenaż wód do koryta Pilicy. Powstawaniu terenów predystynowanych do mokradeł, podmokłisk są również miejsca, gdzie dokonano prac ziemnych w celu osiągnięcia pożądanej płaszczyzny dna zbiornika – m.in. w rejonie kanału doprowadzającego wodę do ujęcia brzegowego w Bronisławowie – Rys. 22b. W pierwszym przypadku powstaje delta z osadów niesionych Pilicą i Luciążą, w drugim powstała laguna. Za nią w kierunku południowym znajduje się wyspa, której niskie brzegi mają charakter podmokły⁴. Zmiany rzędnej piętrzenia wody w zbiorniku, związane m.in. z pełnioną przez niego funkcją przeciwpowodziową, sprawiają że warunki wilgotnościowe na szerokich płaskich brzegach okresowo się pogarszają a zgromadzona tam materia organiczna podlega mineralizacji. Przy normalnym poziomie piętrzenia wyspa wystaje ponad wodę na 1-1,5 m.



Ryc. 23. Warunki brzegowe Zbiornika Sulejów sprzyjające tworzeniu się mokradeł: a) w rejonie cofki zbiornika, b) w rejonie ujęcia brzegowego wód powierzchniowych dla wodociągu Sulejów-Łódź w Bronisławowie.

Szczególnym elementem sieci hydrograficznej SuPK jest Zbiornik Sulejów. W przeciwieństwie do wcześniej omawianych obiektów, nie ma on charakteru naturalnego. Jest świadectwem deficytu wodnego w strefie wododziałowej dorzecza Wisły i Pilicy, pogłębionego powstaniem i gwałtownym rozwojem łódzkiego okręgu przemysłowego (ŁOP). W połowie lat 60-tych XX w., dostrzegając w środkowej Polsce problemy z zaopatrzeniem w wodę produkcji rolnej, opierającej się głównie na glebach lekkich, dobrze przepuszczalnych, przystąpiono do projektu zbiornika na środkowej Pilicy. Miał on pełnić funkcję rezerwuaru wody do ewentualnych nawodnień. Jego lokalizacja była wymuszona istniejącą zabudową doliny rzeki oraz warunkami geologicznymi, tj. płytko występującymi litymi utworami mezozoicznymi, współtworzącymi w sąsiedztwie doliny formy morfologiczne o charakterze odcinków przełomowych. Jeden z tych odcinków, w okolicach Smardzewic wykorzystano do posadowienia zapory. W tym samym czasie w aglomeracji łódzkiej pogłębił się kryzys zaopatrzenia przemysłu i rozrastających się miast w wodę. Przemysł zdrenował zasoby wód podziemnych, a ilości wód tłoczone z Tomaszowa Mazowieckiego nie wystarczały na pokrycie potrzeb mieszkańców

⁴ Morfologia powierzchni wyspy wskazuje, że przy wysokich stanach piętrzenia, w czasie zejścia z Luciążą i Pilicy fal wezbraniowych, pewne fragmenty wyspy są czasowo zalewane i rozmywane.

aglomeracji. Gotowy już projekt zbiornika retencyjnego dla rolnictwa został przeznaczony dla potrzeb komunalnych Łodzi. Zbiornik wybudowano bardzo szybko, a wraz z nim niezbędną infrastrukturę, jak np. ujęcie wody brzegowej wodociągu Sulejów-Łódź w Bronisławowie. z bardziej odległych inwestycji należy wspomnieć o budowie i uruchomieniu przerzutu ścieków z Piotrkowa Trybunalskiego poza zlewnię nowego zbiornika. Ta szybka adaptacja projektu na zasadach doraźnej potrzeby, stała się zapewne przyczyną porażki. Od roku 2004 woda ze Zbiornika Sulejów nie jest pobierana dla potrzeb Łodzi. Złożyło się na to wiele przyczyn, na temat których istnieje obszerna literatura⁵. Z punktu widzenia morfologii i hydrologii doliny Pilicy należy zwrócić uwagę na fakt, że z uwagi na zagospodarowanie doliny, m.in. w rejonie cofki, zbiornik funkcjonował na zbyt niskiej rzędnej piętrzenia, ustalonej na 166,5 m n.p.m. Przy przeciętnym spracowaniu zasobów zbiornika przez pobór dla Łodzi i zrzut przez zapórę, prowadziło to do odśłaniania się dużych powierzchni jego dna. Zbiornik był płytki z epilimnionem sięgającym dna, co przyczyniało się do szybkiej recyrkulacji zdeponowanych w osadach substancji odżywczych. Zbiornik miał dużą powierzchnię, co przyczyniło się do strat na parowanie, zaliczanego w operacie wodnym zbiornika do jednego z trzech najważniejszych elementów rozchodowych. Zbiornik był narażony na ucieczkę wody w podłoże – głębsze mezozoiczne, w strukturę wodonośną niecki tomaszowskiej (południowa część niecki łódzkiej) i płytsze, w aluwia w dolnym odcinku zbiornika, w pobliżu zapory. Mała pojemność, przy konieczności zachowania dużej ilości wód przepływających przez zbiornik, przyczyniała się do szybkiej wymiany, przeciętnie 10- krotnej w ciągu roku.

W ocenie podatności na degradację jakościową zasobów, zbiornik ze względu na swoje cechy morfologiczne, hydrologiczne i zlewniowe wypadał bardzo niekorzystnie, jak dla rezerwuaru wód pitnych (Tab. 7).

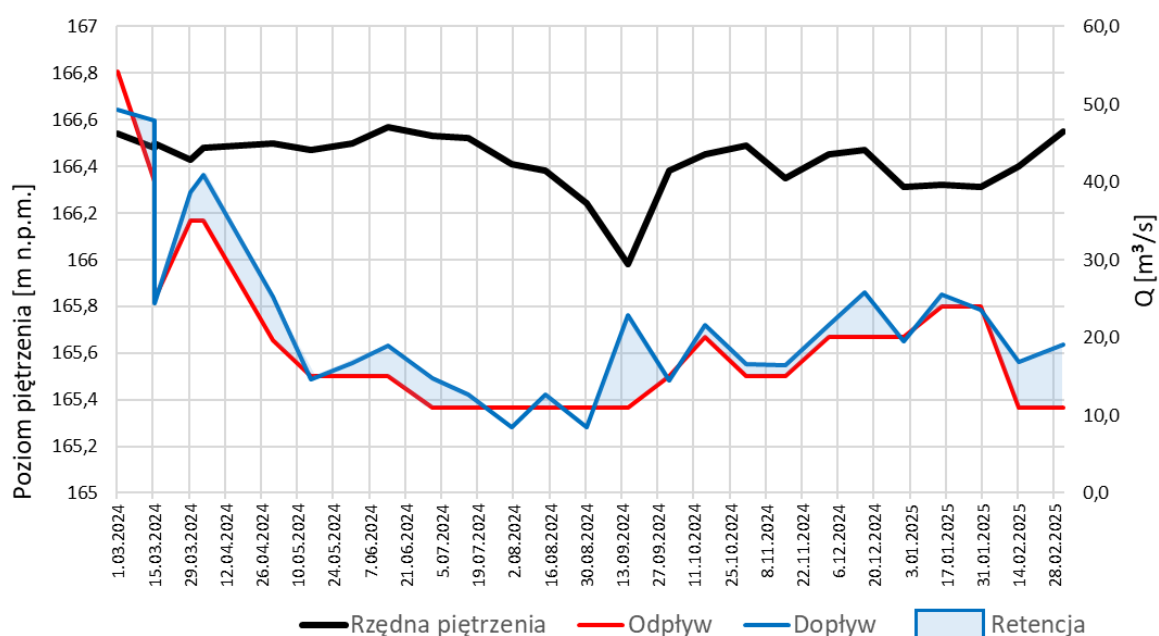
Tab. 7 Ocena podatności Zbiornika Sulejów na degradację (1997 r.). Materiały własne M. Ziulkiewicza

Lp.	Wskaźnik	Wartość	Kategoria	Punktacja
1.	Głębokość średnia [m]	3,3	III	3
2.	Iloraz objętości i długości linii brzegowej	1,3	III	3
3.	Procent stratyfikacji wód [%]	0,0	Poza klasyfikacją	4
4.	Pe/Ve	Brak danych	-	-
5.	Wymiana wody [%]	1000	III	3
6.	Współczynnik Schindlera	106	Poza klasyfikacją	4
7.	Zagospodarowanie zlewni	58% gruntów rolnych	II	2

Wartość średnia z punktów: 3,17. Kategoria III - bardzo podatny na degradację.

⁵ Jako ciekawostkę można podać, że jest mały epizod filmowy dotyczący się wód ze Zbiornika Sulejów. W filmie w reż. Wojciecha Marczewskiego z 1990 r. pt. „Ucieczka z kina Wolność”, realizowanego w Łodzi, pojawia się w rozmowie dwóch bohaterów, cenzorów, problem doniesienia prasowego, że woda nie nadaje się do picia po przegotowaniu (nie podano skąd taka woda pochodzi). To jest akurat ten czas (koniec lat 80-tych), kiedy w wodach zbiornika pojawiły się kwasy organiczne wymywane z podtapianych gleb borów porastających jego brzegi, a proces technologiczny stosowany na SUW Kalinko przyczyniał się do ich transformacji w chloroform. Gotowanie wody nic nie dawało, wręcz przyczyniało się do jego zanieczyszczenia w wodzie pitnej.

Aktualna gospodarka wodna na zbiorniku, gdy nie pełni on już funkcji rezerwuaru wody pitnej, polega na zabezpieczaniu przeciwpowodziowym doliny Pilicy poniżej Smardzewic. Szczególną uwagę zwrócono na Tomaszów Maz. i znajdujące się tam ujęcie wody brzegowej w Brzustówce. Wtórnie do zasadniczych funkcji zbiornika, pojawiła się początkowo nieformalnie, funkcja rekreacyjna i formalnie – poprzez utworzenie parku krajobrazowego – krajobrazowa. Oczywiście nie należy pomijać funkcji energetycznej, gdyż od samego początku w zaporę została wbudowana elektrownia wodna o mocy 3,6MW. Zrozumiałym jest tutaj konflikt funkcji, z którym zbiornik boryka się od samego początku, polegający na utrzymaniu jak najwyższego spadku wód (najwyższy poziom piętrzenia), a jednocześnie jak największej rezerwy powodziowej (najniższy poziom wód). Harmonogram pracy zbiornika zakładał osiągnięcie najwyższej rzędnej piętrzenia na koniec kwietnia, by do końca roku hydrologicznego móc zgromadzone zasoby wodne „spracowywać”. W pierwszym okresie – retencjonowania wód, ich dopływ Pilicą i Luciążką przekraczał zapotrzebowanie, a w drugim zapotrzebowanie przekraczało zasilanie. Aktualny obraz funkcjonowania zbiornika przedstawiono na Rys. 24. Wybrano rok 2024, suchy, czyli reprezentację takiej sytuacji hydrologicznej, w której zbiornik ostatnio szczególnie często funkcjonuje.



Ryc. 24. Warunku hydrologiczne Zbiornika Sulejów w roku suchym, 2024 r. Opracował M. Ziulkiewicz na podstawie dziennych „Informacji o sytuacji hydrologiczno-meteorologicznej” PGWP.

Generalnie dopływ wód rzekami przeważa nad odpływem. Gdy na krótko (sierpień 2024 r.) odpływ był większy od dopływu, poziom wody w zbiorniku szybko i znacznie się obniżył. To m.in. ilustruje małą zdolność retencyjną zbiornika i prawdopodobnie, bo to wymaga pogłębionych analiz, słabe przygotowanie akwenu do nadchodzących zmian warunków hydro-meteorologicznych.

Wodonośne utwory czwartorzędowe na obszar SuPK obejmują zasadniczo dwa zbiorowiska. Naglinowe na wysoczyznach, dzięki któremu w lokalnych obniżeniach terenu znajdują się podmokłości oraz podglinowy znajdujący się w kontakcie hydraulicznym z aluwiami doliny Pilicy (Maksymiuk, Moniewski 1998). Wydzielenie to ma istotne znaczenie dla funkcjonowania w granicach Parku wypływów wód podziemnych. W lata wilgotne, po dużych opadach powoduje powstawanie wysięków. Gdy lokalny poziom naglinowy ma większe zaplecze zasobowe pojawiają się wycieki, które w większej liczbie mogą zasilać górne odcinki strug, jak np. w rejonie Janikowic, Starej Kolonii, Józefowa Starego (Ryc. 21). U podnóża podciętych teras nadzalewowych funkcjonują wypływy zasilane z bardziej

zasobnego poziomu podglinowego, przez co mają one najczęściej charakter permanentny. Obiekty tego typu rejestrowano w dolinie Pilicy w okolicach Koperczyny w południowej części Parku czy Taraski-Kolonii w środkowej części (Ryc. 21). Zdarza się, że obecność takich wypływów w strefie podkrawędziowej jest maskowana przez starorzecza, w dnach których one funkcjonują. Wtedy na ogół z akwenu stale bądź okresowo wypływa struga uchodząca do Pilicy (Ryc. 22a). W obszarach, gdzie utwory czwartorzędowe tworzą pokrywy o niewielkiej miąższości lub zostały usunięte, z leżących pod nimi wodonośnych utworów mezozoicznych, z geoz marglistych i wapieni wypływają wody na powierzchnię terenu tworząc źródła (Fot. 86) czy młaki w Rezerwacie Jawora.



Fot. 86 Źródło szczelinowe w Smardzewicach przy ul. Ogrodowej. Stan z kwietnia roku 2005. (Fot. M. Ziulkiewicz 2025)

Warunki hydrologiczne

Na obszarze SuPK funkcjonują dwa posterunki wodowskazowe IMGW-PIB i jeden na jego bezpośrednim zapleczu, w Przedborzu. Charakterystyki hydrologiczne Pilicy i Czarnej (Malenieckiej) zestawione przez Szczepańskiego (1995-96) w metryczkach tych posterunków zawarto w Tab. 8.

Tab. 8 Charakterystyki hydrologiczne Pilicy w profilu wodowskazowym Przedbórz (a) i Sulejów-Kopalnia (b) oraz Czarnej (Malenieckiej) (c) w profilu Dąbrowa.

a)

Km: 201,2; A: 2535,9 km ² PZ: 187,27 m n.p.m.	N: 51°05'20" E: 19°52'30"
Stan wody [cm]	Przepływy [m ³ /s]
1925-1990	1951-1990
WWW: 510	WWQ: 258 SWQ: 82 SSQ: 15,9 SNQ: 5,88 NNQ: 3,08
NNW: 199	

b)

Km: 161,3; A: 3908,6 km ² PZ: 166,32 m n.p.m.	N: 51°20'27" E: 19°53'20"
Stan wody [cm]	Przepływy [m ³ /s]
1976-1990	1972-1990
WWW: 326	WWQ: 254 SWQ: 103 SSQ: 24,2 SNQ: 9,71 NNQ: 5,70
NNW: 105	

c)

Km: 6,2; A: 941,3 km ² PZ: 172,75 m n.p.m.	N: 51°05'20" E: 19°52'30"
Stan wody [cm]	Przepływy [m ³ /s]
1929-1990	1951-1990
WWW: 520	WWQ: 130 SWQ: 53,6 SSQ: 6,05 SNQ: 1,53 NNQ: 0,30
NNW: 180	

Ostatnie 9 lat hydrologicznych (2015-2024), z których dostępne są dane z posterunków prowadzonych przez IMiGW-PIB, uznaje się za suche, przeanalizowano w celach porównawczych z wieloleciem lat mokrych (1976-1980) starając się wykazać różnice w wielkości zasobów przy jakich zmuszona jest obecnie funkcjonować przyroda ożywiona – Tab. 9 - 14.

Tab. 9 Charakterystyczne miesięczne i roczne stany wody (cm) Pilicy w profilu Przedbórz wg Rocznika hydrologicznego wód powierzchniowych, Wisła 1981 oraz www.imgw.pl.

Rzeka	Stan charakterystyczn y	Miesiące												Średni roczn y
		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Pilica Przedbórz	1976-1980 (wielolecie mokre)													
	SNW	23 7	23 3	23 9	24 3	24 7	25 1	23 5	22 7	<u>22</u> <u>6</u>	22 9	23 6	24 1	237
	SSW	24 7	25 4	26 8	26 8	28 0	27 0	25 1	23 8	23 5	25 2	24 7	25 3	255
	SWW	26 0	28 6	21 4	30 8	<u>33</u> <u>0</u>	31 5	27 4	25 7	25 6	28 5	26 7	27 7	277
	2015-2024 (wielolecie suche)													
	SNW	22 7	22 6	23 2	23 9	23 5	22 5	21 5	20 4	<u>20</u> <u>2</u>	20 9	20 2	21 5	219
	SSW	23 7	24 2	24 9	26 0	24 8	24 2	23 1	21 6	21 1	21 0	22 0	22 9	233
	SWW	25 2	26 6	27 7	<u>28</u> <u>7</u>	27 0	27 3	26 3	23 6	22 8	22 2	24 1	24 8	255

SNW – średnia niska woda; SSW – średnia woda; SWW – średnia wysoka woda; Uwaga: podkreśleniem wyróżniono stany średnie miesięczne ekstremalne.

Przeciętne stany (SSW) Pilicy w Przedborzu w wieloleciu suchym są o około 20 cm niższe od przeciętnych w wieloleciu mokrym, choć w końcówce roku hydrologicznego różnice sięgają 30 cm. Przeciętne roczne wszystkich stanów charakterystycznych różnią się o ok. 22 cm. Znamienne jest, że SSW z lat obecnych odpowiada z grubsza SNW z lat mokrych, a SWW dokładnie odpowiada SSW, czyli wysokie stany w obecnym wieloleciu kształtują się na poziomie przeciętnych z wielolecia mokrego. Najniższe średnie stany w latach mokrych wystąpiły w czerwcu i lipcu, a w latach suchych trwały od czerwca do września. Najwyższe średnie stany w latach mokrych utrzymywały się od stycznia do kwietnia (z SWW w marcu) z drugą kulminacją w sierpniu. W latach mokrych najwyższe stany wystąpiły w lutym (SWW) a kulminacja letnia się nie pojawiła.

Tab. 10 Charakterystyczne miesięczne i roczne stany wody (cm) Pilicy w profilu Sulejów-kopalnia wg Rocznika hydrologicznego wód powierzchniowych, Wisła 1981 oraz www.imgw.pl.

Rzeka	Stan charakterystyczny	Miesiące												Średni roczny
		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Profil wodowskazowy														
Pilica Sulejów-Kopalnia	1976-1980*													
	SNW	b.d.												
	SSW							b.d.						
	SWW													b.d.
	2015-2024													
	SNW	167	166	174	180	174	167	157	149	146	<u>144</u>	145	159	160
	SSW	174	180	190	199	186	180	173	158	153	151	158	172	173
	SWW	185	207	219	<u>223</u>	207	207	196	176	164	161	174	185	192

Uwaga: podkreśleniem wyróżniono stany średnie miesięczne ekstremalne.

*) w roczniku brak danych

Niestety w przypadku danych z drugiego posterunku wodowskazowego porównanie jak wyżej nie jest możliwe, gdyż brak jest stanów wód z lat 1976-80. Można z kolei dokonać porównania tendencji, jakie wystąpiły na obu sąsiednich wodowskazach. Najniższy SNW wystąpił miesiąc później, niż w Przedborzu, SWW powtórzył się w obu miejscach w lutym. Bardzo zbliżone były amplitudy roczne SSW: w Przedborzu wyniosła ona 50 cm, a na wodowskazie „Sulejów-Kopalnia” 48 cm. Dynamika przeciętnych stanów wysokich również była podobna, odpowiednio 65 cm i 62 cm. Wysokie stany przeciętne zarejestrowano na wodowskazie „Sulejów-Kopalnia” w styczniu i lutym, czyli o miesiąc wcześniej niż na południu, najniższe przeciętne w tym samym okresie co w Przedborzu, czyli między VI i IX.

Tab. 11 Charakterystyczne przepływy miesięczne i roczne (m³/s) Pilicy w profilu Przedbórz wg Rocznika hydrologicznego wód powierzchniowych, Wisła 1981 oraz www.imgw.pl.

Rzeka	Stan charaktery- styczny	Miesiące												Średni roczny
		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Profil wodowskazow y														
Pilica	1976-1980													

Przedbórz	SNQ	11,4	10,2	10,6	10,7	15,5	16,0	10,9	8,47	<u>7,98</u>	8,77	10,9	12,4	11,2
	SSQ	14,9	17,1	17,4	20,3	29,2	23,3	16,2	11,7	10,7	16,4	14,6	16,7	17,4
	SWQ	19,2	26,7	29,3	33,8	<u>53,4</u>	40,8	24,3	17,8	17,6	28,5	21,7	25,6	28,2
	2015-2024													
	SNQ	9,961	9,615	10,150	11,668	11,436	9,879	8,628	6,428	6,193	<u>5,957</u>	6,320	8,452	8,724
	SSQ	12,854	12,863	13,644	14,900	14,688	14,530	13,012	9,058	8,383	7,962	9,662	11,759	11,943
	SWQ	16,925	19,310	19,820	<u>23,830</u>	21,060	23,766	22,706	13,870	12,031	10,706	14,707	16,505	17,936

SNQ – średni niski przepływ; SSQ – średni przepływ; SWQ – średni- wysoki przepływ; Uwaga: podkreśleniem wyróżniono przepływy średnie miesięczne ekstremalne.

Różnica w przeciętnych niskich przepływach Pilicy pomiędzy wieloleciami wynosi 2,48 m³/s dla przepływów przeciętnych niskich, 5,46 m³/s dla średnich i 10,26 m³/s dla wysokich (Tab. 11). Najniższy przecięty przepływ Pilicy w latach mokrych jest o 2 m³/s wyższy od tej charakterystyki w latach suchych. SWQ różni się już o blisko 30 m³/s, czyli o ponad 100%. Charakterystyki roczne układają się tak, że SNQ z lat mokrych to SSQ z wielolecia suchego – SNQ jest to ważna norma dla odprowadzania ścieków i ustalania zasobów nienaruszalnych rzeki. SWQ z lat suchych to bez mała SSQ z lat mokrych. Żaden z miesięcznych SWQ nie sięgnął poziomu przeciętnego rocznego stanu wysokiego z lat mokrych.

Tab. 12 Charakterystyczne przepływy miesięczne i roczne (m³·s⁻¹) Pilicy w profilu Sulejów-kopalnia wg Rocznika hydrologicznego wód powierzchniowych, Wisła 1981 oraz www.imgw.pl.

Rzeka Profil wodowskazowy	Stan charaktery- styczny	Miesiące												Średni roczny
		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Pilica Sulejów- kopalnia	1976-1980													
	SNQ	17,9	15,4	15,5	19,0	24,7	25,9	17,1	12,3	<u>12,1</u>	14,5	17	19,6	17,6
	SSQ	23,0	25,9	26,7	31,0	48,0	39,0	26,0	18,1	16,6	29,4	22,9	27,2	27,8
	SWQ	29,9	43,3	45,5	55,6	<u>85,4</u>	65,7	39,9	33,7	28,5	66,1	34,0	45,2	47,7
	2015-2023*													
	SNQ	16,344	16,080	17,096	19,544	17,676	15,390	12,043	9,134	8,244	<u>7,733</u>	8,433	11,773	13,299
	SSQ	19,056	20,933	22,244	27,600	23,489	22,078	18,844	12,198	10,450	10,017	12,520	16,362	17,983
	SWQ	23,878	30,411	32,244	<u>41,011</u>	34,622	37,278	32,278	19,444	14,516	13,339	19,133	22,972	26,791

*) dla roku hydrologicznego 2024 danych dotyczących przepływów materiały IMGW-PIB nie zawierają.

Uwaga: podkreśleniem wyróżniono przepływy średnie miesięczne ekstremalne.

Różnica w przeciętnych niskich przepływach Pilicy w Sulejowie pomiędzy wieloleciami wynosi 4,3 m³/s dla przepływów przeciętnych niskich, 9,8 m³/s dla średnich i 20,9 m³/s dla wysokich (Tab. 12). To wartości dwukrotnie większe, niż w Przedborzu. Relacja między charakterystykami rocznym układu się podobnie, jak w Przedborzu. Najniższy miesięczny SNQ z lat mokrych jest o 4,4 m³/s wyższy od SNQ z lat mokrych. Również najwyższy miesięczny SWQ z lat mokrych przekracza o ponad 100% najwyższy SWQ z lat suchych, jak też najwyższy miesięczny SWQ z lat suchych nie osiągnął przeciętnego rocznego SWQ z wielolecia mokrego.

Pomiędzy wyżej omówionymi posterunkami wodowskazowymi, do Pilicy uchodzi jej największy bezpośredni dopływ⁶, Czarna (Maleniecka).

⁶ Łuciąża jest aktualnie dopływem Zbiornika Sulejów.

Tab. 13 Charakterystyczne miesięczne i roczne stany wody (cm) Czarnej (Malenieckiej) w profilu Dąbrowa wg Rocznika hydrologicznego wód powierzchniowych, Wiśła 1981 oraz www.imgw.pl.

Rzeka Profil wodowskazow y	Stan charaktery -styczny	Miesiące												Średni roczn y
		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Czarna Maleniecka Dąbrowa	1976-1980													
	SNW	22 3	22 4	222	225	228	232	214	<u>208</u>	214	215	223	229	221
	SSW	23 5	24 8	246	251	267	257	232	228	228	252	239	246	244
	SWW	25 6	28 6	281	304	<u>327</u>	306	260	271	262	<u>326</u>	267	288	286
	2015-2024													
	SNW	25 8	26 0	268	274	260	257	243	<u>228</u>	<u>228</u>	<u>228</u>	232	247	249
	SSW	27 9	28 6	293	304	288	285	275	255	248	249	258	274	274
	SWW	29 9	32 3	327	<u>346</u>	320	330	316	295	275	278	293	300	309

Uwaga: podkreśleniem wyróżniono przepływy średnie miesięczne ekstremalne.

W porównaniu stanów wód z obu wieloleciań pojawia się problem natury technicznej. W roku 2007 wodowskaz przebudowano, zmieniając przy tym poziom zera wodowskazu do 172,87 m n.p.m. w stosunku do wcześniejszych danych (Tab. 11) jest to o 12 cm wyżej. Proste dodanie owej różnicy do danych z lat mokrych nie rozwiązuje problemu, gdyż wymaga pogłębionej analizy przypadku i korekty ciągów danych. Uznając, że nie jest to miejsce na takie czynności, ograniczono się do analizy czasowej lat suchych na Czarnej w odniesieniu do jej recypienta. Najniższe stany miesięczne wystąpiły w podobnym okresie co na Pilicy (VI-IX). Maksymalne także okazały się zbieżne, również w lutym, bez wezbrania letniego – niestandardyzowane dane z wielolecia mokrego ukazują wyraźnie drugie, letnie maksimum. Amplituda stanów przeciętnych rocznych (SWW-SNW) wyniosła 50 cm, na Pilicy była niższa: 36 cm w Przedborzu i 32 cm na wodowskazie Sulejów-Kopalnia.

Tab. 14 Charakterystyczne przepływy miesięczne i roczne (m³-s-1) Czarnej (Malenieckiej) w profilu Dąbrowa wg Rocznika hydrologicznego wód powierzchniowych, Wiśła 1981 oraz www.imgw.pl.

Rzeka Profil wodowskazowy	Stan charaktery- styczny	Miesiące												Średni roczny
		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Czarna Maleniecka Dąbrowa	1976-1980													
	SNQ	5,85	2,90	4,36	2,42	4,16	3,35	2,37	3,72	<u>2,15</u>	3,35	2,83	2,26	3,31
	SSQ	7,73	9,34	9,41	11,4	15,2	5,19	3,76	8,13	4,77	4,52	4,66	4,46	7,38
	SWQ	17,00	29,80	26,50	30,90	<u>34,50</u>	12,00	9,24	21,10	9,02	6,84	8,36	11,70	18,08
	2015-2020													
	SNQ	3,033	2,770	2,950	3,203	2,737	2,383	1,870	0,922	1,005	<u>0,780</u>	0,787	1,783	2,019

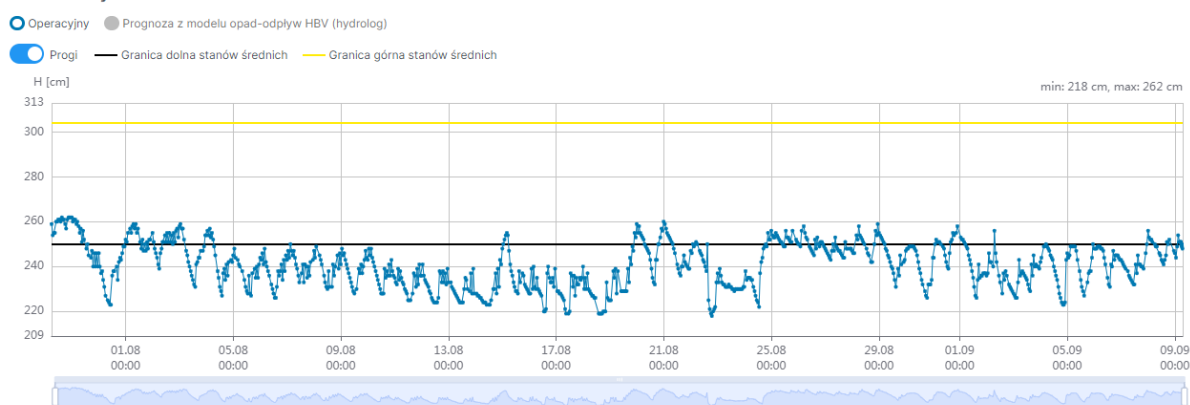
	SSQ	4,792	5,998	5,645	7,083	5,512	5,632	5,390	2,852	2,137	1,758	2,588	4,540	4,494
	SWQ	8,422	14,055	11,692	17,203	11,923	18,090	19,232	8,863	5,358	3,725	6,208	10,483	11,272

Uwaga: podkreśleniem wyróżniono przepływy średnie miesięczne ekstremalne.

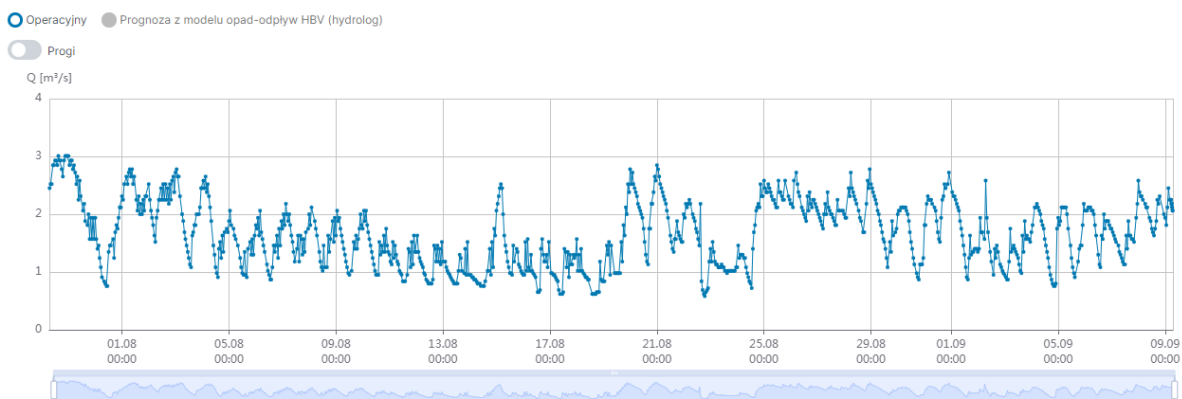
Miesiące wystąpienia ekstremów miesięcznych nieznacznie oba wielolecia różnicują. W latach mokrych największe SWQ wypadło w marcu, a SNQ w lipcu, w latach suchych pierwsze miesiąc wcześniej, a drugie ekstremum o miesiąc później. Różnice bezwzględne były wielokrotne, w przypadku przeciętnych stanów niskich to 275% wyższe SNQ latach 1976-1980, a pod względem różnic w SWQ, 200%. Średnich rocznych stanów charakterystycznych nie sposób odnieść tak bezpośrednio, jak w przypadku Pilicy, choć w przypadku Czarnej (Malenieckiej) najwyższy miesięczny SWQ nie odbiega tak znacznie od rocznego SWQ z lat mokrych, jak miało to miejsce na Pilicy.

Powyższe zestawienie (Tab. 14) ukazuje, jakim błędem obarczone są dane zestawione w Tab. 13, stany wód z obu wieloleci sobie nie odpowiadają, gdyż wraz ze wspomnianą przebudową wodowskazu został zerwany ciąg obserwacyjny z lat wcześniejszych. Należy również pamiętać, że dodatkowa trudność w interpretacji danych hydrologicznych z tego posterunku wynika, jak podaje komunikat IMGW-PIB, z faktu, że wodowskaz znajduje się w zasięgu oddziaływania elektrowni wodnej i cofki budowli piętrzącej. Uznajmy, że przeciętne charakterystyki miesięczne to oddziaływanie nieco łagodzą, choć w skali zmian dobowych efekt funkcjonowania tych obiektów hydrotechnicznych staje się bardzo czytelny (Ryc. 25).

Stan wody



Przepływ



Ryc. 25. Zmiany charakterystyk hydrologicznych rejestrowanych na posterunku wodowskazowym w Dąbrowie na Czarnej (Malenieckiej). Źródło: <https://hydro.imgw.pl/#/station/hydro/151190120?h=73>

Współczynnik przepływu odzwierciedla proporcję między średnią miesięczną wartością przepływu a jego wartością średnią roczną z wielolecia. Przyjmuje on w zlewni Pilicy w Przedborzu (Tab. 15) i Sulejów-Kopalnia (Tab. 16) wartości powyżej jedności w miesiącach zimowych i wiosennych w latach mokrych, a w suchych w okresie dłuższym, tj. od późno-jesiennego po późno-wiosenny. Jest to związane z zasilaniem opadowym zlewni na początku roku hydrologicznego oraz uwalnianiem wody zretencjonowanej w zlewni w okresie zimowym oraz zmniejszonym zasilaniem przy intensywnej ewapotranspiracji w okresie letnim. Co ciekawe w latach suchych okres ten się skrócił (VII-X) w stosunku do wielolecia mokrego (XI-XII, V-X).

Tab. 15 Średnie miesięczne współczynniki przepływu Pilicy w profilu Przedbórz. Obliczenia M. Ziulkiewicza na podstawie danych IMGW-PIB.

Pilica Przedbórz	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1976-1980	0,86	0,98	1,00	1,17	1,68	1,34	0,93	0,67	0,62	0,94	0,84	0,96
2015-2023	1,08	1,08	1,14	1,25	1,23	1,22	1,09	0,76	0,70	0,67	0,81	0,98

Uwaga: wyróżniono wartości ekstremalne i powyżej jedności.

Tab. 16 Średnie miesięczne współczynniki przepływu Pilicy w profilu Sulejów-kopalnia. Obliczenia M. Ziulkiewicza na podstawie danych IMGW-PIB.

Pilica Sulejów- kopalnia	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1976-1980	0,83	0,93	0,96	1,11	1,73	1,40	0,93	0,65	0,60	1,06	0,82	0,98
2015-2023	1,06	1,16	1,24	1,53	1,31	1,23	1,05	0,68	0,58	0,56	0,70	0,91

Uwaga: wyróżniono wartości ekstremalne i powyżej jedności.

Zlewnia Czarnej (Malenieckiej) „zamknięta” wodowskazem w Dąbrowie przedstawia się pod tym względem bardzo podobnie do Pilicy w latach suchych – maksymalna wartość współczynnika przypada w lutym, okres alimentacji trwa od XI do V (Tab. 17). W wieloleciu mokrym współczynnik przyjął wysoką (wyższą niż na Pilicy) wartość w marcu, a okres alimentacji zasobów rozpoczął się z początkiem roku hydrologicznego i zakończył w ostatnim miesiącu zimy.

Tab. 17 Średnie miesięczne współczynniki przepływu Czarnej (Malenieckiej) w profilu Dąbrowa. Obliczenia M. Ziulkiewicza na podstawie danych IMGW-PIB.

Czarna Maleniecka Dąbrowa	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1976-1980	1,05	1,27	1,27	1,54	2,06	0,70	0,51	1,10	0,65	0,61	0,63	0,60
2015-2023	1,07	1,33	1,26	1,58	1,23	1,25	1,20	0,63	0,47	0,39	0,58	1,01

Uwaga: wyróżniono wartości ekstremalne i powyżej jedności.

Zasoby wodne Pilicy są znaczące i o 1 l/s·km² przekraczają średnią dla obszaru kraju. Wartość średnia odpływu jednostkowego przekracza na terenie Parku 6 l/s·km² i nie spada poniżej 4 l/s·km², która to wartość pod postacią izarytmu jest w swoim przebiegu na mapach niemal w całości zbieżna z północnym zasięgiem terenów z licznymi wychodniami uszczelinionych, skrasowiałych mezozoicznych skał węglanowych (Jokiel 2004). Takie obszary w granicach SuPK właśnie występują. Cieki prowadzą przeciętnie 40% odpływu powierzchniowego, resztę stanowi odpływ podziemny (Maksymiuk, Moniewski 1998).

Stan wód powierzchniowych

Na potrzeby wdrażania Ramowej Dyrektywy Wodnej UE oraz zintegrowanego gospodarowania wodami w systemie zlewniowym dokonano wyznaczenia tzw. Jednolite Części Wód Powierzchniowych (JCWP), ujmujących obiekty hydrograficzne (rzeki lub jeziora) o względnie jednorodnej charakterystyce hydrologicznej, hydromorfologicznej, ekohydrologicznej i wielkości antropopresji. Granicami JCWP są topograficzne działy wodne różnego rzędu. W SuPK i jego otulinie znajduje się w swej większej lub mniejszej części (nie mniej niż 0,5% udziału SuPK) 12 JCWP rzecznych i 1 JCW zbiornikowa (Tab. 18, Rys. 26 i 27).

Tab. 18 Zestawienie Jednolitych Części Wód Powierzchniowych na obszarze SuPK (na podstawie <http://karty.apgw.gov.pl:4200/jcw-powierzchniowe>)

Nazwa JCWP, (zlewnia, region wodny). Udział SuPK w pow. JCW.	Kod JCW	Właściciel	Zarządca	Typ wód	Status JCWP	Ocena stanu na podstawie oceny stanu GIOŚ 2014-2019.	Cel środowiskowy
Rzeczne							
Pilica od Zwleczy do Zb. Sulejów. 39,1%	RW2000112545399	Skarb Państwa	Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie. Zarząd Zlewni w Piotrkowie Trybunalskim	RzN - Rzeka nizinna.	Naturalna część wód. Monitorowana w okresie 2022-2027.	Słaby stan ekologiczny, stan chemiczny poniżej dobrego. Stan ogólny: zły stan wód.	Cel środowiskowy: zagrożona. Przedłużenie terminu osiągnięcia celu środowiskowego do 2027 roku. Substancje priorytetowe wprowadzone dyrektywą 2013/39/UE - do 2039 r. Odstępstwo jest związane z tym, że nie są osiągnięte (lub są zagrożone) cele środowiskowe JCWP w zakresie wskaźników: MMI, EFI+PL/ IBI_PL; bromowane difenyletery(b), heptachlor(b). Jest to spowodowane warunkami naturalnymi: wysokim potencjałem sorpcyjnym zlewni oraz silnym i ekstremalnym zagrożeniem suszą. W odniesieniu do substancji priorytetowych – brakiem możliwości technicznych, w tym: niewystarczającymi danymi na temat ognisk zanieczyszczeń. Dla benzo(a)pirenu (występowanie w wodzie) ustalono mniej rygorystyczny cel środowiskowy dla JCWP.
Luciąża od Bogdanówki do ujścia. 72,3%	RW2000112545349	Skarb Państwa	Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie. Zarząd Zlewni	RzN - Rzeka nizinna	Naturalna część wód. Monitorowana w okresie 2022-2027.	Umiarkowany stan ekologiczny, stan chemiczny poniżej dobrego.	Cel środowiskowy: zagrożona. Przedłużenie terminu osiągnięcia celu środowiskowego do 2027 roku. Substancje priorytetowe wprowadzone dyrektywą 2013/39/UE - do 2039 r.

			w Piotrkowie Trybunalskim			Stan ogólny: zły stan wód.	Odstępstwo jest związane z tym, że nie są osiągnięte (lub są zagrożone) cele środowiskowe JCWP w zakresie wskaźników: azot ogólny, azot azotanowy; MMI, EFI+PL/ IBI_PL; benzo(g(w), h(w), i)perylen(w), fluoranten(w), bromowane difenyloetery(b), rtęć(b), heptachlor(b). Jest to spowodowane warunkami naturalnymi (przeciętnym potencjałem sorpcyjnym, słabo i umiarkowanie zagrożone suszą) a w odniesieniu do substancji priorytetowych wprowadzonych dyrektywą 2013/39/UE – brakiem możliwości technicznych, w tym: niewystarczającymi danymi na temat źródeł zanieczyszczenia.
Czarna od Barbarki do ujścia. (Do 2021 r. Czarna Maleniecka). 41,9%	RW200011254499	Skarb Państwa	Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie. Zarząd Zlewni w Piotrkowie Trybunalskim	RzN - Rzeka nizinna.	Naturalna część wód. Monitorowana w okresie 2022-2027.	Słaby stan ekologiczny, stan chemiczny poniżej dobrego. Stan ogólny: zły stan wód.	Cel środowiskowy: zagrożona. Przedłużenie terminu osiągnięcia celu środowiskowego do 2027 roku. Substancje priorytetowe wprowadzone dyrektywą 2013/39/UE - do 2039 r. Odstępstwo jest związane z tym, że nie są osiągnięte (lub są zagrożone) cele środowiskowe JCWP w zakresie wskaźników: IO, MMI; bromowane difenyloetery(b), rtęć(b), heptachlor(b). Jest to spowodowane warunkami naturalnymi (podwyższonym potencjałem sorpcyjnym zlewni oraz słabym i umiarkowanym zagrożeniem suszą) a w odniesieniu do substancji priorytetowych wprowadzonych dyrektywą 2013/39/UE – brakiem możliwości technicznych, w tym: niewystarczającymi danymi na temat ognisk zanieczyszczeń.
Radońka 35,25%	RW200010254532	Skarb Państwa	Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej	PNp - Potok lub strumień	SZCW - silnie zmieniona część wód.	Umiarkowany potencjał ekologiczny, stan	Cel środowiskowy: zagrożona. Przedłużenie terminu osiągnięcia celu środowiskowego do 2027 roku.

			w Warszawie. Zarząd Zlewni w Piotrkowie Trybunalskim	nizinny piaszczysty.	Monitorowana w okresie 2022-2027.	chemiczny poniżej dobrego. Stan ogólny: zły stan wód.	Odstępstwo jest związane z tym, że nie są osiągnięte (lub są zagrożone) cele środowiskowe JCWP w zakresie wskaźników: azot ogólny, azot azotanowy. Jest to spowodowane warunkami naturalnymi: podatnością na presję wskutek niekorzystnych wartości potencjału sorpcyjnego oraz ryzykiem wyschnięcia cieku/ zaników przepływu. Dla benzo(a)piren (występowanie w wodzie) ustalono mniej rygorystyczny cel środowiskowy dla JCWP.
Struga 60,5%	RW200010254538	Skarb Państwa	Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie. Zarząd Zlewni w Piotrkowie Trybunalskim	PNp - Potok lub strumień nizinny piaszczysty.	Naturalna część wód. Monitorowana w okresie 2022-2027.	Dobry stan ekologiczny. Dalej b.d.	Cel środowiskowy: zagrożona. Nie zostało ustanowione odstępstwo. Zlewnia cechuje się naturalną podatnością na presję wskutek niekorzystnych wartości potencjału sorpcyjnego oraz silnym i ekstremalnym zagrożeniem suszą.
Dopływ z Twardej 59,8%	RW2000102545396	Skarb Państwa	Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie. Zarząd Zlewni w Piotrkowie Trybunalskim	PNp - Potok lub strumień nizinny piaszczysty.	Naturalna część wód. Nie jest monitorowana.	Stan chemiczny dobry. Nie można dokonać oceny stanu ze względu na brak badań biologicznych. Stan ogólny b.d.	Cel środowiskowy: zagrożona. Nie zostało ustanowione odstępstwo. Zlewnia nie cechuje się naturalną podatnością na presję wskutek niekorzystnych wartości potencjału sorpcyjnego oraz jest silnie i ekstremalnie zagrożona suszą.
Stobianka 47,0%	RW200006254389	Skarb Państwa	Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie. Zarząd Zlewni w Piotrkowie Trybunalskim	RW_wap - Potok lub mała rzeka wyżynna na podłożu węglanowym.	Naturalna część wód. Monitorowana w okresie 2022-2027.	Umiarkowany stan ekologiczny, stan chemiczny poniżej dobrego. Stan ogólny: zły stan wód.	Cel środowiskowy: zagrożona. Przedłużenie terminu osiągnięcia celu środowiskowego do 2027 roku. Substancje priorytetowe wprowadzone dyrektywą 2013/39/UE - do 2039 r. Odstępstwo jest związane z tym, że nie są osiągnięte (lub są zagrożone) cele środowiskowe JCWP w zakresie wskaźników: OWO; IO;

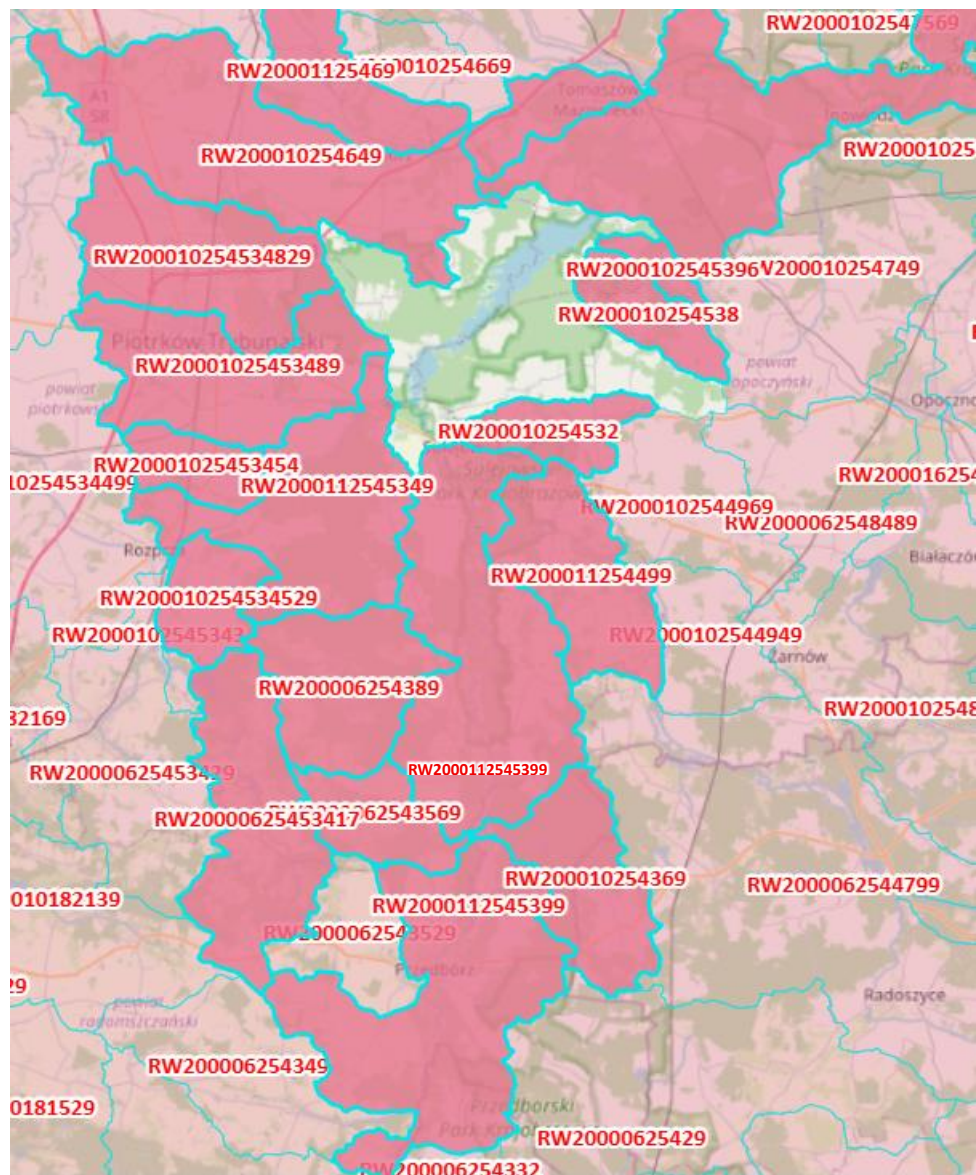
							benzo(g(w), h(w), i)perylen(w). Jest to spowodowane warunkami naturalnymi (zlewnia nie cechuje się naturalną podatnością na presję wskutek niekorzystnych wartości potencjału sorpcyjnego oraz jest silnie i ekstremalnie zagrożone suszą). W odniesieniu do substancji priorytetowych – brakiem możliwości technicznych (w tym: niewystarczającymi danymi na temat ognisk zanieczyszczenia). Dla benzo(a)piren (występowanie w wodzie) ustalono mniej rygorystyczny cel środowiskowy dla JCWP.
Jaworka 26,9%	RW2000062543569	Skarb Państwa	Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie. Zarząd Zlewni w Piotrkowie Trybunalskim	RW_wap - Potok lub mała rzeka wyżynna na podłożu węglanowym	Naturalna część wód. Monitorowana w okresie 2022-2027.	Nie można dokonać oceny stanu ze względu na brak badań biologicznych w JCWP. Stan chemiczny dobry. Stan ogólny b.d.	Cel środowiskowy: zagrożona. Nie zostało ustanowione odstępstwo.
Rakówka 10,1%	RW200010254534829	Skarb Państwa	Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie. Zarząd Zlewni w Piotrkowie Trybunalskim	PNp - Potok lub strumień nizinny piaszczysty.	Naturalna część wód. Monitorowana w okresie 2022-2027.	Słaby stan ekologiczny. Stan chemiczny: b.d. Stan ogólny: zły stan wód.	Cel środowiskowy: zagrożona. Przedłużenie terminu osiągnięcia celu środowiskowego do 2027 roku. Odstępstwo jest związane z tym, że nie są osiągnięte (lub są zagrożone) cele środowiskowe JCWP w zakresie wskaźników: azot ogólny, azot azotanowy; MMI. Jest to spowodowane warunkami naturalnymi: podatnością na presję wskutek niekorzystnych wartości potencjału sorpcyjnego oraz silnym i ekstremalnym zagrożeniem suszą.
Rajska 14,4%	RW200010254534529	Skarb Państwa	Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej	PNp - Potok lub strumień	Naturalna część wód.	Dobry stan ekologiczny, stan chemiczny poniżej dobrego.	Cel środowiskowy: zagrożona. Nie zostało ustanowione odstępstwo. Ze względu na benzo(a)piren (występowanie w wodzie) zostało ustanowione mniej

			w Warszawie. Zarząd Zlewni w Piotrkowie Trybunalskim	nizinny piaszczysty	Monitorowana w okresie 2022-2027.	Stan ogólny: zły stan wód.	rygorystyczne odstępstwo od celów środowiskowych.
Moszczanka Właściwa 6,3%	RW200010254649	Skarb Państwa	Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie. Zarząd Zlewni w Piotrkowie Trybunalskim	PNp - Potok lub strumień nizinny piaszczysty	Naturalna część wód. Monitorowana w okresie 2022-2027.	Umiarkowany stan ekologiczny, stan chemiczny poniżej dobrego. Stan ogólny: zły stan wód.	Cel środowiskowy: zagrożona. Przedłużenie terminu osiągnięcia celu środowiskowego do 2027 roku. Odstępstwo polegające na odroczeniu terminu osiągnięcia celów środowiskowych jest związane z tym, że nie są osiągnięte (lub są zagrożone) cele środowiskowe JCWP w zakresie wskaźników: azot ogólny, BZT5, azot amonowy, fosfor ogólny, fosforany; MIR, MMI; terbutryna(w). Jest to spowodowane warunkami naturalnymi: zlewnia cechuje się naturalną podatnością na presję wskutek niekorzystnych wartości potencjału sorpcyjnego oraz silnym i ekstremalnym zagrożeniem suszą. Ze względu na benzo(a)piren (występowanie w wodzie) i nikiel (występowanie w wodzie) ustalono mniej rygorystyczny cel środowiskowy dla JCWP.
Ojrzanka 0,65%	RW200010254369	Skarb Państwa	Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie. Zarząd Zlewni w Piotrkowie Trybunalskim	PNp - Potok lub strumień nizinny piaszczysty	Naturalna część wód. Monitorowana w okresie 2022-2027.	Umiarkowany stan ekologiczny, stan chemiczny poniżej dobrego. Stan ogólny: zły stan wód.	Cel środowiskowy: zagrożona. Przedłużenie terminu osiągnięcia celu środowiskowego do 2027 roku. Substancje priorytetowe wprowadzone dyrektywą 2013/39/UE - do 2039 r. Odstępstwo jest związane z tym, że nie są osiągnięte (lub są zagrożone) cele środowiskowe JCWP w zakresie wskaźników: MMI. Jest to spowodowane warunkami naturalnymi: nie cechuje się naturalną podatnością na presję wskutek niekorzystnych wartości potencjału sorpcyjnego oraz zlewnia jest słabo i umiarkowanie zagrożona suszą. W zakresie

							wskaźników chemicznych (benzo(a)piren (występowanie w wodzie), benzo(b)fluoranten (występowanie w wodzie), benzo(g,h,i)perylen (występowanie w wodzie) ustalono mniej rygorystyczny cel środowiskowy dla JCWP.
Zbiornikowe							
Zb. Sulejów 14,28%	RW2000222545399	Skarb Państwa	Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie. Zarząd Zlewni w Piotrkowie Trybunalskim	P - Zbiornik przejściowy	SZCW - silnie zmieniona część wód. Monitorowana w okresie 2022-2027.	Słaby potencjał ekologiczny, stan chemiczny poniżej dobrego. Stan ogólny: zły stan wód.	Cel środowiskowy: zagrożona. Przedłużenie terminu osiągnięcia celu środowiskowego do 2027 roku. Substancje priorytetowe wprowadzone dyrektywą 2013/39/UE - do 2039 r. Odstępstwo jest związane z tym, że nie są osiągnięte (lub są zagrożone) cele środowiskowe JCWP w zakresie wskaźników: fitoplankton; BZT5; bromowane difenyletery (b); Heptachlor (b). Jest to spowodowane warunkami naturalnymi (JZW nie cechuje się naturalną podatnością na presję wskutek niekorzystnych wartości potencjału sorpcyjnego) a w odniesieniu do substancji priorytetowych – brakiem możliwości technicznych (w tym: niewystarczającymi danymi na temat ognisk zanieczyszczeń).

Uwaga: w zestawieniu uwzględniono JCW, w których udział SuPK nie jest mniejszy od 0,5%.

Największy udział powierzchni SuPK ma JCW rzeczna Pilicy na odcinku od ujścia Zwleczy do Zbiornika Sulejów oraz JCW zbiornikowa tegoż akwenu. Obejmuje ona zlewnię bezpośrednią oraz zlewnie cieków niższego rzędu za wyjątkiem Strugi i dopływu z Twardej. Od zachodu do JCW Pilicy, tworzącej niejako oś Parku, przylega JCW Luciąży z dużym udziałem otuliny SuPK oraz JCW Stobianki i Jaworki. Z uwagi na bardzo złożony przebieg granic Parku i jego otuliny w ich zasięgu znajduje się również całych szereg innych JCW lecz w bardzo niewielkich częściach, jak np. dopływ z Krzyżanowa (RW20001025453454) z udziałem SuPK na poziomie 0,05%.

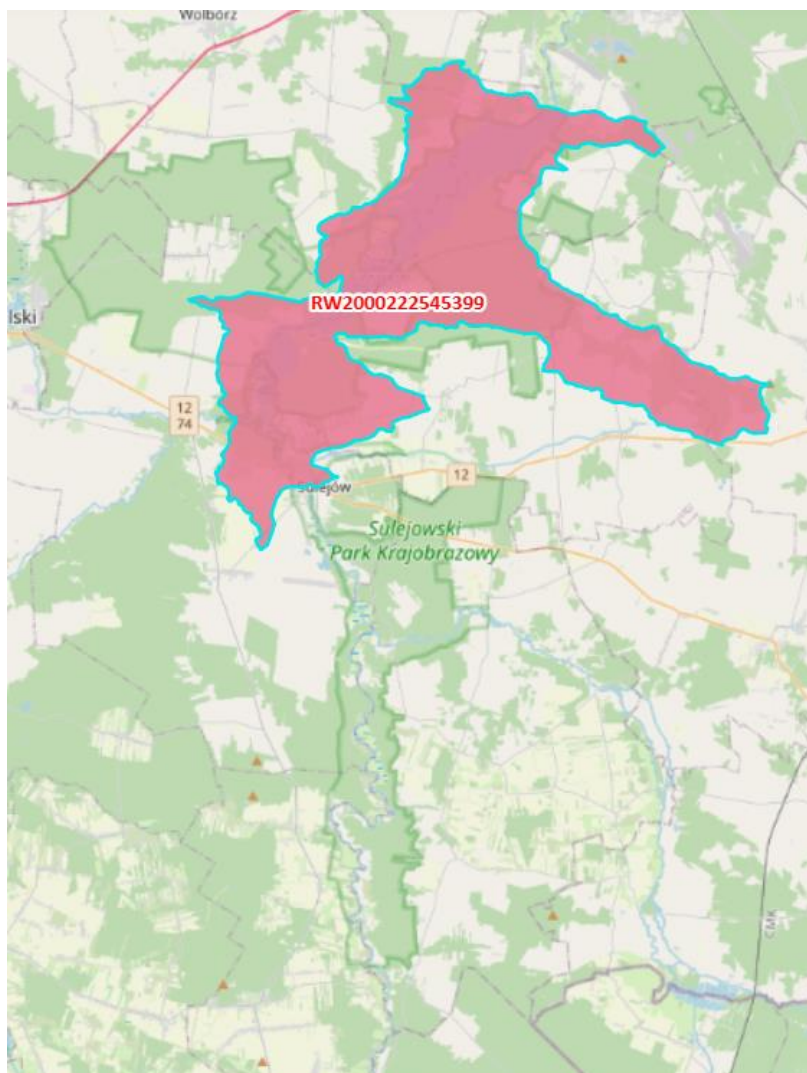


Ryc. 26. SuPK na tle wydzielen Jednolitych Części Wód Powierzchniowych rzecznych. Opracowanie M. Ziulkiewicza na podstawie <http://karty.apgw.gov.pl:4200/mapa>

Powyższe JCWP obejmują w różnej fragmenty SuPK, jednak łączy je w tym względzie cel ochrony:

Ochrona przyrody i krajobrazu w warunkach zrównoważonego rozwoju. Eliminacja lub ograniczanie zagrożeń dla przyrody i krajobrazu. W szczególności: rzeki, bagna, rozlewiska, źródłiska, stawy, grądy niskie, łągi jesionowo-olszowe, ols porzeczkowy, łozowiska, torfowiska niskie, torfowiska wysokie, łąki wilgotne, młaki, szuwały, flora i fauna ekosystemów wodnoblotnych. Zachowanie naturalnych walorów przyrodniczych, krajobrazowych i historycznokulturowych. Zachowanie pełnej

różnorodności biologicznej oraz trwałości i równowagi procesów przyrodniczych ochrony najcenniejszych fragmentów przyrody naturalnej. Ochrona czystości wód, rzek, strumieni i źródeł. Zachowanie naturalnych fragmentów mokradłowej szary roślinnej. Retencja wód.

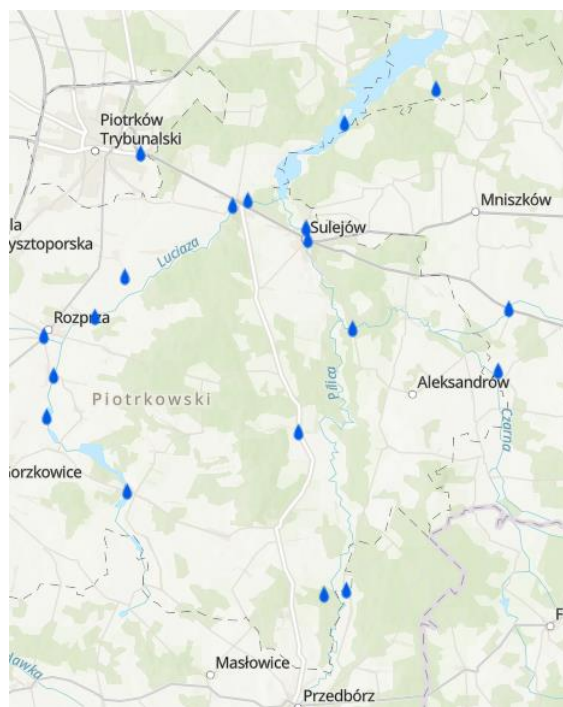


Ryc. 27. SuPK na tle wydziałów Jednolitych Części Wód Powierzchniowych zbiornikowych.
Opracowanie M. Ziulkiewicza na podstawie <http://karty.apgw.gov.pl:4200/mapa>

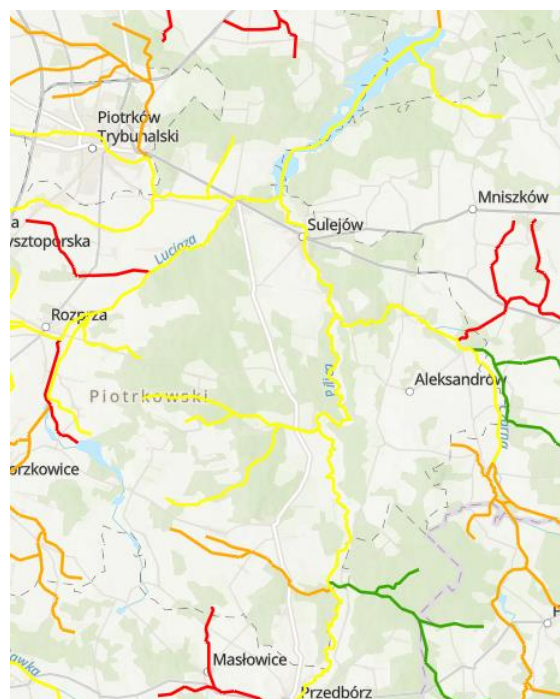
Wszystkie rzeczne JCW, z wyjątkiem jednej (*Radońka*, RW200010254532), podane w Tab. 15, uznano za naturalne części wód. JCW zbiornikową uznano za sztuczną. Pod względem stanu ekologicznego JCW reprezentują bardzo zróżnicowany obraz: trzy rzeczne i zbiornikowa – stan słaby, pięć – umiarkowany, dwie – dobry a w przypadku dopływu z Twardej i Jaworki stanu nie określono ze względu na brak stosownych badań. Inne szczegółowe ustalenia, typ, kategorię, stan obecny i docelowy stan JCW na terenie Parku i jego otuliny podano w Tab. 18.

Wody na terenie SuPK objęte są w miarę gęstą siecią punktów monitoringu (Ryc. 28a), w którym Pilica oraz każdy większy jej dopływ, wraz z wodami Zbiornika Sulejów są objęte kontrolą. Wszystkie elementy aktualnie obowiązującego systemu oceny stanu wód rzecznych w ujęciu przestrzennym za lata 2019-2024 zestawiono na Rys. 28b-12e.

a) punkty pomiarowo-kontrolne



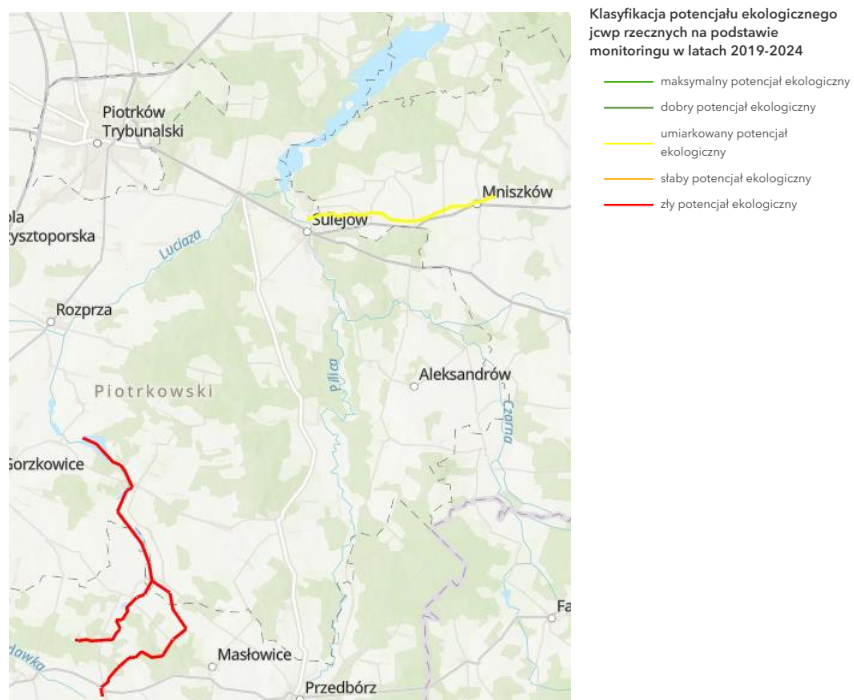
b) stan ekologiczny



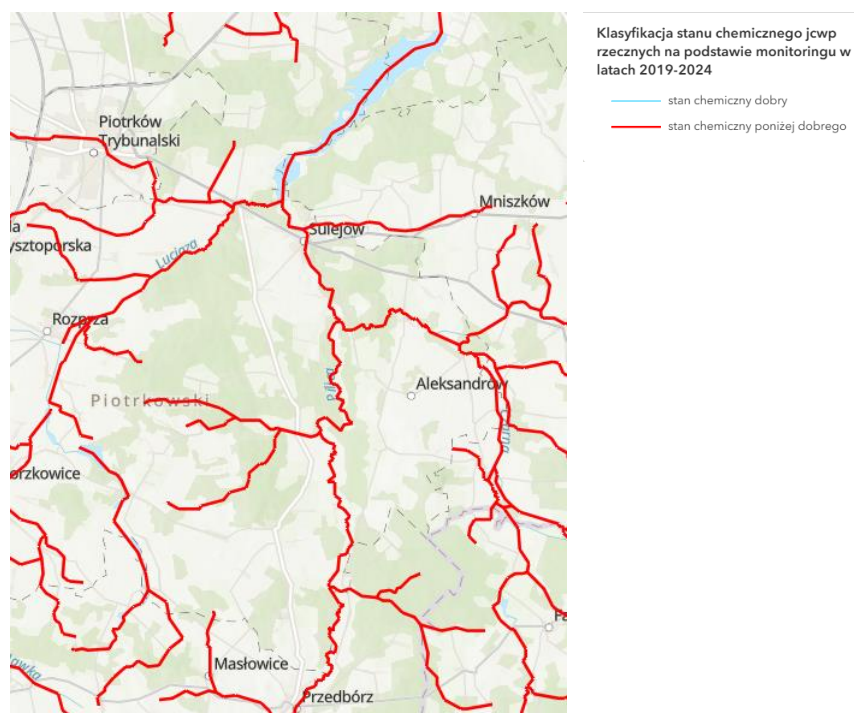
Klasyfikacja stanu ekologicznego jcwp rzecznych na podstawie monitoringu w latach 2019-2024

- bardzo dobry stan ekologiczny
- dobry stan ekologiczny
- umiarkowany stan ekologiczny
- słaby stan ekologiczny
- zły stan ekologiczny

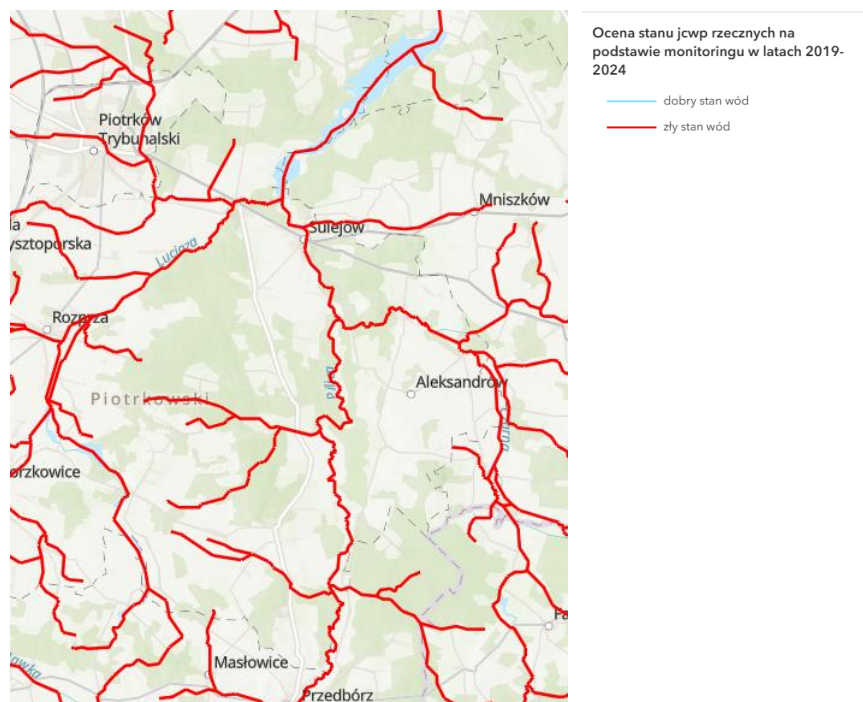
c) potencjał ekologiczny



d) stan chemiczny



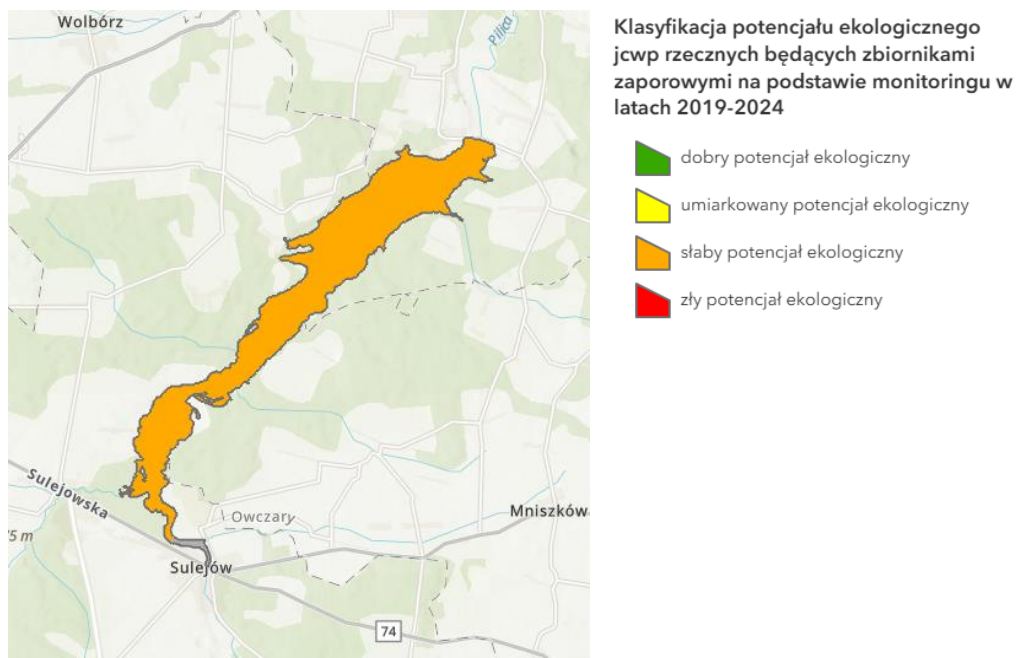
e) stan ogólny



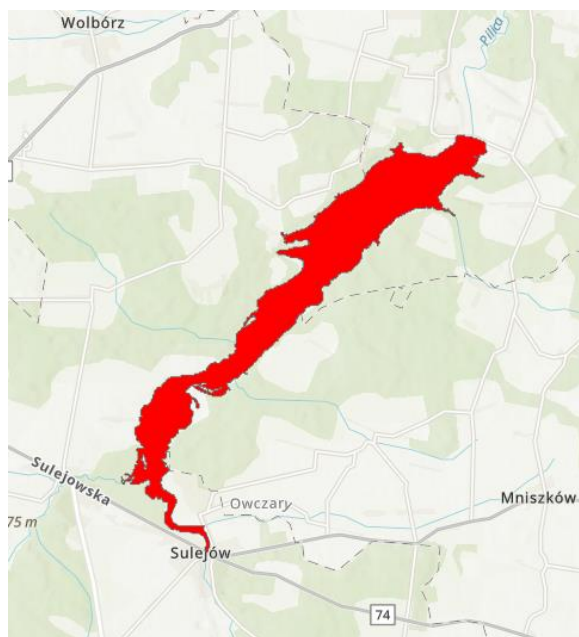
Ryc. 28. Aktualny stan wód rzecznych w SuPK. Opracował M. Ziulkiewicz na podstawie <https://wody.gios.gov.pl/pjwp/maps/>

Ocenę JCW zbiornikowego przedstawiono na Rys. 29.

a) potencjał ekologiczny



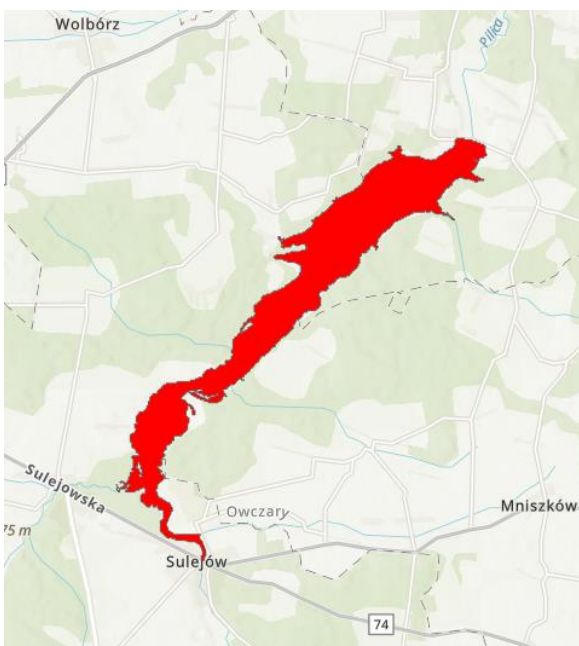
b) stan chemiczny



Klasyfikacja stanu chemicznego jcwp rzecznych będących zbiornikami zaporowymi na podstawie monitoringu w latach 2019-2024

- stan chemiczny dobry
- stan chemiczny poniżej dobrego

c) stan ogólny



Klasyfikacja stanu chemicznego jcwp rzecznych będących zbiornikami zaporowymi na podstawie monitoringu w latach 2019-2024

- dobry stan wód
- zły stan wód

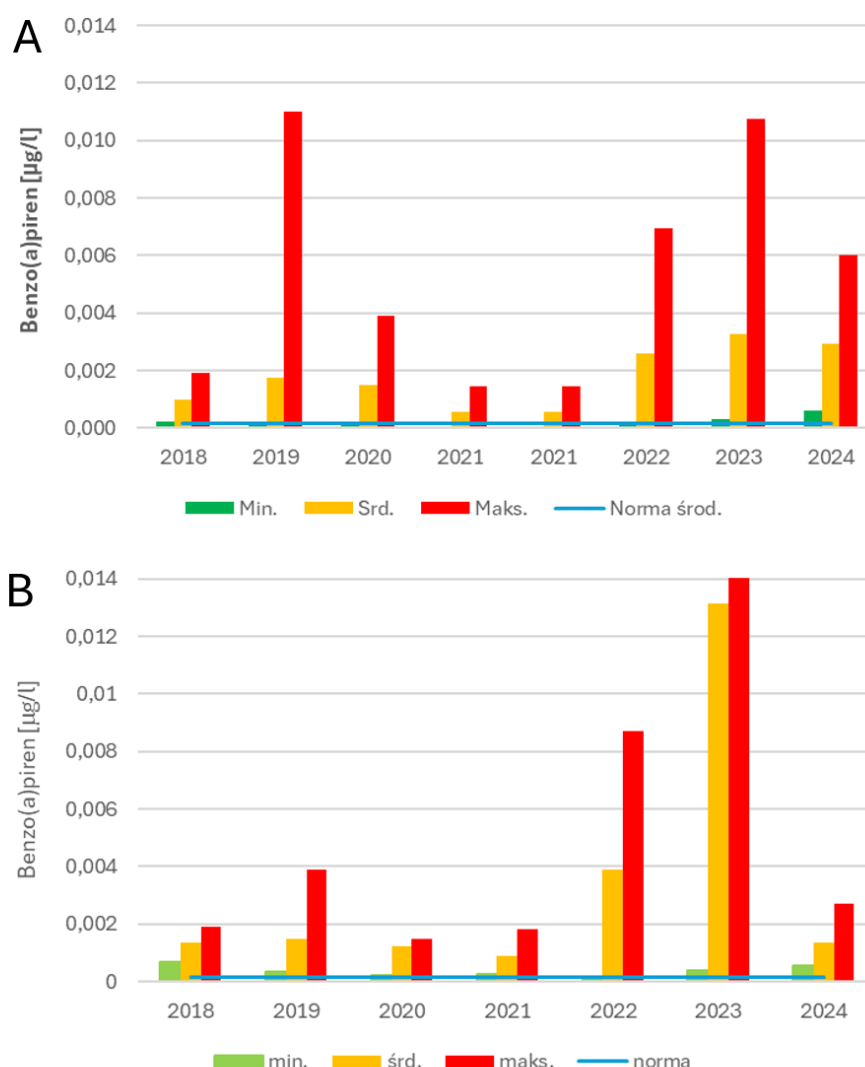
Ryc. 29. Stan wód Zbiornika Sulejowskiego na podstawie wyników monitoringu w latach 2019-2024. Opracował M. Ziulkiewicz na podstawie <https://wody.gios.gov.pl/pjwp/maps/>

Specyfika hydrograficzna SuPK wskazuje, że w jego obszar wpływają zanieczyszczenia, które powstają często w znacznym oddaleniu. Rzeką tranzytową jest Pilica, Luciąża i Czarna (Maleniecka). Natomiast w przypadku mniejszych bezpośrednich dopływów Pilicy lub Zbiornika Sulejów ich wymiar przestrzenny jest lokalny. Ta świadomość jest ważna dla identyfikacji zakresu wysiłków mających na celu spełnienie celu środowiskowego, tym bardziej, że w wyjaśnieniu przyczyn niespełnienia go dotychczas wskazano (Tab. 18) brak możliwości identyfikacji pochodzenia, ognisk (nie źródeł!) zanieczyszczeń. Zanieczyszczenia znoszone rzekami do Zbiornika Sulejów są tam akumulowane, transformowane w inne i wynoszone dalej Pilicą. Od samego początku koncepcji zbiornika zdawano sobie sprawę z konieczności wyeliminowania ognisk zanieczyszczeń przemysłowych i komunalnych

w jego zlewni pośredniej. Chodziło wtedy raczej o obiekty punktowe (zrzuty ścieków), natomiast wraz z intensyfikacją produkcji rolnej (chemizacją) i wykształceniem się nieformalnej funkcji rekreacyjnej zbiornika na plan pierwszy wysunęły się ogniska o charakterze rozproszonym, przestrzennym i to w zlewni bezpośredniej. o ich roli w spływie zanieczyszczeń do sieci hydrograficznej SuPK w poważnym stopniu decydują wody podziemne.

Ocenę stanu poszczególnych JCW w Sulejowskim Parku Krajobrazowym na podstawie wyników monitoringu z lat 2019-2024 podano w tabeli 19.

Wyniki monitoringu chemicznego wskazują, że poważną przeszkodą w osiągnięciu celu środowiskowego jest m.in. benzo(a)piren. Analiza ich stężeń rejestrowanych w wodach Pilicy i Zbiornika Sulejów wskazuje, że jedną z przyczyn ich wysokich stężeń są warunki hydrologiczne, tj. występowanie lat suchych (Ryc. 29). Bardzo niepokojąca jest skala przekroczenia normy środowiskowej dla tej substancji w głównych akwenach SuPK.



Ryc. 30. Stężenia benzo(a)pirenu w wodach Pilicy (a) i Zbiornika Sulejów (b) w latach 2018-2024. Opracował M. Ziulkiewicz na podstawie danych GIOŚ.

Tab. 19 Ocena stanu rzecznych JCWP w Sulejowskim Parku Krajobrazowym w roku 2024. Na podstawie danych GIOŚ opracował M. Ziutkiewicz.

Nazwa JCWP		PLRW20001025451/ PLRW2000112545399. Pilica od Zwleczy do Zbiornika Sulejów			PLRW200011254499. Czarna od Barbarki do ujścia			PLRW20006254356. Jaworka (Struga Pruchnicka)	
Rok oceny		2020	2023	2024	2022	2023	2024	2020	2023
Nazwa ppk		Pilica-Sulejów			Czarna-Ostrów			Jaworka (Struga Pruchnicka) - Będzyn	
Typ abiotyczny		10	RzN	RzN	RzN	RzN	RzN	6	RW_wap
Silnie zmieniona lub sztuczna		NAT	NAT	NAT	NAT	NAT	NAT	NAT	NAT
Program monitoringu		MO			MO, MD, MD/MO			MO, MD, MD/MO	
Klasa elementów	biologicznych	3	3		3			3	4
	hydromorfologicznych		1						3
	fizykochemicznych	2	2	2	2	2	1	2	2<
	fizykochemicznych – zanieczyszczenie specyficzne, syntetyczne i niesyntetyczne		2<		2				
Stan/potencjał ekologiczny		Umiarkowany stan ekologiczny			Umiarkowany stan ekologiczny			Słaby stan ekologiczny	
Substancje priorytetowe	w bocie	1<	2	2	1<				
	w wodzie		2						
Stan chemiczny		Poniżej dobrego			Poniżej dobrego			Brak klasyfikacji	
Stan wód		Zły stan wód			Zły stan wód			Zły stan wód	
Przyczyny nieosiągnięcia stanu dobrego		Benzo(a)piren	Difenyloetery bromowane – biota. Rtęć i jej związki – biota. Benzo(a)piren - woda	Benzo(a)piren	Difenyloetery bromowane – biota. Rtęć i jej związki – biota.		<u>Uwaga:</u> difenyloetery bromowane oraz rtęć i jej związki w wodzie na poziomie 1 klasy.		Makrobezkręgowce bentosowe.

Nazwa JCWP		PLRW20006254389. Stobianka					PLRW200017254532. Radońka			
Rok oceny		2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2023	2024
Nazwa ppk		Stobianka - Stobnica					Radońka - Sulejów			
Typ abiotyczny		6	6	RW_wap	RW_wap	RW_wap	17	PNp	PNp	PNp
Silnie zmieniona lub sztuczna		NAT					NAT	SZCW	SZCW	SZCW
Program monitoringu		MO	MO, MD, MD/MO	MO			MO			
Klasa elementów	biologicznych		3			3			2	
	hydromorfologicznych					2			4	
	fizykochemicznych		2		2	2	2			2
	fizykochemicznych – zanieczyszczenie specyficzne, syntetyczne i niesyntetyczne		2							
Stan/potencjał ekologiczny		Umiarkowany stan ekologiczny					Umiarkowany s.e.	B.d.	Umiarkowany potencjał ekologiczny	
Substancje priorytetowe	w bocie		1<							
	w wodzie		1<	1<	2	2	1<	1<	2	2
Stan chemiczny		B.d.	Poniżej dobrego				Dobry	Poniżej dobrego		
Stan wód		Zły stan wód					Zły stan wód			
Przyczyny nieosiągnięcia stanu dobrego		Benzo(a)piren	Difenyloetery bromowane – biota. Rtęć i jej związki – biota. Benzo(a)piren - woda	Benzo(a)piren	Benzo(a)piren.	Benzo(a)piren.	Benzo(a)piren. Benzo(g,h,i)perylen.	Benzo(a)piren.	Benzo(a)piren. Benzo(g,h,i)perylen.	Benzo(g,h,i)perylen.

Nazwa JCWP		PLRW200002545399. Zbiornik Sulejów				
Rok oceny		2020	2021	2022	2023	2024
Nazwa ppk		Zb. Sulejów - Zarzęcin				
Typ abiotyczny		0	0	nie określa się	nie określa się	nie określa się
Silnie zmieniona lub sztuczna		SZCW	SZCW	SZCW/P	SZCW/P	SZCW
Program monitoringu		MO	MO			
Klasa elementów	biologicznych				4	4
	hydromorfologicznych				2	2
	fizykochemicznych				1	2
	fizykochemicznych – zanieczyszczenie specyficzne, syntetyczne i niesyntetyczne				2<	2
Stan/potencjał ekologiczny						
Substancje priorytetowe	w biocie				2	
	w wodzie	1<	1<	1<	2	2
Stan chemiczny						
Stan wód						
Przyczyny nieosiągnięcia stanu dobrego		Benzo(a)piren.	Benzo(a)piren.	Benzo(a)piren.	Fitoplankton. Flora. Difenyloetery bromowane - biota. Benzo(a)piren - woda.	Fitoplankton. Flora. Benzo(a)piren - woda.

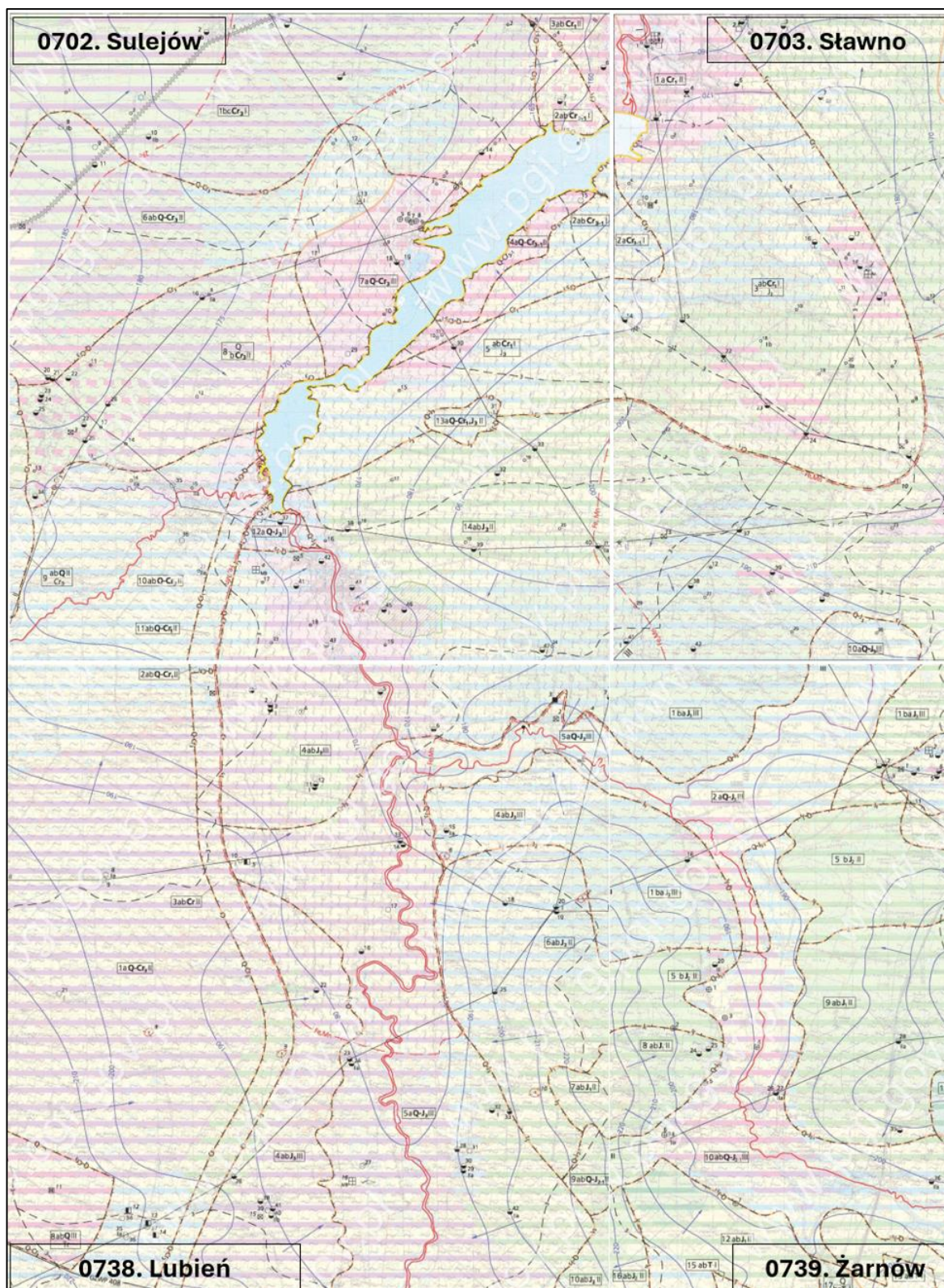
3.4.2. Charakterystyka wód podziemnych i ich zasobów

Sulejowski Park Krajobrazowy położony jest na granicy czterech jednostek tektonicznych: synklinorium łódzkiego i elewacji radomszczańskiej w pasie od południowego-zachodu oraz antyklinorium kujawskiego i antyklinorium szydlowieckiego w części północno-wschodniej (Karnkowski 2008). Przy delimitacji jednostek niższego rzędu wskazuje się również nieckę tomaszowską (kredową) i nieckę sulejowską (jurajską) (Skolarski 2019). Dla warunków hydrogeologicznych istotną kwestią jest budowa tektoniczna o charakterze blokowo-fałdowej oraz to, że szereg uskoków o charakterze regionalnym wnika w pokrywę osadów młodszych (*Ibidem*). W podziale hydrogeologicznym kraju, przygotowanym przez A. Kleczkowskiego (1990), charakter struktur tektonicznych znajduje swoje odzwierciedlenie. Znajdujemy tam artezyjską nieckę łódzką w północno-zachodniej części opisywanego obszaru oraz masyw kujawsko-świętokrzyski w części południowo-wschodniej.

Uwzględniając warunki występowania wód podziemnych, charakterystykę ilościową oraz stopień izolacji wodonośców od powierzchni terenu w kartograficznych opracowaniach hydrogeologicznych wydziela się Główne Użytkowe Poziomy Wodonośne, jako jednostki podstawowe, pełniące bardzo ważne funkcje wodno-gospodarcze. Zasięgi takich jednostek na obszarze SuPK przedstawiono na Rys. 31.

Przebieg hydroizohip wskazuje obszary alimentacji GUPW i strefy drenażu. Najwyżej zwierciadło wody wyniesione jest na obszarze międzyrzecza Pilicy i Czarnej (Malenieckiej) – $230 < m$ n.p.m. i stamtąd wody rozptywiają się do lokalnych baz drenażu, jakim są doliny rzeczne. Ku północy znajduje się niższa elewacja horyzontu wodonośnego, $210 < m$ n.p.m, skąd wody spływają zasadniczo do doliny Pilicy. Na zachód od tejże bazy drenażu znajduje się obszar, w którym zwierciadło sięga rzędnych $210 < m$ n.p.m., rozdzielony przez obniżenie wywołane drenującą doliną Luciąży, ale generalnie ze spływem skierowanym do doliny Pilicy.

Złożona budowa geologiczna na pograniczu czterech jednostek tektonicznych o różnym charakterze strukturalnym sprawia, że w granicach SuPK znajduje się duża ilość wydzieliń podstawowych jednostek hydrogeologicznych GUPW. Poniżej zostaną omówione te, które zajmują największy obszar, a do opisu mniejszych przestrzennie wydzieliń, choć z pewnością ważnych, autorzy opracowania odsyłają do objaśnień poszczególnych arkuszy MHP GUPW dostępnych na stronie: <https://geolog.pgi.gov.pl/>.



Ryc. 31. Arkusze MHP GUPW w zestawieniu dla obszaru, na którym położony jest SuPK. Opracowanie M. Ziulkiewicza.

Na opisywanym obszarze ważną funkcję, z punktu widzenia zasięgu przestrzennego pełnią następujące jednostki hydrogeologiczne, których charakterystyki przedstawiono na podstawie Kos (2002):

- **4 ab J₃ III** – jest jednostką rozczłonkowaną, stanowiącą w południowej części Parku zachodnie obrzeżenie doliny Pilicy (jednostki 5 aQ-J₃ III), przechodząc w środkowej części SuPK w jednostkę dominującą przestrzennie i rozwiniętą w kierunku wschodnim. Występuje w centralnej, wschodniej i północnej części arkusza. Jej łączna powierzchnia wynosi 89,2 km². Na arkuszu Sulejów odpowiada jej jednostka **14 abJ₃ III**, na arkuszu Żarnów jednostka **1 baJ₃ III**. W obrębie omawianej jednostki wody podziemne występują w wapieniach płytowych, oolitowych oraz marglach jury górnej – malmu. Użytkowy górnourajski poziom wodonośny występuje tu najczęściej w przedziale 15-50 m ppt z wyjątkiem okolic Ręczna, gdzie nawiercony jest on głębiej, bo na głębokości około 50-70 m ppt. Współczynniki filtracji k w obrębie tej jednostki wykazują bardzo duży rozrzut wartości - od ekstremalnie wysokich – 191,8 m/24h do bardzo niskich – 0,2 m/24h. Średnia wartość k jest dość wysoka i wynosi około 15 m/24h. Przewodność hydrauliczna kształtuje się na poziomie około 200 m²/24h. Wydajności potencjalne studni wierconych wynoszą 30-70 m³/h. Moduł zasobów odnawialnych określony na podstawie hydrogeologicznej dokumentacji regionalnej (6) wynosi 337 m³/24h·km², zaś zasobów dyspozycyjnych 236 m³/24h·km².
- **5 aQ-J₃ III** obejmuje dolinę Pilicy i Czarnej (Malenieckiej). Na arkuszu Żarnów przechodzi w jednostkę **2 aQ-J₃ III**. Użytkowym poziomem wodonośnym jest połączony poziom czwartorzędowo-górnourajski. Jest on podstawą zaopatrzenia w wodę kilku ośrodków kolonijno-wczasowych leżących wzdłuż koryta rzeki Pilicy. Czwartorzędowo-górnourajski poziom wodonośny występuje płytko - bo około 5-15 m ppt. Charakteryzują go dość wysokie wartości współczynnika filtracji k – wynoszące średnio około 16 m/24h. Przewodność hydrauliczna wynosi 200 m²/24h. Wysokie są również w jej obrębie wartości wydajności potencjalnych studni wierconych – najczęściej reprezentowany jest przedział 50-70 m³/h. W przypadku studni umiejscowionych blisko koryta Pilicy wydajność ta może wzrastać do wartości >120 m³/h. Moduł zasobów odnawialnych określono podobnie jak w przypadku jednostki 4 abJ₃ III na 337 m³/24h·km², zaś zasobów dyspozycyjnych na 236 m³/24h·km².
- **6 abJ₂ II** obejmuje zachodnią i środkową część międzyrzecza Pilicy i Czarnej (Malenieckiej). Na arkuszu Żarnów jednostka przechodzi w **5 bJ₂ II**⁷. Jej parametry hydrogeologiczne przedstawiają się następująco: miąższość warstwy wodonośnej 20-40 m, współczynnik filtracji k – 2 m/24h, przewodność hydrauliczna – 150 m²/24h. Wydajność potencjalna studni wierconych wynosi 30 – 50 m³/h. Moduł zasobów odnawialnych określono na – 173 m³/24h·km², zaś zasobów dyspozycyjnych – 121 m³/24h·km².
- **1 aQ-Cr₃ II** obejmuje zachodnią część SuPK zasadniczo w granicach jego otuliny. Na arkuszu Sulejów odpowiednikiem jej jest jednostka **10 abQ-Cr₃ II**. Jest ona słabo rozpoznana, szczególnie jeśli chodzi o poziom górnokredowy. Nie jest on bowiem nigdzie na jej obszarze ujęty. Odwiercone tu studnie ujmują tylko wyżej leży poziom czwartorzędowy, pozostający zresztą w więzi hydraulicznej z poziomem górnokredowym. Swobodne zwierciadło wód podziemnych na obszarze omawianej jednostki występuje w przedziale głębokości 5-15 m p.p.t w jej środkowej i północnej części. Natomiast w części południowej kształtuje się na głębokości 15-50 m ppt i jest zwierciadłem napiętym. Średni współczynnik filtracji na obszarze jednostki wynosi około 15 m/24h, przewodność hydrauliczna około 200 m²/24h i wzrasta w kierunku

⁷ Informacja zweryfikowana u Paczyński B., 2002: *Objaśnienia do Mapy Hydrogeologicznej Polski w skali 1:50000. Arkusz Żarnów (739)*. PIG&MŚ, Warszawa.

zachodnim. Wydajności potencjalne studni wierconych wynoszą najczęściej 50-70 m³/h rzadziej 30-50 m³/h. Moduł zasobów odnawialnych określono na 265 m³/24h·km², zaś zasobów dyspozycyjnych na 186 m³/24h·km².

Jednostki wydzielone w północnej i północno-zachodniej części Parku przedstawiono na podstawie Cicheckiej (2002):

- **1 bc Cr₃ II** obejmuje północne fragmenty Parku. Jednostka została wydzielona w granicach występowania poziomu wodonośnego w utworach kredy górnej, stanowiących szczelinowy układ hydrostrukturalny. Odpływ wód podziemnych w obrębie wydzielonej jednostki odbywa się w kierunku NE, do Wolbórki w jej zachodniej części, natomiast we wschodniej części odpływ wód następuje w kierunku Pilicy. Zwierciadło wody o charakterze naporowym występuje na zróżnicowanej głębokości, przeważnie zawiera się w przedziale 30-40 m, jedynie w północno wschodnim narożniku arkusza >50. Miąższość utworów wodonośnych wynosi około 100 m. Wydajności potencjalne studni zróżnicowane, w większości 50-70 m³/h, jedynie w strefie wododziałowej w granicach 30-50 m³/h. Moduł zasobów dyspozycyjnych 70 m³/h/km². W obrębie jednostki poziom wodonośny ujmowany jest dla potrzeb wiejskich wodociągów grupowych w Wolborzu i Polichnie. Stopień zagrożenia w obrębie jednostki niski z uwagi na brak ognisk zanieczyszczeń i miąższość glin występujących w nadkładzie poziomu wodonośnego.
- **3 ab Cr₁ II** znajduje się w północnej, północno-wschodniej części Parku, bo na arkuszu MHP Sławno przechodzi w jednostkę **1 a Cr₁ II**. Charakterystykę jednostki z uwagi na słabe rozpoznanie oparto o dane z dokumentacji regionalnej i dostosowano do parametrów jednostek na obszarach sąsiednich (j.w.). Głębokość do zwierciadła wody w przedziale 15-50 m natomiast w dolinie Pilicy <5 m. Wydajność potencjalna studni w granicach 70-120 m³/h. Moduł zasobów dyspozycyjnych 110 m³/h/km². Stopień zagrożenia średni, a w dolinie Pilicy wysoki z powodu braku naturalnej izolacji poziomu wodonośnego.
- **2 ab Cr₃₋₁** znajduje się po obu stronach Zbiornika Sulejów. Obejmuje swym zasięgiem występowanie kompleksu utworów kredy górnej i dolnej. Użytkowym poziomem wodonośnym jest pozostający w łączności hydraulicznej kompleks węglanowo-piaskowcowy. Jej przedłużeniem na sąsiednim arkuszu Sławno jest jednostka numer **2 ab Cr₃₋₁ I**. Głębokość do zwierciadła wody przekracza 20 m. Wydajność potencjalna studni w północnej części jednostki >70 m³/h, natomiast w części południowej w przedziale 30-70 m³/h. Moduł zasobów dyspozycyjnych przyjęto w wysokości 90 m³/h/km². Średni stopień zagrożenia przyjęto z uwagi na wyniki badania stężenia trytu, w oparciu o które oceniono wiek wody na około 50 lat, ponadto w obrębie jednostki brak rozpoznanych ognisk zanieczyszczeń.
- **4 ab Q-Cr₃₋₁ II** obejmuje strefę prawobrzeżnej części Zbiornika Sulejów o powierzchni 3,7km². Wydzielona została w rejonie występowania połączonego poziomu czwartorzędowo-kredowego o płytkim występowaniu swobodnego zwierciadła wody <5 m. Ze względu na brak rozpoznania hydrogeologicznego, parametry jednostki przyjęto w oparciu o dane z dokumentacji regionalnych. Przyjęto miąższość warstwy wodonośnej powyżej 40 m. Wydajność potencjalną studni 70-120 m³/h. Moduł zasobów dyspozycyjnych 120 m³/h/km². Stopień zagrożenia wysoki z uwagi na brak naturalnej izolacji poziomu wodonośnego.
- **7a Q-Cr₃ III** od zachodu przylega do Zbiornika Sulejów. Parametry hydrogeologiczne wydzielonej jednostki zostały dobrze rozpoznane w rejonie Adamowa i Bronisławowa. Główny poziom wodonośny występuje w piaskach i żwirach czwartorzędu zalegających bezpośrednio

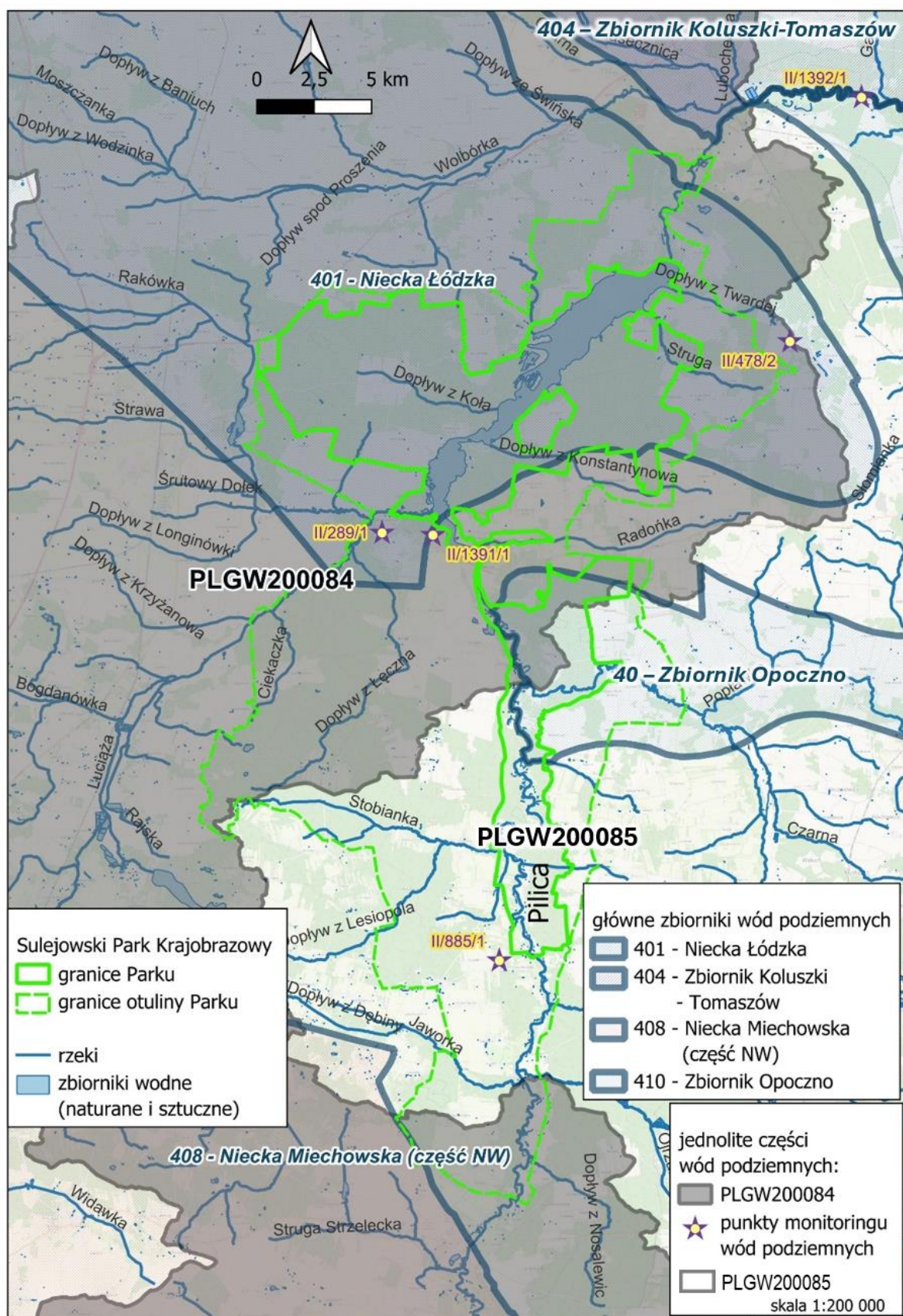
na spękanych marglach kredy górnej. Głębokość do zwierciadła wody <5 m. Wydajność potencjalna studni powyżej 70 m³/h, w rejonie Adamowa, gdzie prowadzono rozpoznanie dla potrzeb ujęcia wód podziemnych dla Łodzi, uzyskano wydajności potencjalne powyżej 120 m³/h. Moduł zasobów odnawialnych przyjęto w wysokości 280 m³/h/km², natomiast dyspozycyjnych 220 m³/h/km². Duży udział w zasilaniu poziomu wodonośnego mają wody powierzchniowe⁸. Odporność poziomu wodonośnego na zanieczyszczenia niska, stąd stopień zagrożenia w całej jednostce wysoki.

- **8 Q/ bCr II** wydzielono w środkowo-zachodniej części Parku, gdzie głównym poziomem użytkowym jest poziom związany z wapieniami i marglami kredy górnej. Występujący w tym rejonie poziom czwartorzędowy ma znaczenie podrzędne. W obrębie jednostki zwierciadło jest przeważnie naporowe a głębokość lokalnie przekracza 50 m, zmniejszając się w kierunku wschodnim. Miąższość poziomu wodonośnego określono na 120 m. Wydajności potencjalne studni w zachodniej części jednostki wysokie > 120 m³/h, w części wschodniej 50-70 m³/h. Moduł zasobów dyspozycyjnych 140 m³/h/km². Stopień zagrożenia niski w obszarze zalegania glin na utworach kredy, natomiast na pozostałym obszarze jednostki z uwagi na obecność SuPK, średni.

Niezwykle istotną rolę w zabezpieczaniu wód podziemnych o dobrej i pewnej, w perspektywie wielolecia, jakości pełnią Główne Zbiorniki Wód Podziemnych. Według koncepcji A. Kleczkowskiego główne zbiorniki wód podziemnych (GZWP) to struktury geologiczne lub ich fragmenty wykazujące w skali regionów hydrogeologicznych najwyższą wodonośność i zasobność, stanowiące obecnie lub mogące stać się w przyszłości podstawowym źródłem zaopatrzenia w wodę mieszkańców. Według obecnie obowiązujących ustaleń główne zbiorniki wód podziemnych muszą spełniać następujące wymagania: wydajność potencjalna otworu studziennego powyżej 70 m³/h, wydajność ujęcia powyżej 10000 m³/d, wodoprzewodność powyżej 10 m²/h (240 m²/d), a woda nadaje się do zaopatrzenia ludności w stanie surowym lub po jej ewentualnym prostym uzdatnieniu przy pomocy stosowanych obecnie i uzasadnionych ekonomicznie technologii. W obszarach deficytowych w wodę kryteria ilościowe mogą być znacznie niższe, lecz wyróżniające zbiornik na tle ogólnie mniej korzystnych warunków hydrogeologicznych. Obszary GZWP nie są bezpośrednio powiązane z jednolitymi częściami wód podziemnych (JCWPd) ani zlewniowym układem krążenia wód podziemnych. Wydzielano je przede wszystkim na podstawie możliwości wykorzystania do zaopatrzenia bez szkody dla środowiska (Mikołajków, Sadurski, 2017).

Z czterech GZWP ukazanych na Rys. 32, swój zasięg na obszarze Sulejowskiego Parku Krajobrazowego mają nr 401 „Niecka Łódzka” i nr 410 „Zbiornik Opoczno”, nieznaczny fragment otuliny w południowej części Parku znajduje się w zasięgu nr 408 „Niecka Miechowska”, podczas gdy północna część Parku ze Zbiornikiem Sulejów znajduje się w granicach pierwszego, a środkowa część w obrębie drugiego ze wskazanych GZWP.

⁸ Zasilanie struktur tej jednostki przez wody Zbiornika Sulejów jest kwestionowane w dokumentacji hydrogeologicznej ujęć wód podziemnych dla wodociągu Sulejów-Łódź, m.in. przez układ zwierciadła wody w wodoności górnokredowym (naporowy) względem poziomu wody w zbiorniku retencyjnym.



Ryc. 32. Obszar SuPK w podziale hydrogeologicznym na GZWP i JCWPd z elementami monitoringu wód podziemnych. Opracowanie M. Ziulkiewicza i A. Weigle na podstawie <https://epsh.pgi.gov.pl/epsh/>.

Charakterystykę podanych wyżej GZWP przygotowano na podstawie Informatora PSH – *Główne Zbiorniki Wód Podziemnych w Polsce* (red. Mikołajków i Sadurski 2017).

GZWP nr 401 jest zlokalizowany w obrębie niecki mogileńsko-łódzkiej, będącej częścią antyklinorium śródpolskiego. Poziom zbiornikowy tworzą piaski, żwiry i słabo związane piaskowce kredy dolnej (albu środkowego i lokalnie hoterywu). Wody w piaskowcach albu w centralnej części niecki występują pod znacznym ciśnieniem, dochodzącym do 550 kPa. Na obszarze wychodni ciśnienie jest nieznaczne, nie przekracza 100 kPa, a miejscami zwierciadło może przechodzić w swobodne. Zwierciadło statyczne stabilizuje się na rzędnej od 120 m n.p.m. wzdłuż północnej granicy GZWP nr 401, do ok. 190 m n.p.m. Wodonośność poziomu jest zmienna i zależna w dużej mierze od głębokości zalegania wodonośca. W pobliżu wychodni, wodoprzewodność poziomu osiąga wartości powyżej 1000 m²/d, a w centrum może spadać do ok. 20 m²/d. Średnio zawiera się w przedziale 100–500 m²/d. Główną bazą drenażu są rzeki Bzura i Pilica. Dolnokredowy poziom zbiornikowy ma duże znaczenie jako dodatkowe źródło dla zaopatrzenia ludności w wodę w rejonach dużych aglomeracji miejskich i szczególnie intensywnie jest eksploatowany w rejonie miasta Łódź. Pobór wód podziemnych z poziomu zbiornikowego wynosi łącznie ok. 34776 m³/d, co stanowi ok. 36% wielkości jego szacowanych zasobów dyspozycyjnych. Jakość wód poziomu zbiornikowego w rejonach gdzie jest on ujmowany, jest ogólnie dobra i z reguły lepsza niż w poziomach wyżej leżących. Świadczy to o stosunkowo słabym wpływie antropopresji na jakość tych wód i dobrej izolacji poziomu. Ma on również dobrą izolację od niżej leżących poziomów jurajskich geogeniczne zagrożenie dla jakości jego wód przez dopływ słonych wód jest niewielki i jak dotąd nigdzie nie stwierdzony. Najrozleglejsze kompleksy leśne znajdują się w północnej oraz południowej części zbiornika, w granicach SuPK. Ochrona zbiornika jest ukierunkowana przede wszystkim na zapobieganie pogorszeniu stanu ilościowego i jakościowego wód w zbiorniku przez nadmierne eksploatowanie wód do celów przemysłowych, jak to miało miejsce w XX w. w związku z rozwojem przemysłu włókienniczego w aglomeracji łódzkiej.

GZWP nr 410 „Zbiornik Opoczno” jest położony w obrębie antyklinorium środkowopolskiego, w zasięgu dwóch jednostek strukturalnych obrzeżenia mezozoicznego Gór Świętokrzyskich, zbudowanego z utworów jury dolnej, środkowej i górnej oraz w południowo-wschodniej części niecki łódzkiej. GZWP nr 410 znajduje się w obrębie utworów węglanowych Oksfordu (Jura górna) ograniczonych od północy i zachodu Pilicą. GZWP nr 410 stanowi zasobny zbiornik wody o charakterze szczelinowym. Wodonośność poziomu jest zmienna, a najwyższe parametry filtracji istnieją w dużych strefach uskokowych z rozwiniętym krasem. Zwierciadło wody jest na ogół swobodne i występuje na głębokości od kilku metrów w dolinach rzecznych nawet do 60 m w strefach wyniesień morfologicznych. Liczne wychodnie wapieni i margli sprzyjają bezpośredniemu zasilaniu piętra jurajskiego. Wodonośność poziomu jest zmienna, a najwyższe parametry filtracji istnieją w strefach uskokowych i rozluźnień tektonicznych z rozwiniętym krasem, gdzie lokalnie współczynniki filtracji dochodzą nawet do 86,4 m/d. Miąższość poziomu wynosi 100–150 m. Ogólnie współczynnik filtracji mieści się w przedziale 0,8–80 m/d. Pobór wód podziemnych nie wpływa znacząco na bilans wód podziemnych. Zatwierdzone zasoby eksploatacyjne ujęć istniejących na obszarze GZWP nr 410 wynoszą 25893,6 m³/d (stan na 2010 r.) co stanowi 31,1% oszacowanych w dokumentacji zasobów dyspozycyjnych zbiornika. Stopień wykorzystania zasobów dyspozycyjnych GZWP nr 410 jest obecnie na niskim poziomie (ok. 10%), pobór rejestrowany w czynnych ujęciach wynosił średnio 8332,8 m³/d w latach 2005–2009. W następnych latach nie było w planach zwiększenia poboru w istniejących ujęciach ani budowy nowych obiektów. Ogólnie większość obszaru GZWP nr 410 oraz jego strefy zasilania nie są obecnie zagrożone pod względem jakościowym. Wynika to przede wszystkim z dominacji na tym terenie gospodarki rolnej o przewadze średnich i małych gospodarstw oraz licznych kompleksów leśnych. Zagrożeniem ze strony działalności rolniczej oraz turystyczno-rekreacyjnej może

być nieodpowiednia polityka związana z odprowadzaniem lub utylizacją ścieków bytowych oraz niestosowaniem się do zalecanych tzw. „dobrych praktyk rolniczych” przez np. wykorzystanie zbyt dużej ilości nawozów naturalnych lub sztucznych i środków ochrony roślin. Lokalnie potencjalne zagrożenie mogą również stanowić fermy hodowlane oraz zakłady przemysłowe w Opocznie, które są największym (i w zasadzie jedynym) ośrodkiem przemysłowym w granicach GZWP nr 410.

Zbiornik **nr 408** tworzą górnokredowe utwory szczelinowe w północno-zachodniej części niecki miechowskiej (w otulinie SuPK) wykształcone głównie w postaci margli, lokalnie wapieni i piaskowców. Seria wodonośna stanowi rozległą i ciągłą warstwę o miąższości najczęściej 40–90 m. Wodoprzewodność warstw zbiornikowych wynosi 50–200 m²/d, a średni współczynnik filtracji 1 m/d. Duża zmienność parametrów hydrogeologicznych, w tym i wodonośności skał zbiornikowych wynika ze ich zmiennego zaangażowania tektonicznego. Największa wodoprzewodność i wodonośność skał ma miejsce w strefach uskokowych. Zasilanie wód podziemnych GZWP nr 408 następuje na drodze infiltracji opadów atmosferycznych w obrębie zbiornika. Szacunkowe jego zasoby dyspozycyjne wynoszą 466 000 m³/d. Zagospodarowanie terenu ma charakter głównie rolniczy i leśny. Większe zgrupowanie lokalnego przemysłu terenowego występuje tylko w Radomsku. Poza zagrożeniem zanieczyszczeniem obszarowym związkami azotu pochodzenia rolniczego nie ma innych istotnych ognisk zanieczyszczeń. Stan jakościowy wód podziemnych na obszarze całego zbiornika zaklasyfikowano jako dobry; I–III klasa z tym, że dominują wody zaliczone do II klasy. Stężenia głównych składników fizyczno-chemicznych wód podziemnych ogólnie mieszczą się w granicach stężeń dla wód do picia. Woda może być używana bez uzdatniania lub po prostym uzdatnieniu ze względu na przekroczenia dopuszczalnych stężeń związków żelaza lub manganu (naturalne składniki wód podziemnych). Podstawowym źródłem zaopatrzenia w wodę ludności w granicach zbiornika są wody podziemne. Sumaryczna wielkość zatwierdzonych w nim zasobów eksploatacyjnych ujęć wód podziemnych stanowi ok. 30% zasobów dyspozycyjnych. Duża rezerwa zasobowa w pełni pokrywa perspektywiczne zapotrzebowania na wodę miejscowych użytkowników. Rozmieszczanie obszarów wymagających ochrony ma charakter mozaikowy, a wymogi ochrony są zróżnicowane w zależności od sposobu zagospodarowania terenu. Koncepcję ochrony zbiornika proponuje się zrealizować na podstawie systemu zakazów i nakazów nałożonych na obszar ochronny oraz prowadzenia odpowiedniej polityki planowania przestrzennego z dominującą funkcją ochronną.

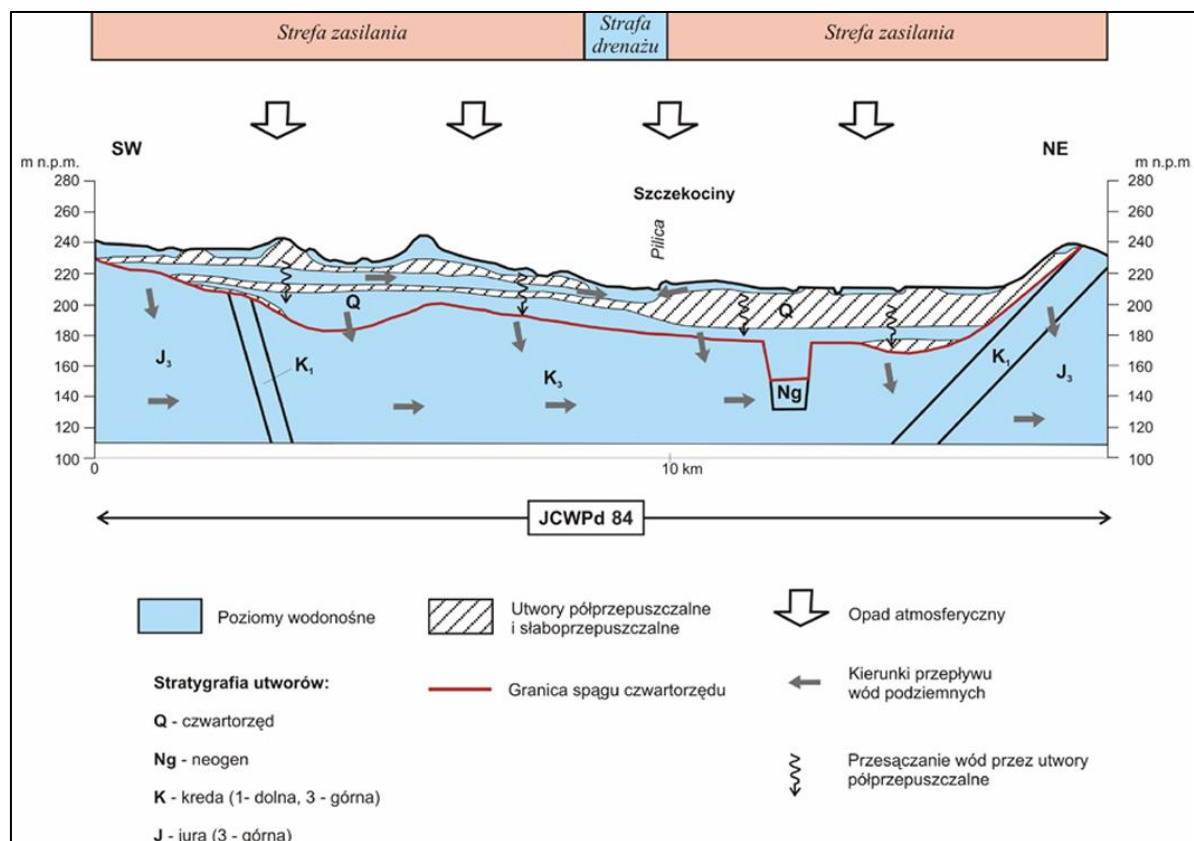
Według podziału kraju na 172 Jednolite Części Wód Podziemnych, obszar Sulejowskiego Parku Krajobrazowego znajduje się w obrębie dwóch takich jednostek (Ryc. 32). JCWPd nr 84 (identyfikator EU - PLGW200084) obejmuje swoim zasięgiem znaczną część Parku. Od południowego-wschodu przylega JCWPd nr 85 (PLGW200085), która wciną się niejako klinem w granice SuPK. Podstawowe informacje o powyższych jednostkach zawiera tabela 20.

Tab. 20 Charakterystyka Jednolitych Części Wód Podziemnych objętych granicami SuPK. Opracował M. Ziulkiewicz na podstawie Kart Charakterystyk JCWPd.

Kod JCW	Powiązanie JCWPd z JCWP w granicach SuPK	Zarządca	Ocena stanu ilościowego Stopień wykorzystania zasobów wód dostępnych do zagospodarowania.	Ocena stanu jakościowego Punkty monitoringu wód podziemnych w granicach SuPK	Stan JCWPd w 2019 r.	Kompleksy wodonośne	Zidentyfikowane znaczące presje Rodzaj presji determinującej stan wód w obrębie danej JCWPd	Ocena ryzyka nieosiągnięcia celu środowiskowego
GW200084	RW200010254534829, RW2000112545399, RW200010254532, RW200010254538, RW2000102545396, RW200010254534529, RW200010254649.	Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie. Zarząd Zlewni w Piotrkowie Trybunalskim.	Dobry 11%	Dobry MSI*: II/289/1, II/478/2, II/1391/1 MSCh**: 286	Dobry	I/ Q porowy II/ J szczelinowo-krasowy, J szczelinowo-porowy, K szczelinowo-porowy, K szczelinowy, T krasowo-szczelinowo-porowy	Presja obszarowa rozproszona związana z rolnictwem, gospodarką komunalną lub przemysłem. Chemiczna	Niezagrożona
GW200085	RW200010254369, RW2000112545399, RW200011254499, RW200006254389, RW2000062543569.	Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie. Zarząd Zlewni w Piotrkowie Trybunalskim.	Dobry 9%	Dobry II/885/1	Dobry	I/ Q porowy, J szczelinowo-krasowy, J szczelinowo-porowy, K szczelinowo-porowy, K szczelinowy, T szczelinowo-krasowy, T szczelinowo-porowy. II/ J szczelinowo-krasowy, J szczelinowo-porowy	Brak zidentyfikowanej presji powodującej zagrożenie dla stanu JCWPd. NIE	Niezagrożona

*) monitoring stanu ilościowego, **) monitoring stanu chemicznego

Z uwagi na rolę, jaką w SuPK pełni JCWPd nr 84, ukazano schematyczny system krążenia wód podziemnych w tej jednostce (Ryc. 33).



Ryc. 33. Schemat krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 84 wg karty informacyjnej PIG-PIB.

Obszar zasilania wodonośców kenozoicznych znajduje się na całym praktycznie obszarze (wrażliwość na zanieczyszczenie) z wyłączeniem doliny Pilicy, mającej charakter bazy drenażu regionalnego. Inną istotną kwestią jest swobodne - w strefach kontaktów hydraulicznych, lub też ograniczone – poprzez przesączanie przez utwory trudnoprzepuszczalne, zasilanie horyzontów wgłębnych, mezozoicznych. Strefy uskokowe mają ograniczone możliwości ekranowania ruchu wód podziemnych, choć ta kwestia okazała się akurat bardzo istotna w wytworzeniu lokalnych, bardzo dobrych warunków zasobowych w rejonie ujęcia wód podziemnych dla wodociągu Sulejów-Łódź.

To bogate środowisko wód podziemnych podlega w granicach SuPK i bezpośredniej bliskości granic otuliny, monitoringowi w równomiernie rozmieszczonej sieci obserwacyjnej (Ryc. 32). W tabeli 21 zestawiono podstawowe informacje nt. punktów monitoringu wód podziemnych na obszarze, gdzie znajduje się Park.

Tab. 21 Punkty monitoringu wód podziemnych w okolicach SuPK. Opracowanie M. Ziulkiewicza na podstawie <https://epsh.pgi.gov.pl/epsh/>

Cecha	Punkty Monitoringu Wód Podziemnych					
	15	1857	2638	2673	1096	1582
Nr punktu CBDH	7030021	7030117	-	7020171	7020020	7380036
Nr punktu monitoringu ilościowego	II/478/1	II/478/2	-	II/1391/1	II/289/1	II/885/1
Nr punktu monitoringu chemicznego	287	1421	286	2345	285	1399
Nr monitoringu badawczego	bvfd	Null	Null	Null	Null	Null
Typ monitoringu badawczego	Null	Null	Null	Null	Badawczy KWB Bełchatów	Null
Miejscowość	Celestynów	Celestynów	Radonia	Sulejów	Włodzimierzów	Nowinki
Gmina	Sławno	Sławno	Mniszków	Sulejów	Sulejów	Ręczno
Monitoring stanu ilościowego	Nie	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak
Rozpoczęcie monitoringu stanu ilościowego	1982	2011	Null	2006	1978	2011
Zakończenie j.w.	2011	Null	Null	Null	Null	Null
Monitoring stanu chemicznego	PMŚ: 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 2006, 2007, 2010 (https://mjwp.gios.gov.pl). PSH: (https://mjwp.gios.gov.pl). 1998, 2000, 2002, 2005, 2008, 2009.	PMŚ: 2019, 2022 (https://mjwp.gios.gov.pl). PSH: 2011, 2013, 2015, 2017, 2020, 2021.	PMŚ: 1991, 1992 (https://mjwp.gios.gov.pl).	PMŚ: 2010, 2012, 2016, 2019, 2022. (https://mjwp.gios.gov.pl). PSH: 2006, 2007, 2008, 2009, 2011, 2013, 2014, 2017, 2020, 2021.	PMŚ: 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2010, 2012, 2016, 2019, 2022. (https://mjwp.gios.gov.pl); PSH: 2008, 2009, 2014, 2015, 2017, 2018.	PMŚ: 2016, 2019, 2022 (https://mjwp.gios.gov.pl). PSH: 2009, 2012, 2013, 2015, 2017, 2021.
X PL - 1992	575094,37	575061,47	570498,89	559494,31	557273,3	562386,24
Y PL - 1992	397751,29	397756,99	388800,18	389320,37	389418,19	370773,26
Rzędna terenu [m n.p.m.]	220,00	214,45	Null	170,49	182,86	184,0
Stratygrafia/litologia/ typ	K1/ piaskowce/ porowo-szczelinowy	K1/ piaskowce/ porowo-szczelinowy	Q (obejmuje górny Pliocen-Gelas, Plejstocen i Holocen)/ Null/ porowy	Q (obejmuje górny Pliocen-Gelas, Plejstocen i Holocen)/ piaski+żwiry/ porowy	Q (obejmuje górny Pliocen-Gelas, Plejstocen i Holocen)/ piaski/ porowy	Q (obejmuje górny Pliocen-Gelas, Plejstocen i Holocen)/ żwiry/ porowy

ośrodka wodonośnego						
Rodzaj otworu	studnia wiercona	piezometr	b.d.	piezometr	studnia wiercona	studnia wiercona
Rok budowy	1964	2011	Null	2005	1960	1977
Głębokość otworu [m]	20	25	Null	12	43	19
Zwierciadło nawiercone/ ustalony/ aktualny pomiar (data) [m p.p.t.]	14,2/ 8,4/ Null	10,95/ 10,95/ 18,47 (28.VII.2025)	Null/Null/ b.d.	2,4/ 2,4/ 2,79 (28.VII.2025)	30/ 13,7/ 13,57 (28.VII.2025)	0,4/ 0,4/ 0,96 (31.VII.2025)
Zwierciadło wody	napięte	swobodne	swobodne	swobodne	napięte	swobodne
Ocena stanu 2014 (klasa)	-	III	-	III	III	III
Ocena stanu 2024 (klasa)	-	III	-	III	III	III

Wyniki badań stanu chemicznego – monitoringu diagnostycznego wód podziemnych w powyższej sieci obserwacyjnej zestawiono w tabeli 22.

Tab. 22 Wyniki monitoringu diagnostycznego wód podziemnych w okolicach SuPK w latach 2015-2022. Opracował M. Ziulkiewicz na podstawie <https://epsh.pgi.gov.pl/epsh/>

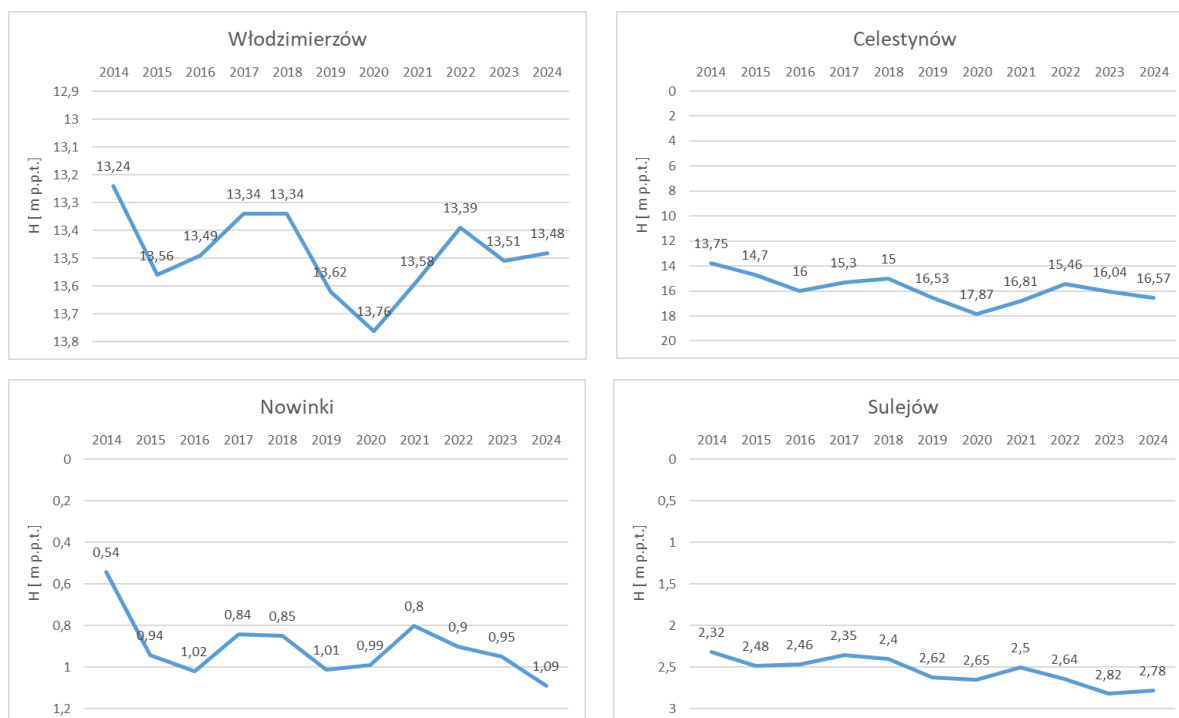
Oznaczenie punktu MWP*	Rok	Klasa jakości	Przekroczenie wymagań	PEW [mS/cm]	pH [-]	Składniki chemiczne [mg/L]												Typ hydro-chemiczny
						HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Fe	Mn	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	
II/289/1 285	2014	IV	Zn	232	7,82	146,6	7,18	3,76	44,9	3,8	3,28	0,79	0,01	0,140	0,13	<0,01	0,06	HCO ₃ -Ca
	2019	II	-	230	7,59	148,0	7,77	5,32	45,4	3,7	3,20	0,70	0,44	0,128	0,45	<0,01	0,11	HCO ₃ -Ca-Mg
	2022	II	-	230	7,54	159,0	4,70	2,52	45,6	4,0	3,40	0,80	0,87	0,146	0,06	<0,01	0,11	HCO ₃ -Ca
II/478/2 1421	2015	II	-	243	6,94	46,0	53,0	7,24	36,96	4,3	3,03	1,21	0,10	0,002	18,60	<0,01	<0,05	SO ₄ -HCO ₃ -Ca
	2019	II	-	214	6,58	51,0	53,1	5,00	35,10	4,0	3,90	1,30	0,05	0,003	16,90	<0,01	<0,05	HCO ₃ -SO ₄ -NO ₃ -Ca
	2022	II	-	213	6,71	55,0	40,6	5,90	33,60	3,9	3,4	1,2	<0,01	0,001	20,50	<0,01	<0,05	HCO ₃ -SO ₄ -Ca
II/885/1 1399	2015	IV	NO ₃	307	6,97	38,0	44,1	12,6	45,98	3,74	5,79	1,52	<0,01	0,002	61,90	<0,01	<0,05	NO ₃ -SO ₄ -HCO ₃ -Ca
	2019	IV	NO ₃	286	6,91	67,0	43,2	8,84	50,00	3,50	5,80	1,50	0,01	0,004	54,90	<0,01	<0,05	HCO ₃ -SO ₄ -NO ₃ -Ca

	2022	IV	NO ₃	279	6,63	60,0	38,5	11,30	48,40	3,50	5,60	1,50	<0,01	0,002	55,60	<0,01	<0,05	HCO ₃ - NO ₃ -SO ₄ - Ca
II/1391/1 2345	2014	II	-	574	6,69	102,5	88,2	80,40	70,93	7,13	45,91	1,74	<0,01	<0,001	14,40	<0,01	<0,05	Cl- SO ₄ -HCO ₃ -Ca- Na
	2019	II	-	619	6,70	102,0	65,1	97,80	67,70	7,20	47,60	1,80	<0,01	<0,001	17,00	<0,01	<0,05	HCO ₃ -Ca-Mg
	2022	II	-	679	6,52	96,0	57,8	149,00	72,40	8,20	60,60	2,10	<0,01	<0,001	17,70	0,02	<0,05	Cl- HCO ₃ -Ca-Na

*) Licznik nr punktu monitoringu ilościowego, mianownik nr punktu monitoringu chemicznego.

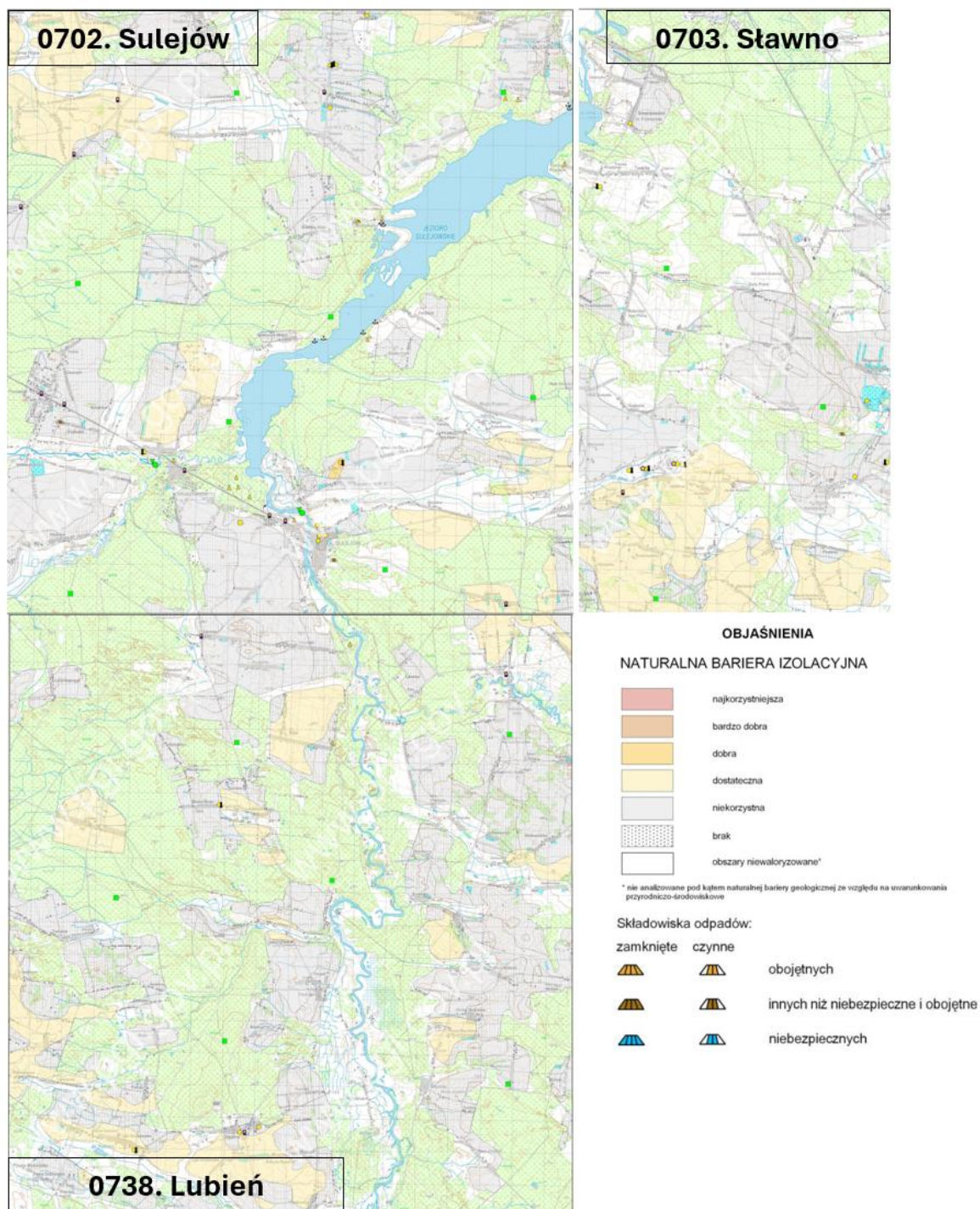
W trzech aktualnie czynnych punktach ujmujących swobodne wody z utworów czwartorzędu stwierdzono niską, III klasę jakości. Podobnie w punkcie monitoringu wód w utworach kredowych. Identyfikacja składu chemicznego (Tab. 18) ukazuje, że najgorsza sytuacja, wynikająca z oddziaływania antropopresji, występuje w punkcie położonym w południowej części Parku. O skali przeobrażenia naturalnego składu wód świadczy bardzo osobliwy ich typ hydrochemiczny. Wody ujęte do badań w Sulejowie również są przeobrażone, lecz inny czynnik odegrał (odgrywa) tutaj rolę. W warunkach naturalnych nie powinny tutaj występować wody chlorkowe. Przekształcenie składu chemicznego nastąpiło, również w punkcie, który reprezentuje północno-wschodnią część SuPK. Poza osobliwą kompozycją jonów, duży niepokój budzi również zmienność typu hydrochemicznego rejestrowana w czasie obserwacji.

Powyższe świadectwa degradacji chemicznej wód podziemnych są szczególnie niepokojące, gdyż następuje to w miarę zczerpiania ich zasobów w monitorowanych wodonościach. Na rycinie 34 przedstawiono zmiany położenia średnich niskich rocznych stanów swobodnego zwierciadła wód w punktach monitoringu.



Ryc. 34. Zmiany średnich niskich stanów wód podziemnych w punktach monitoringu na obszarze Sulejowskiego Parku Krajobrazowego. Opracował M. Ziulkiewicz na podstawie danych PSH, PIG-PIB.

Jedną z potencjalnych przyczyn zanieczyszczenia wód podziemnych na terenie SuPK może być niewłaściwe lokalizowanie składowisk odpadów. Na arkuszach Mapy Geośrodowiskowej Polski w skali 1:50000 wyznaczono tereny możliwej lokalizacji składowisk odpadów obojętnych (Ryc. 35). Nowoczesne składowiska powinny posiadać odpowiednią lokalizację, z uwzględnieniem kryteriów hydrologicznych i geotechnicznych, spełniać odpowiednie wymogi techniczne i być prawidłowo eksploatowane z zachowaniem wymogów ochrony środowiska w zakresie ochrony powietrza, gleb, wód gruntowych i powierzchniowych. Lokalizacja składowiska powinna być poprzedzona rozpoznaniem budowy geologicznej terenu planowanego składowiska odpadów i jego otoczenia w celu rozpoznania warstwy wodonośnej i ją izolującej.



Ryc. 35. Warunki lokowania składowisk odpadów na obszarze SuPK. Opracował M. Ziulkiewicz na podstawie arkuszy Mapy Geośrodowiskowej Polski w skali 1:50000. Dla arkusza Żarnów (739) teren nie ma pokrycia.

Budowa geologiczna terenów znajdujących się w granicach SuPK na ogół nie sprzyja lokalizacji składowisk z uwagi na brak lub niewystarczające właściwości bariery izolującej wody podziemne. Jak wykazano wyżej (Ryc.33) system hydrogeologiczny jest otwarty, praktycznie wszędzie – poza strefami drenażu – zachodzi alimentacja horyzontów wodonośnych i ruch płytkich wód ku warstwom głębszym. Szczególnie wrażliwa jest środkowa część Parku, gdzie odsłaniają się węglanowe utwory mezozoiczne (objęte eksploatacją górniczą), międzyrzecze Pilicy i Czarnej (Malenieckiej) ze słabą izolacją gliniastych

utworów izolujących i strefa ciągnąca się od Sulejowa-Podklasztorze do Sławna. Szczególnie ta jest istotna dla ochrony przed degradacją, gdyż na tym obszarze odbywa się m.in. alimentacja wodonośca górnokredowego, ujętego w Bronisławowie dla potrzeb wodociągu Sulejów-Łódź.

3.4.3. Ocena stanu ochrony i przekształceń zasobów wodnych

Pomimo utworzenia Sulejowskiego Parku Krajobrazowego na, jak wykazano powyżej, szczególnym dla kształtowania zasobów wodnych obszarze – system hydrogeologiczny otwarty, alimentacja na całych praktycznie obszarze, główne ciekę prowadzące wody tranzytowe z warunkami do ich retencjonowania, niewielkie zasoby wód powierzchniowych o charakterze lokalnym – stan wód powierzchniowych i podziemnych jest daleki od zakładanych celów środowiskowych przyjętych do osiągnięcia w planie ochrony.

Proponowany zakres działań Parku winien skupiać się na tych zagadnieniach raczej o charakterze lokalnym, czyli;

- przeciwdziałaniu infiltracji w podłoże zanieczyszczeń pochodzenia rolniczego i komunalnego,
- przeciwdziałaniu spływowi zanieczyszczeń do lokalnej sieci rzecznej,
- ochronie obiektów, które są „specjalnością” Parku, tj. starorzeczami Pilicy.

Zbiornik Sulejów o dużych walorach krajobrazowych, jest akwenem nadal cierpiącym na „choroby wieku dziecięcego”. Nie wszystkie problemy dostrzegane na etapie jego projektowania, w innym przecież celu, zostały i zostaną rozwiązane. Na powiększenie jego pojemności, a co za tym idzie głębokości i czasu retencjonowania wody, perspektywy są małe. Drugą sprawą jest ograniczenie spływu zanieczyszczeń ze zlewni pośredniej (tranzytowych) i bezpośredniej. Stan jakości wód podziemnych, efektywnie drenowanych przez największe rzeki Parku i tym samym wzmagających, przez rozcieńczanie, efektywność samooczyszczania, budzi poważne obawy. W niektórych zbiorowiskach objętych monitoringiem rozpoznano już czytelne i trwałe świadectwa hydrochemicznej degradacji.

3.5. Warunki klimatyczne, jakość powietrza i hałas

3.5.1. Charakterystyka warunków klimatycznych i topoklimatycznych

Charakterystykę warunków klimatu lokalnego przeprowadzono w oparciu o dane pomiarowe wykonywane w dłuższym okresie czasu (dziesięciolecia) i w takich samych warunkach. Najbardziej wiarygodne dane udostępnia IMGW w Warszawie, który odpowiada za sieć stacji meteorologicznych i metodykę prowadzenia pomiarów. Na obszarze SuPK znajduje się stacja pomiarowa w Sulejowie i to z tej stacji pochodzą dane, w oparciu, o które została przeprowadzona interpretacja danych klimatycznych.

Na podstawie wieloletnich obserwacji klimatologicznych została przeprowadzona regionalizacja klimatyczna Polski (Woś, 1993). Według tej regionalizacji obszar SuPK znajduje się w Regionie XVII – Środkowopolskim, który cechuje się znaczną liczbą dni z typem pogody 210 umiarkowanie cieplej i 310 bardzo cieplej, ale też pochmurnej i bez opadów.

Elementy radiacyjne klimatu

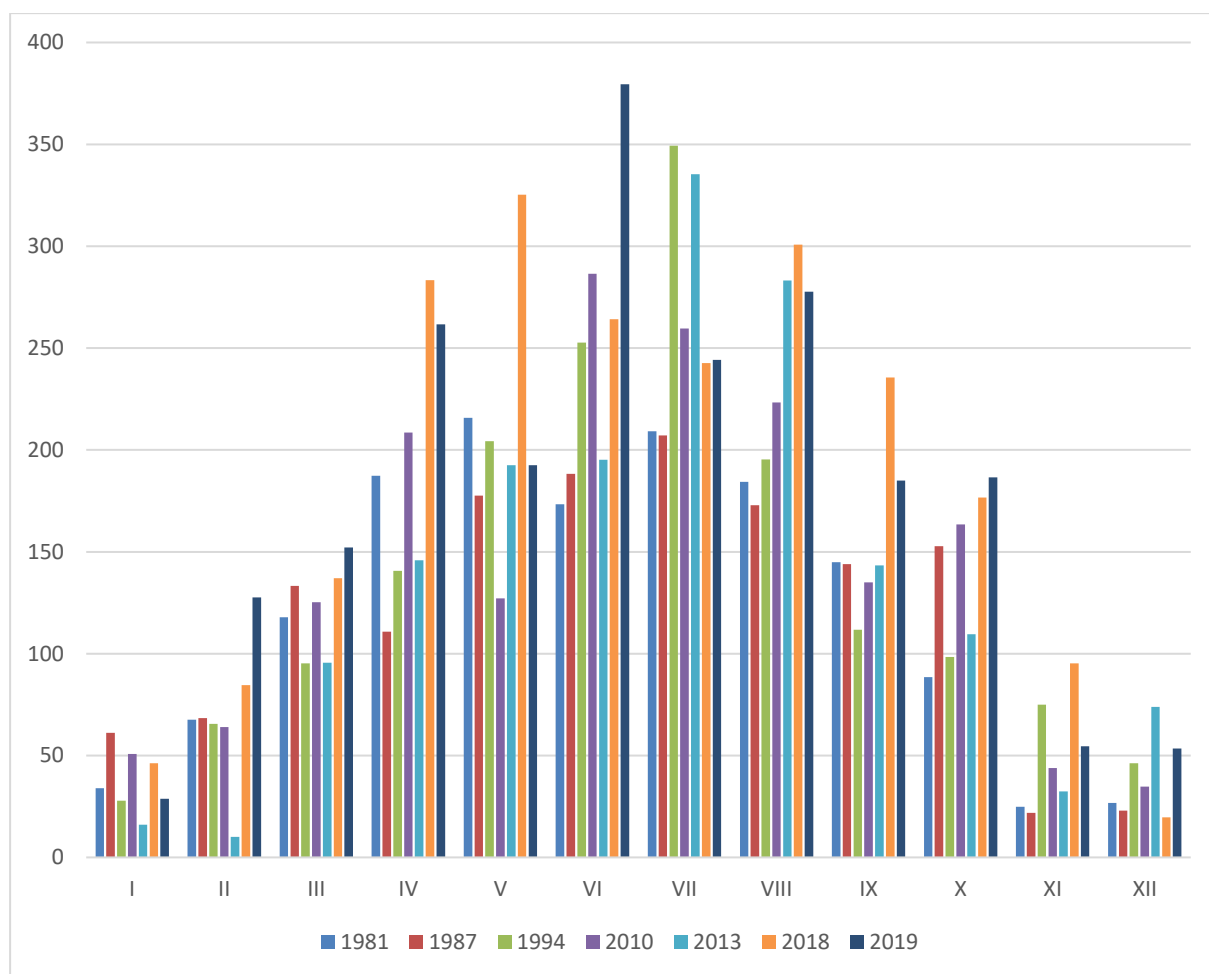
Parametrem charakteryzującym elementy radiacyjne klimatu jest usłonecznienie rzeczywiste podawane w godzinach. Wartość tego parametru zależy od wielu czynników, przede wszystkim od szerokości geograficznej, pory roku i długości dnia, zachmurzenia, ale też zanieczyszczeń powietrza pochodzenia antropogenicznego, osłabiającego promieniowanie. Na rycinie 36 i w tabeli 23 przedstawiono zmienność wartości tego parametru, zarówno w układzie miesięcznym, jak i rocznym

w poszczególnych latach. W ciągu roku miesiące letnie (VI-VIII) charakteryzują się największymi wartościami usłonecznienia, a w miesiącach zimowych (XI-II) obserwujemy najniższe wartości tego parametru. Maksymalna wartość miesięcznego usłonecznienia została odnotowana w lipcu 2006 roku – 391,3 godzin oraz w czerwcu 2019 r – 379,5 godzin. Najniższe wartości miesięcznego usłonecznienia odnotowano w grudniu 2005 r – 7,8 godziny, w styczniu 2011 r – 9,7 godziny, w lutym 2013 r – 10 godzin oraz w styczniu 2013 roku – 16 godzin.

Tab. 23 Sumy usłonecznienia rzeczywistego (w godz.) dla stacji w Sulejowie

Rok	Miesiące												Rok
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
	Średnie miesięczne												
1981	34,0	67,6	117,8	187,4	215,8	173,3	209,2	184,3	144,9	88,5	24,8	26,7	1474,3
1987	61,1	68,3	133,2	110,8	177,6	188,2	207,1	172,8	143,9	152,8	21,8	22,9	1460,5
1994	27,9	65,6	95,2	140,6	204,3	252,7	349,3	195,4	111,7	98,4	75,0	46,2	2211,3
2010	50,8	63,9	125,2	208,5	127,2	286,5	259,6	223,3	135,0	163,4	43,9	34,8	1722,1
2013	16,0	10,0	95,5	145,9	192,5	195,2	335,4	283,2	143,3	109,5	32,4	73,8	1632,7
2018	46,2	84,6	137,1	283,4	325,3	264,2	242,6	300,8	235,6	176,7	95,2	19,6	2211,3
2019	28,7	127,6	152,2	261,7	192,5	379,5	244,2	277,6	184,9	186,6	54,6	53,4	2143,5
Średnie dzienne - w poszczególnych miesiącach - w roku													
1981	1,1	2,4	3,8	6,2	7,0	5,8	6,7	5,9	4,8	2,9	0,8	0,9	4,0
2018	1,5	3,0	4,4	9,4	10,5	8,8	7,8	9,7	7,9	5,7	3,2	0,6	6,1

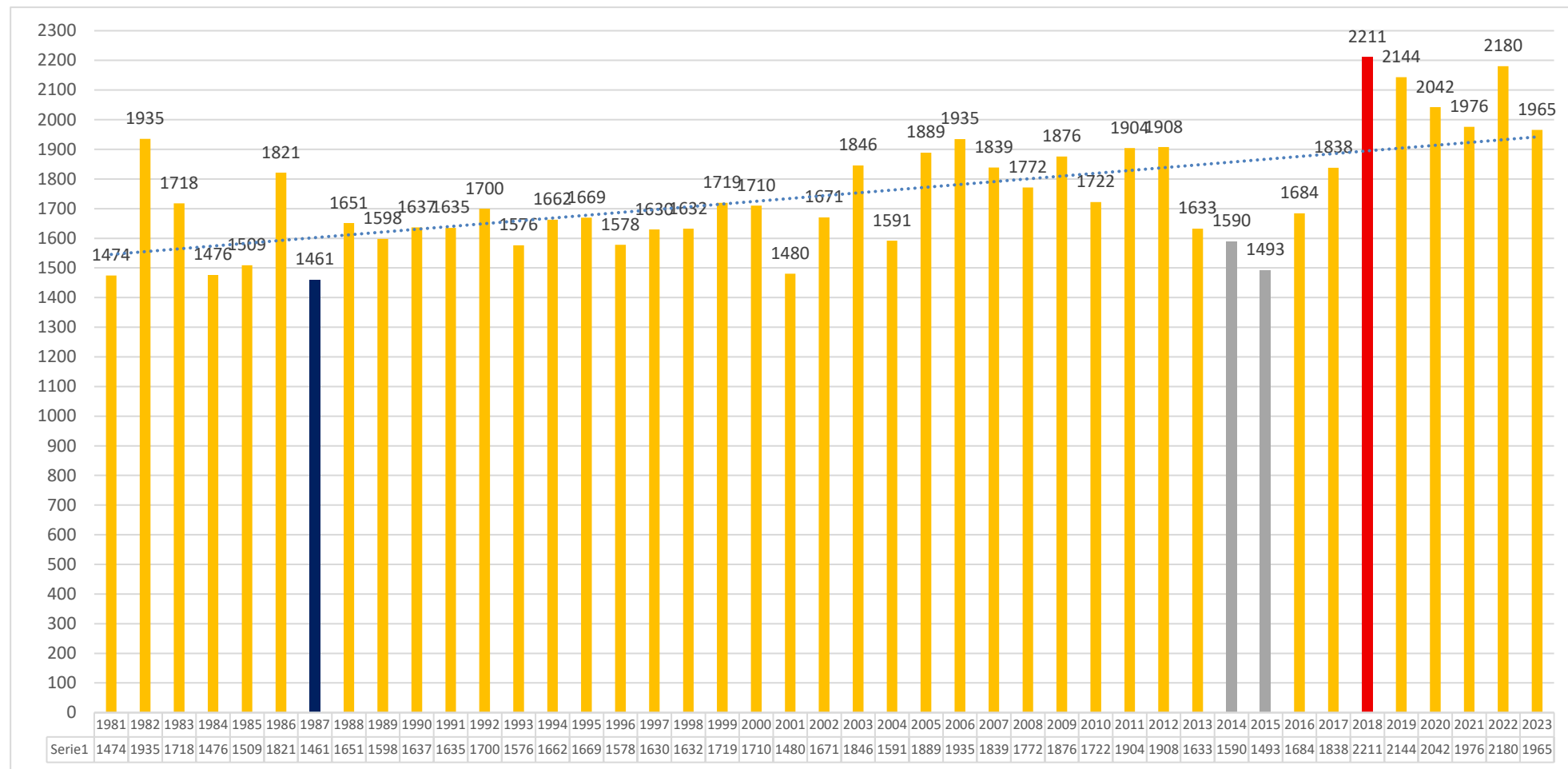
(Oprc. własne na podstawie danych IMGW)



Ryc. 36. Miesięczne usłonecznienie w godz. w latach: 1981, 1987, 1994, 2010, 2018 i 2019 roku w Sulejowie (Oprc. własne na podstawie danych IMGW)

Usłonecznienie rzeczywiste w ostatnich latach wyraźnie wzrasta, co jest widoczne w danych z poszczególnych lat: w 1981 roku wynosiła 1474,3 godziny, w 1987 1460,5 godziny; w 2018 roku wynosiła już 2211,3 godziny. Przeciętna wartość dobowa usłonecznienia także wzrasta, w 1981 roku wynosiła 4,0 godziny zaś w 2018 roku wynosiła już 6,1 godziny (Tab.23). W 2019 roku średnie dobowe usłonecznienie w miesiącu czerwcu wynosiło prawie 12,7 godzin, zaś w tym samym miesiącu 1981 roku zaledwie 5,8 godziny, czyli ponad 50% mniej. Analiza zamian wartości usłonecznienia rzeczywistego uwidacznia znaczną zmienność tego parametru z roku na rok. Linia trendu jest wyraźnie wzrostowa (Ryc.37). Wartość tego parametru będzie miała także wpływ na wysokość średniej rocznej oraz średniej miesięcznej temperatury powietrza.

Znaczenie znajomości tendencji jakie cechują ten parametr jest istotna z punktu widzenia możliwości rozwoju helioterapii, a także (co ważne w kontekście konieczności stosowania odnawialnych źródeł energii) helioenergetyki. z punktu widzenia funkcjonowania środowiska wzrost usłonecznienia oznacza zmiany obiegu wody (większe parowanie), większą dostawę promieniowania UV, wzrost temperatury powietrza, gleby i wód, a w konsekwencji wzrost dynamiki powietrza i częstotliwość występowania zjawisk ekstremalnych (np. silnych wiatrów, burz, powodzi błyskawicznych).



Ryc. 37. Suma usłonecznienia w godz. w latach 1981-2023 w Sulejowie (Opracowanie własne na podstawie danych IMGW) – w latach 2015 i 2016 (szary kolor) dane są niepełne; wykres granatowy – wartość minimalna; wykres czerwony – wartość maksymalna

Obszar Polski Środkowej, w tym obszar SuPK, charakteryzuje się dużą zmiennością napływających mas powietrza o różnych właściwościach termicznych i wilgotnościowych. Ze względu na przewagę mas powietrza napływających z sektora zachodniego, warunki pogodowe kształtowane są głównie przez powietrze napływające znad Atlantyku. Dominuje ono na badanym obszarze głównie w okresie zimowym, kiedy rozwinięta jest cyrkulacja niżowa (cyklonalna) związana z niżem islandzkim. W okresie letnim na cyrkulację powietrza duży ma wpływ wyż azorski, powodujący rozwój cyrkulacji antycyklonalnej. W ostatnich latach coraz większy wpływ na kształtowanie warunków meteorologicznych mają masy powietrza o składowej południkowej, napływające zarówno z południa jak i z północy kontynentu.

Tab. 24 Średni procentowy udział wystąpienia określonego makrotypu masy powietrza nad stacją Łódź-Lublinek w latach 2015-2018 w poszczególnych miesiącach

Miesiące	Typ PA w %	Typ PP w %		Typ PZ w %
		PPk	PPm	
Styczeń	21,6	9,4	69,0	0,0
Luty	10,0	7,8	81,4	0,7
Marzec	12,6	9,0	78,4	0,0
Kwiecień	29,3	5,3	60,7	4,7
Maj	7,7	8,9	73,4	10,1
Czerwiec	8,8	2,1	75,0	14,2
Lipiec	2,8	0,4	74,6	22,2
Sierpień	1,6	8,5	57,7	32,3
Wrzesień	7,5	12,5	71,3	8,8
Październik	12,9	10,1	67,3	9,7
Listopad	14,6	9,6	70,0	5,8
Grudzień	27,0	0,4	72,6	0,0

Źródło: opracowanie na podst. danych z map synoptycznych z godz. 00 i 12 GMT zestawionych przez Sz. Wilka

Najnowsze dane dotyczące napływu mas powietrza nad Polskę Środkową (dane dla najbliższej stacji Łódź-Lublinek) w latach 2015-2019 są następujące: największy udział mają masy powietrza polarnego morskiego (PPm) 70,7% i kontynentalnego (PPk) 7,0% (łącznie 77,7%); masy powietrza arktycznego (PA) stanowią 13,9%, a zwrotnikowego (PZ) wzrosły aż do 8,4%. Powietrze zwrotnikowe napływa do nas z sektora południowego i niesie zazwyczaj powietrze znacznie cieplejsze, gdyż napływa na przykład znad obszaru Afryki czy Bliskiego Wschodu. W wieloleciu 2015-2018 najwyraźniej zaznaczył się jego udział w miesiącach letnich (Tab.24), gdzie stanowił średnio 22-32% wszystkich napływających mas powietrza. Dane te wyjaśniają, dlaczego w tych latach notowane były bardzo wysokie temperatury powietrza w tych miesiącach. Wyraźny wzrost udziału mas powietrza zwrotnikowego nad Polską Środkową skutkował także wzrostem średniej rocznej temperatury powietrza. Jeszcze w latach 60-tych XX w. masy powietrza zwrotnikowego (PZ) stanowiły zaledwie 0,5%, a danych z lat 1970-95 ich udział wynosił 1,51-3,75% (M. A. Szychta, Częstość występowania mas powietrza nad Polską w 25-leciu 1970–1995, <https://docplayer.pl/54413290-Czestosc-wystepowania-mas-powietrza-nad-polska-w-25-leciu.html>).

Cechy dynamiczne klimatu

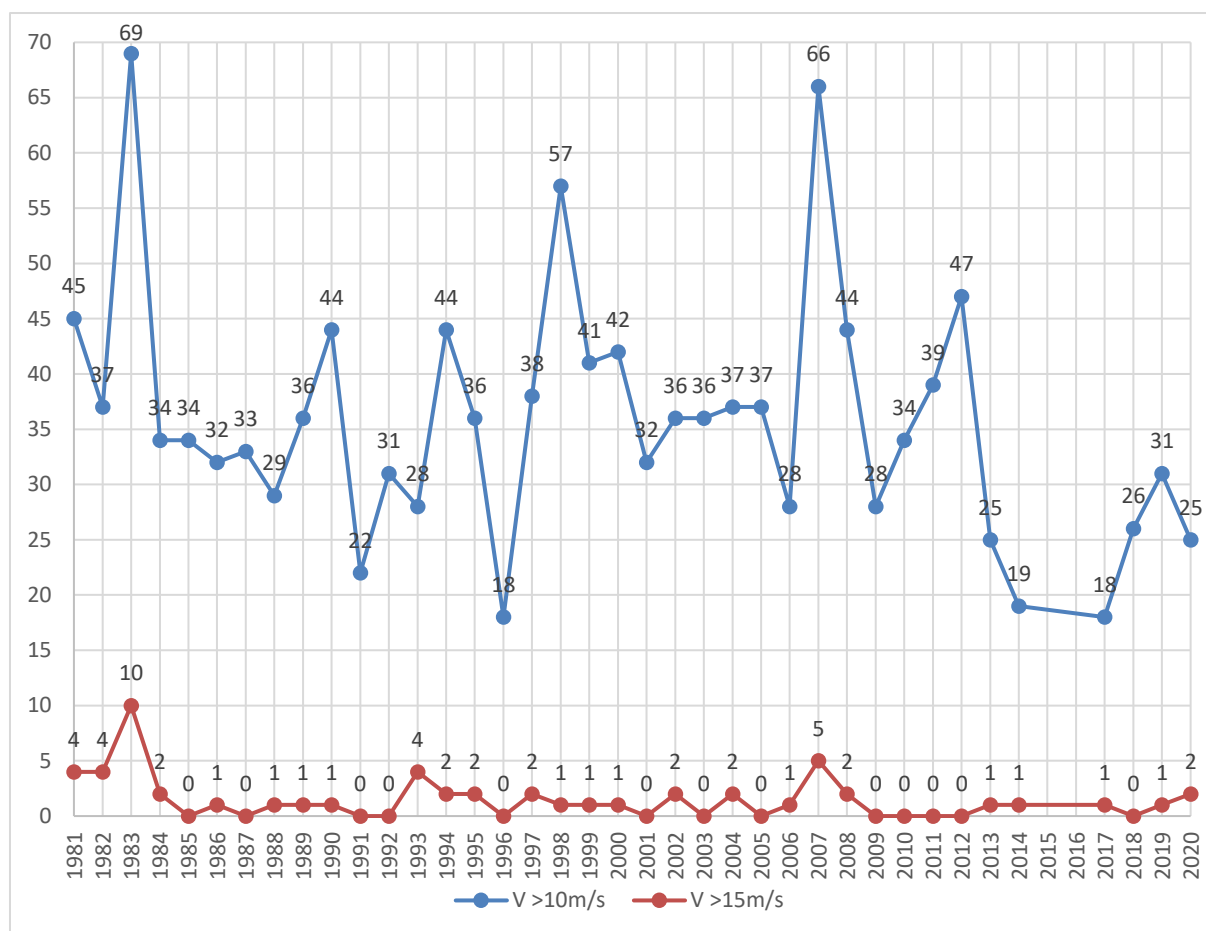
Wiatr to poziomy ruch powietrza, spowodowany występowaniem stałych i zmiennych ośrodków barycznych. Jego kierunek oraz prędkość uzależnione są od miejsca występowania układów ciśnień oraz różnicy wyrażonej w hektopaskalach.

W nawiązaniu do danych dotyczących napływu określonych mas powietrza nawiązują dane dotyczące kierunku i siły wiatrów występujących na danym obszarze. Wiatry z sektora zachodniego łącznie stanowią 46,3%, z sektora wschodniego 36,2%, z północy 6,2% i południa 8,3%. Cisze (dni bez wiatru) w 2023 roku stanowiły 4,8%. Najsilniejsze wiatry w przedziale 11-15 m/s wiały z zachodu.

Tab. 25 Średnia roczna prędkość wiatru w m/s w wybranych latach, stacja Sulejów (Oprac. własne na podst. danych IMGW)

Rok	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Średnia roczna
1981	4,2	4,6	3,6	3,1	2,5	2,7	2,7	3,2	2,0	4,1	5,7	4,4	3,6
1983	8,1	4,5	5,1	3,8	2,8	3,0	3,0	2,4	3,7	4,8	4,8	4,5	4,2
1988	3,9	4,4	4,3	3,8	3,5	3,5	2,9	3,4	3,9	3,5	4,7	6,4	4,0
1996	4,2	4,6	3,6	3,1	2,5	2,7	2,7	3,2	2,0	4,1	5,7	4,4	3,6
2001	2,9	3,8	3,1	2,9	3,2	3,0	2,8	2,4	3,0	2,6	4,3	4,4	3,2
2003	3,7	2,7	3,2	3,7	2,5	3,0	2,7	3,1	2,5	3,3	3,1	4,0	3,1
2007	6,9	4,2	4,2	3,9	3,5	3,2	4,1	3,0	3,8	3,0	4,5	3,5	4,0
2013	4,0	3,4	4,1	3,3	3,2	2,7	2,9	2,6	3,2	2,9	3,7	4,5	3,4
2016	3,4	4,2	3,2	2,9	2,6	2,4	2,8	2,7	2,4	3,1	3,4	4,5	3,1
2017	3,3	3,9	3,6	4,2	3,0	3,5	2,8	2,8	3,6	4,4	3,4	4,5	3,6
2018	4,0	2,7	3,3	3,6	2,7	2,9	2,7	2,2	2,9	3,1	2,5	3,9	3,0
2019	4,1	3,8	4,7	3,4	3,0	2,6	3,0	2,5	3,4	3,0	2,9	3,7	3,3
2020	4,1	5,1	3,8	3,3	3,2	2,9	2,5	2,5	2,7	2,8	3,1	3,1	3,3
2022	5,1	5,3	2,6	3,6	3,1	2,5	2,9	2,1	2,5	2,6	2,3	3,5	3,2
2023	3,5	4,1	3,8	2,9	2,8	2,5	2,5	2,6	2,1	3,4	3,8	4,6	3,2
Średnia miesięczna	4,4	4,1	3,7	3,4	2,9	2,9	2,9	2,7	2,9	3,4	3,9	4,3	3,5

Z danych synoptycznych wynika, wiatry silne o prędkości powyżej 10 m/s w latach 1981-2000 pojawiały się średnio 36 dni w roku. Najmniej takich dni było w 2017 roku zaledwie 17, zaś najwięcej w 1986 roku 69 dni w roku (Ryc.38). Liczba dni z wiatrami o prędkości powyżej 15 m/s wynosi średnio 1,5 dnia. Najwięcej takich dni zanotowano w stacji Sulejów w 1983 roku – 10 dni, oraz w 2005 roku 5 dni. W ostatnich latach średnia siła wiatru notowana w stacji Sulejów jest stabilna i wynosi 3,0 – 3,3 m/s (Tab.25). Większa średnia siła wiatru notowana jest w miesiącach zimowych, od listopad do marca i wynosi ponad 4 m/s (styczeń 4,4 m/s). Najmniejsza średnia siła wiatru notowana jest w stacji Sulejów w okresie letnim i wynosi poniżej 3 m/s (sierpień 2,7 m/s).



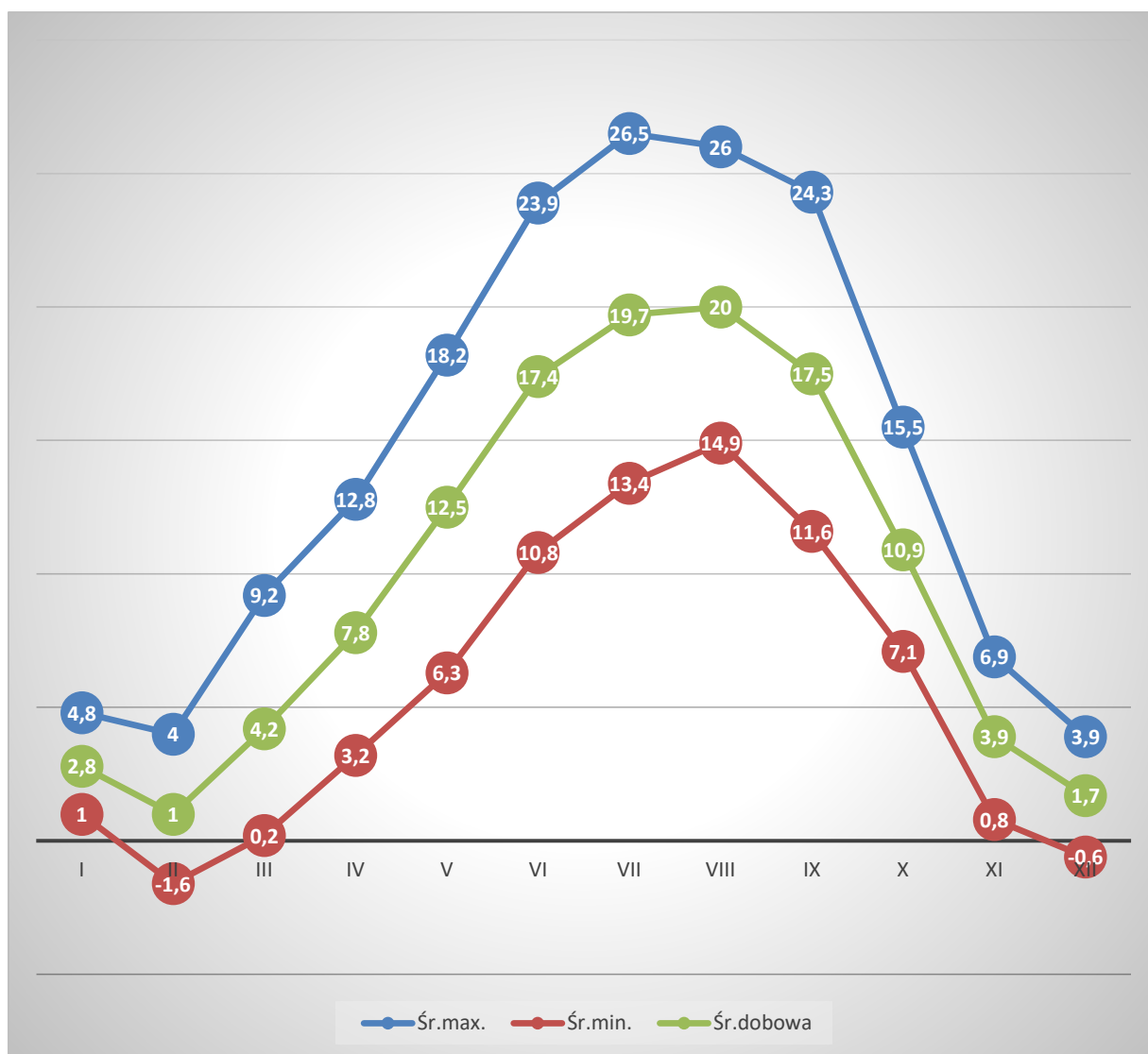
Ryc. 38. Liczba dni z wiatrem o prędkości $V > 10$ m/s i $V > 15$ m/s w stacji Sulejów (Oprac. własne na podstawie danych IMGW)

Cechy termiczne klimatu

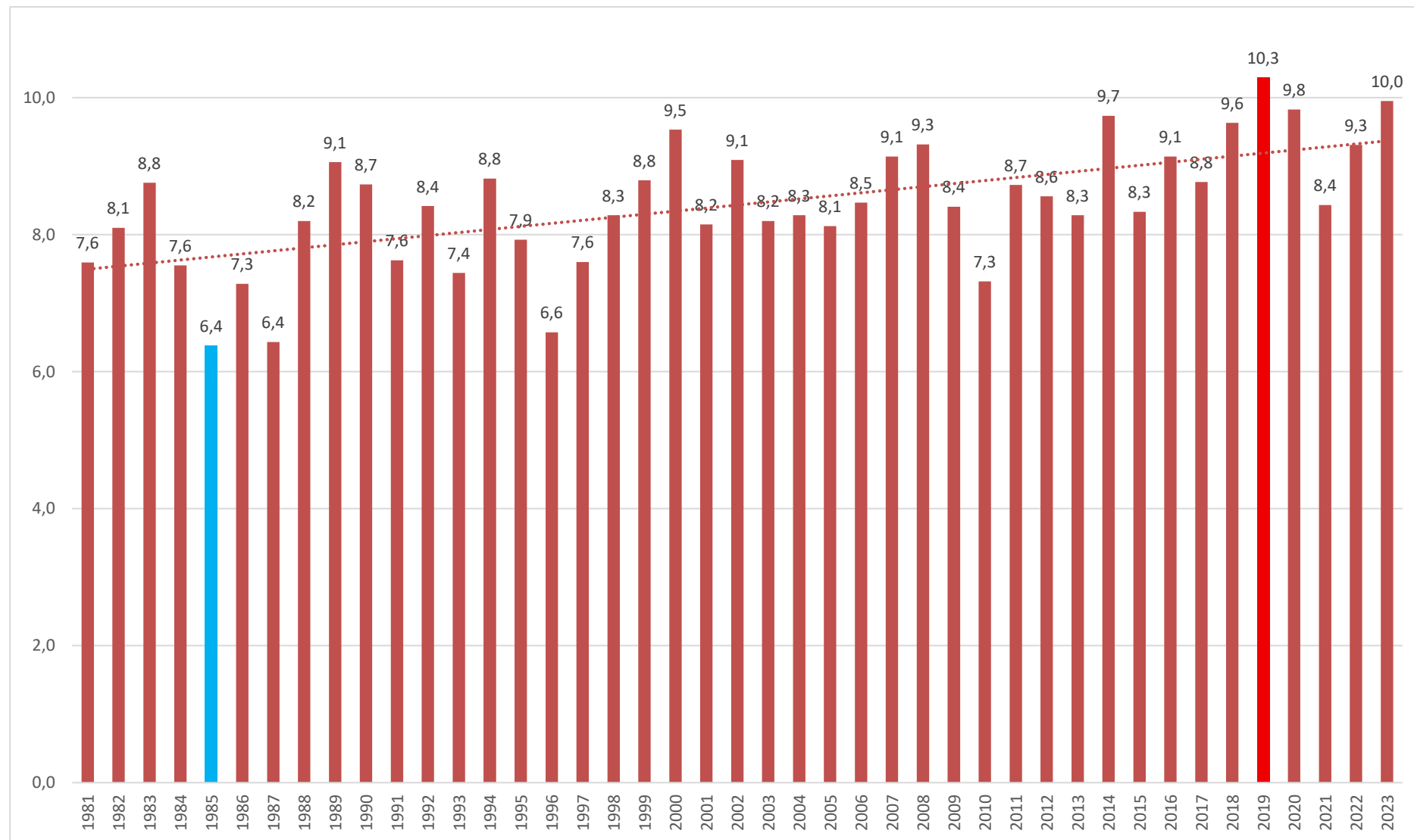
Temperatura powietrza jest jednym z najbardziej odczuwalnych elementów klimatu. Wpływa ona na wiele aspektów życia, zarówno biologicznego, jak i gospodarczego (np. produkcja rolna, energetyka solarna, konieczność dostarczania energii ciepłej i długość okresów grzewczych itp.). Zauważalny jest także jej wpływ na fizjologię człowieka i jego samopoczucie. Dane klimatyczne pokazują wyraźne zmiany w przebiegu tego parametru, zwłaszcza w ostatnich dekadach.

Średnia miesięczna temperatura powietrza w 2023 roku była w każdym miesiącu dodatnia (Ryc.39). Najchłodniejszy był luty ze średnią $1,0^{\circ}\text{C}$, a następnie grudzień ze średnią $1,7^{\circ}\text{C}$. Styczeń był wyjątkowo ciepły ze średnią $2,8^{\circ}\text{C}$. Najcieplejszymi miesiącami w roku były lipiec i sierpień, ze średnią $19,7^{\circ}\text{C}$ i $20,0^{\circ}\text{C}$. Średnia roczna temperatura powietrza w 2023 roku była bardzo wysoka i osiągnęła $10,0^{\circ}\text{C}$, czyli o $0,7^{\circ}\text{C}$ więcej w stosunku do poprzedniego roku.

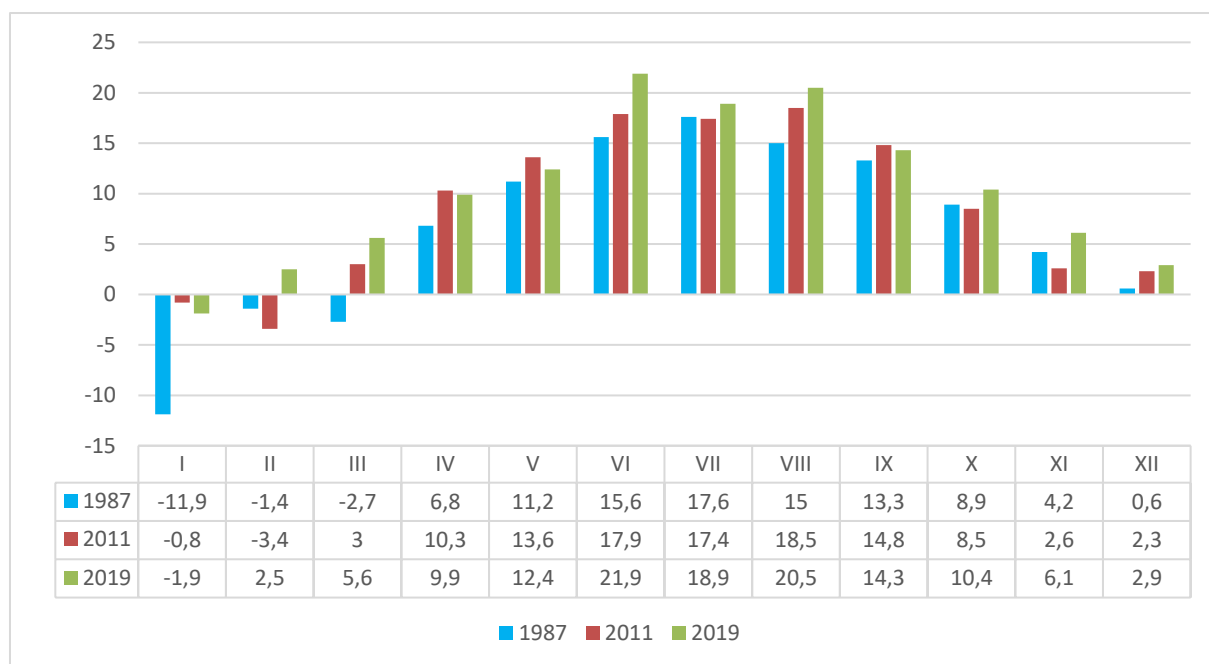
Analiza całego okresu przedstawionego na rycinie 40 wskazuje, że najniższa średnia roczna temperatura powietrza w stacji Sulejów została zanotowana w 1985 i 1987 roku $6,4^{\circ}\text{C}$, zaś najwyższa $10,3^{\circ}\text{C}$ w 2019 roku.



Ryc. 39. Średnia miesięczna minimalna, średnia miesięczna i średnia miesięczna maksymalna temperatura powietrza w 2023 roku w stacji Sulejów (Oprac. własne na podst. danych IMGW)

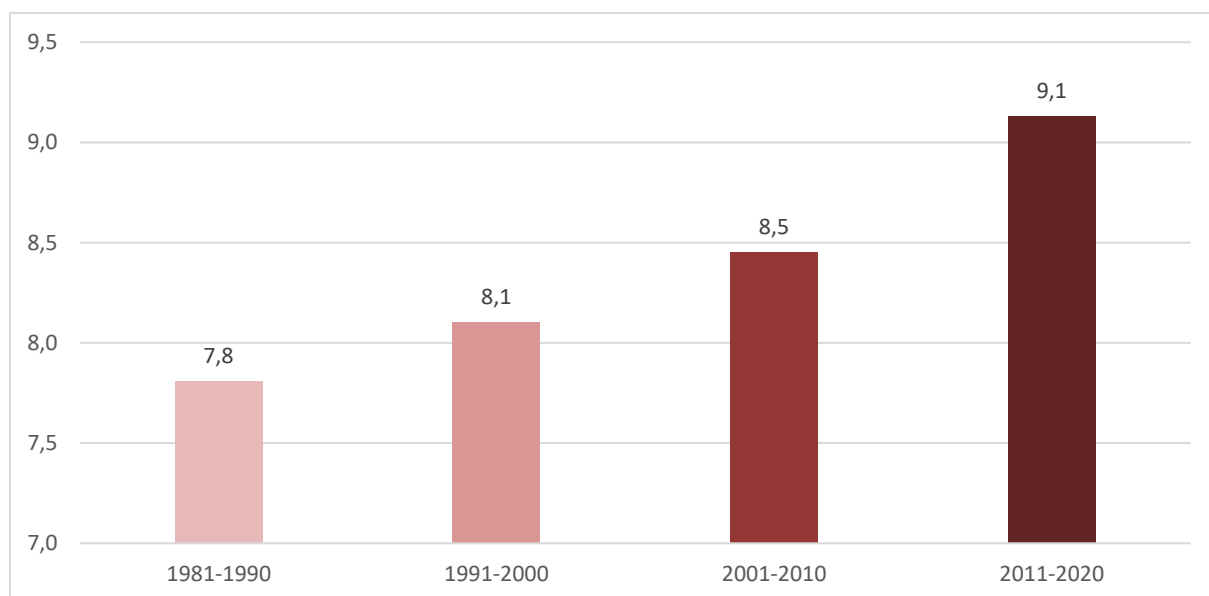


Ryc. 40. Średnia roczna temperatura powietrza w °C (Sulejów 1981-2023) (Oprac. własne na podst. danych IMGW)

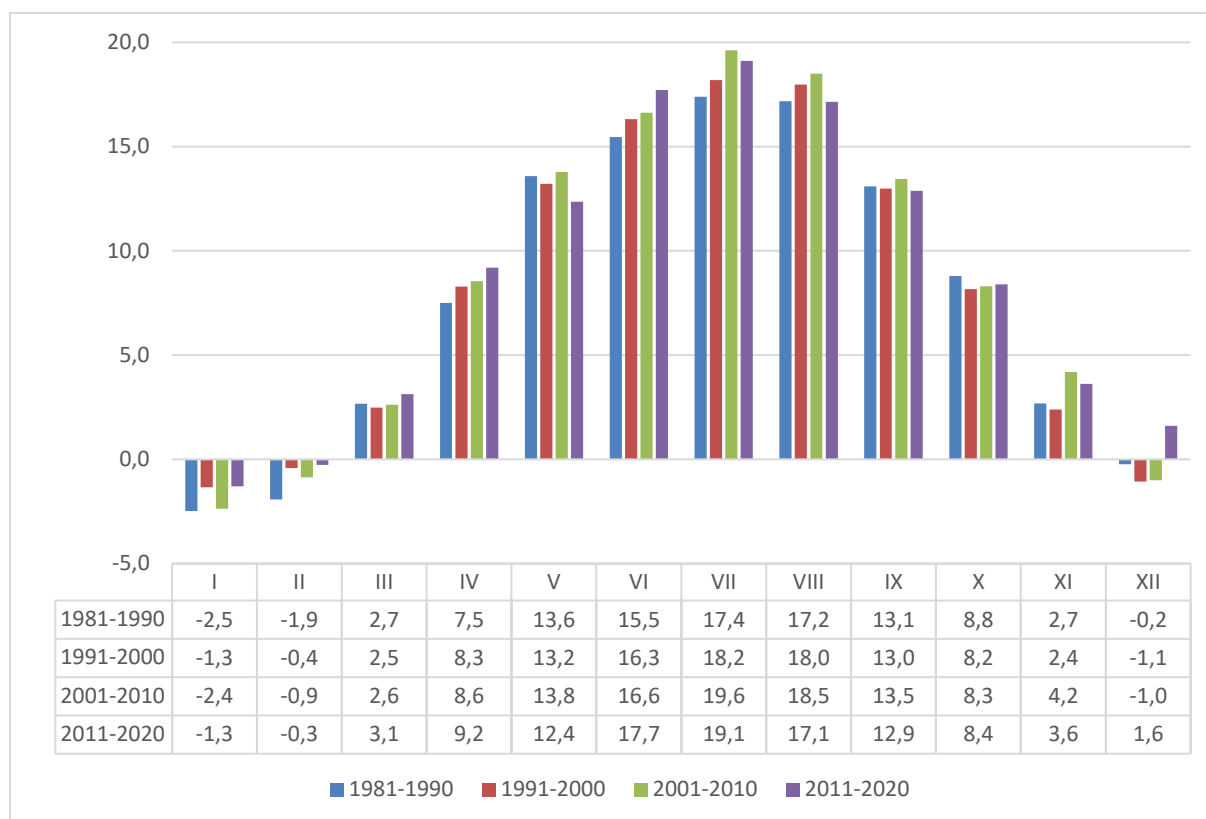


Ryc. 41. Zróżnicowanie średniej miesięcznej temperatury powietrza w °C w latach: 1987, 2011 i 2019 w Sulejowie (Oprac. własne na podst. danych IMGW)

Tendencje zmian jakie zachodzą w ostatnich latach w odniesieniu do temperatury powietrza dobrze uwypuklają dane przedstawione na Ryc.41-43. Dane z wielolecia 1981-90 wskazują średnią roczną temperaturę powietrza na poziomie 7,8 °C, a z wielolecia 1991-2000 wynosiła już 8,1 °C. Gdy weźmiemy pod uwagę kolejną dekadę 2001-2010 średnia ta wynosi aż 8,5 °C, a w ostatniej dekadzie 2011-2020 wynosiła już 9,1 °C. Jest to bardzo duży wzrost średniej temperatury powietrza, który odzwierciedla zmiany zachodzące w skali globalnej.



Ryc. 42. Średnia roczna temperatura powietrza w °C w Sulejowie w wieloleciach: 1981-1990, 1991-2000, 2001-2010, 2011-2020 (Oprac. własne na podst. danych IMGW)



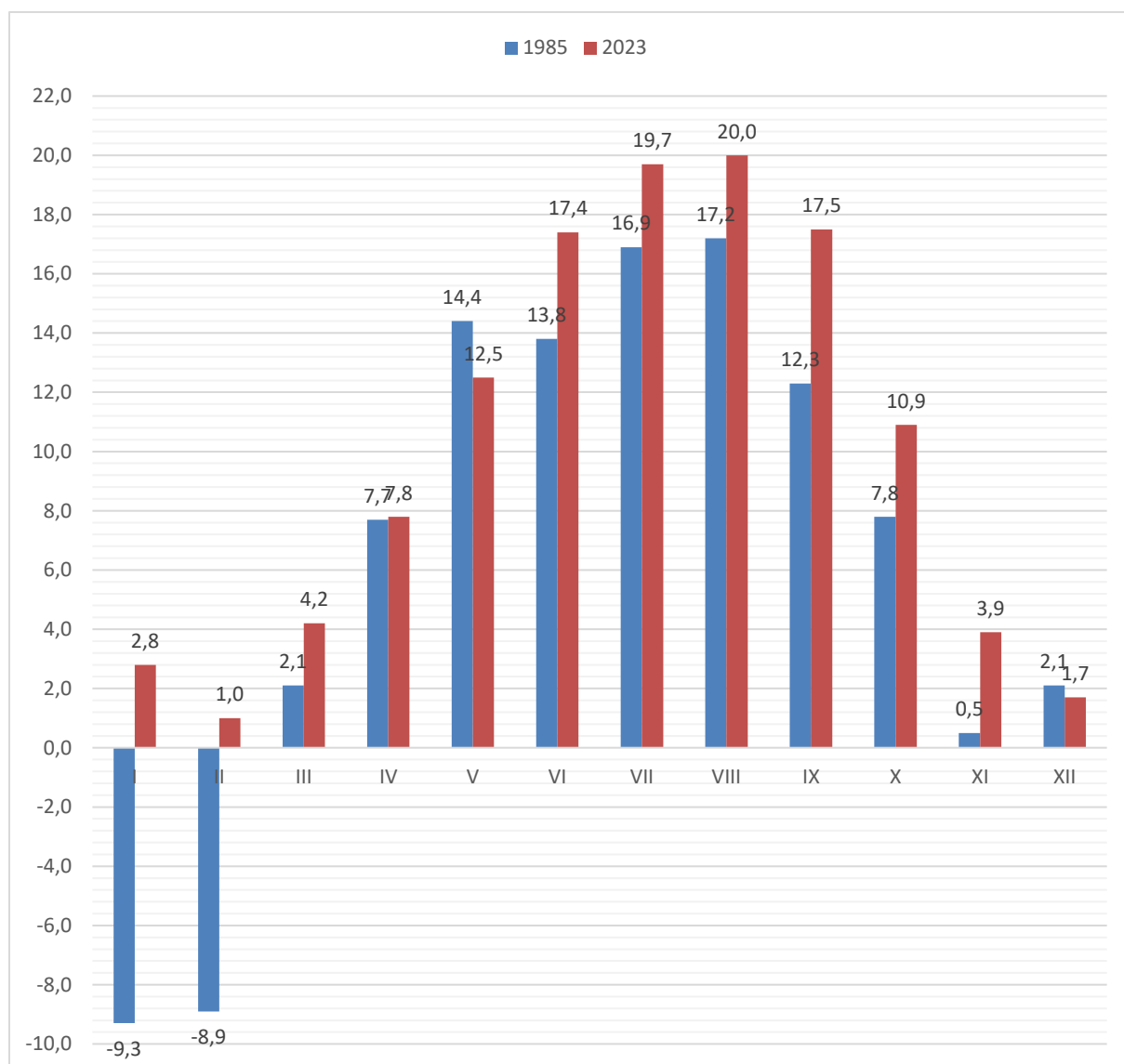
Ryc. 43. Średnia miesięczna temperatura powietrza w °C w Sulejowie w wieloleciach: 1981-1990, 1991-2000, 2001-2010, 2011-2020 (Oprac. własne na podst. danych IMGW)

Wartości średnie nie zawsze w wystarczający sposób odzwierciedlają procesy zachodzące w środowisku. To samo dotyczy temperatury. Wartości maksymalne i minimalne pozwalają określić skrajne wartości temperatury, które zdecydowanie różnią się od wartości średnich (Tab.26). Absolutne maximum temperatury w wieloleciu 1981-2023 zarejestrowano w stacji Sulejów w sierpniu 38,0 °C. Absolutne minimum temperatury -32,2 °C w tym wieloleciu zarejestrowano natomiast w styczniu 1987 roku i -32,1 °C w styczniu 2006 roku. Największa amplituda skrajnych temperatur wyniosła 66,6 °C w 2006 roku, zaś najmniejsza amplituda wyniosła 40,2 °C w 2020 roku.

Tab. 26 Temperatura Max i temperatura Min oraz amplituda temperatury w stacji Sulejów (Oprac. własne na podst. danych IMGW)

Rok	TMax	Miesiąc	TMin	Miesiąc	Amplituda skrajnych temperatur
1981	30,1	czerwiec, sierpień	-18,3	grudzień	48,4
1982	30,9	sierpień	-21	styczeń	51,9
1983	32	lipec	-22,6	luty	54,6
1984	31	lipec	-13,5	luty	44,5
1985	31,7	sierpień	-28,6	luty	60,3
1986	32,6	lipec	-25,1	luty	57,7
1987	30	lipec	-32,2	styczeń	62,2
1988	33,6	lipec	-13,6	listopad	47,2
1989	33	sierpień	-17,8	listopad	50,8
1990	30,9	sierpień	-10,8	styczeń	41,7

1991	32,8	sierpień	-20,5	grudzień	53,3
1992	36,5	sierpień	-17,4	grudzień	53,9
1993	33,4	sierpień	-20,2	styczeń	53,6
1994	36,2	lipec	-16,7	luty	52,9
1995	33,6	lipec	-20,8	grudzień	54,4
1996	31,4	czerwiec	-22,5	grudzień	53,9
1997	32,6	czerwiec	-20,9	styczeń	53,5
1998	33,8	lipec	-18,5	grudzień	52,3
1999	32,7	lipec	-18,1	styczeń	50,8
2000	35,9	lipec	-16,2	styczeń	52,1
2001	33,4	lipec	-18,7	grudzień	52,1
2002	31,6	lipec	-23,7	styczeń	55,3
2003	33,8	sierpień	-23,1	luty	56,9
2004	33,2	sierpień	-18,6	styczeń	51,8
2005	36,5	lipec	-20,1	luty	56,6
2006	34,5	lipec	-32,1	styczeń	66,6
2007	35,2	lipec	-13,1	styczeń	48,3
2008	31,1	lipec	-11,9	styczeń	43
2009	33,4	wrzesień	-19,3	styczeń	52,7
2010	33,5	lipec	-24,9	styczeń	58,4
2011	31,7	lipec	-16,7	luty	48,4
2012	35,7	sierpień	-24,1	luty	59,8
2013	38	sierpień	-20,7	marzec	58,7
2014	31	lipec	-15,8	styczeń	46,8
2015	36,6	sierpień	-10,5	styczeń	47,1
2016	34,7	czerwiec	-17,3	styczeń	52
2017	36,3	sierpień	-22,1	styczeń	58,4
2018	32,7	sierpień	-17,1	marzec	49,8
2019	35,5	czerwiec	-12,1	styczeń	47,6
2020	33,1	sierpień	-7,1	marzec	40,2
2021	34,3	lipec	-19,9	styczeń	54,2
2022	35,3	lipec	-16,4	grudzień	51,7
2023	33,2	lipec	-11,5	grudzień	44,7



Ryc. 44. Przebieg średniej miesięcznej temperatury powietrza w stacji Sulejów w 1985 i 2023 roku.
(Oprac. własne na podst. danych IMGW)

Według danych zestawionych w tabeli 26 wynika, że najwyższe temperatury przypadają przede wszystkim na lipiec (22 razy), sierpień (16 razy) i czerwiec (5 razy) oraz 1 raz we wrześniu. W każdym analizowanym roku najwyższa temperatura przekraczała 30°C. Najniższe temperatury notowane były głównie w styczniu (20 razy), grudniu i lutym (po 9 razy) i marcu (3 razy) oraz listopadzie (2 razy). Minimalna temperatura poniżej -30 °C została zanotowana tylko 2 razy, między -20 a -29 °C szesnaście razy, między -10 a -19 °C aż dwadzieścia cztery razy i raz między 0 a -9 °C. Najwyższa minimalna temperatura w wieloleciu 1995-2022 wystąpiła w marcu 2020 roku i osiągnęła jedynie -7,1 °C.

Temperatura powietrza dobrze odzwierciedla tę cechę klimatu Polski, która mówi o dużej zmienności wartości poszczególnych parametrów z roku na rok. Fluktuacje termiczne z roku na rok na badanym obszarze są dość znaczne (Ryc. 44, Tab.27). Wskazują na to dane obrazujące przebieg temperatury w ostatnich latach, gdzie różnice średniej rocznej temperatury powietrza w latach występujących po sobie wynoszą nawet ponad 1,0 °C, na przykład między rokiem 2000 i 2001, czy 2008 i 2009 (Tab.27). Średnie miesięczne temperatury w tych samych miesiącach w różnych latach różnią się znacznie. Na przedstawionej rycinie 44 różnica średniej temperatury stycznia pomiędzy rokiem 2023 i 1985 wynosi ponad 12 °C, lutego 9,9 °C, lutego 7,4 °C, a września 5,2 °C.

Tab. 27 Średnie miesięczne i roczna temperatura powietrza w °C w stacji Sulejów w wieloleciu 1995-2023

Rok	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	średnia
1995	-1,7	2,8	2,5	7,5	12,1	16,4	19,9	17,8	13,1	10,0	-0,2	-5,1	7,9
1996	-5,5	-5,5	-1,7	7,5	14,5	16,4	15,7	17,8	10,1*	9,2	5,7	-5,3	6,6
1997	-4,8	1,6	2,5	4,8*	13,4	16,2	17,4	18,1	12,9	6,2	2,9	0,0	7,6
1998	0,4	3,3	1,9	10,1	14,1	17,3	17,5	16,7*	13,2	7,8	-0,9*	-2,0	8,3
1999	0,0	-1,5	4,7	9,5	12,6	16,7	19,8	17,5	15,8**	8,4	1,5	0,5	8,8
2000	-1,5	2,3	3,4	11,9	14,9	17,1	16,3*	18,1	11,9	12,0**	6,3**	1,7	9,5
2001	-0,6	-0,4	2,3	7,6	13,9	14,5*	19,7	18,9	11,8	11,4	2,4	-3,7	8,2
2002	-0,9	3,8**	4,7	8,5	16,8**	17,1	20,2	19,8	12,8	7,2	4,5	-5,4	9,1
2003	-2,8	-5,1	2,1	7,1	15,5	18,0	19,5	19,0	13,6	5,4	5,3	0,8	8,2
2004	-4,9	-0,1	3,2	8,3	11,9	15,7	18,0	18,9	13,4	10,0	3,7	1,3	8,3
2005	0,4	-3,3	0,1	8,5	13,0	15,6	19,5	17,2	15,1	9,1	2,7	-0,4	8,1
2006	-8,6*	-3,1	-0,9	8,8	13,4	17,4	22,2**	17,1	15,7	10,6	5,6	3,4	8,5
2007	3,2	0,2	6,0**	9,0	14,8	18,1	18,5	18,5	12,7	7,6	1,4	-0,3	9,1
2008	1,2	2,6	3,5	8,3	13,0	17,6	18,9	18,4	12,4	9,7	5,0	1,2	9,3
2009	-3,0	-1,2	2,4	10,6	12,9	15,4	19,3	18,4	14,9	6,8	5,5	-1,1	8,4
2010	-7,7	-2,0	2,8	8,8	12,6	16,9	20,4	18,8	12,1	5,2*	5,7	-5,8*	7,3
2011	-0,8	-3,4	3,0	10,3	13,6	17,9	17,4	18,5	14,8	8,5	2,6	2,3	8,7
2012	-1,2	-6,3*	4,5	9,2	14,8	17,0	20,4	19,0	14,3	8,1	5,5	-2,6	8,6
2013	-3,1	-0,8	-2,3*	7,7	14,3	17,2	19,3	18,6	11,7	9,8	5,1	1,9	8,3
2014	-1,6	2,2	6,1	9,8	13,2	15,4	20,2	17,2	14,2	9,6	b.d	0,8	9,7
2015	1,1	0,5	0,0	8,0	b.d	16,3	19,5	b.d	b.d	b.d	b.d	4,6**	8,3
2016	-2,9	3,3	3,9	8,6	14,4	18,3	18,8	18,0	15,6	7,6	3,2	0,9	9,1
2017	-4,9	-1,3	5,7	6,9	13,5	17,6	18,4	19,6	13,5	9,7	4,5	2,0	8,8
2018	0,6	-3,2	0,3	13,0**	16,5	17,8	19,8	20,2	15,3	9,9	4,0	1,4	9,6
2019	-1,9	2,5	5,6	9,9	12,4	21,9**	18,9	20,5	14,3	10,4	6,1	2,9	10,3
2020	1,8	3,8**	4,4	8,5	10,9*	17,8	18,4	19,8	15,1	10,3	5,2	1,9	9,8
2021	-1,6	-1,9	3,1	6,1	12,1	19,3	20,9	16,7	13,8	9,0	4,8	-1,1	8,4
2022	0,6	3,0	3,0	6,5	13,6	18,5	19,1	20,6**	12,0	10,8	3,7	0,3	9,3
2023	2,8**	1,0	4,2	7,8	12,5	17,4	19,7	20,0	17,5	10,9	3,9	1,7	10,0
Średnia z 1995-2023	-1,8	-0,3	2,7	8,6	13,2	17,2	19,1	17,8	13,1	8,6	3,6	-0,2	8,7

* - minimalna średnia miesiąca, roku w wieloleciu 1995-2023,

** - maksymalna średnia miesiąca, roku w wieloleciu 1995-2023;

Źródło: Oprac. własne na podst. danych IMGW.

Elementy higryczne klimatu

Niezmierne istotnym elementem klimatu są opady atmosferyczne, ich wielkość i rozkład w ciągu roku. Podobnie jak temperatura powietrza, tak i opady atmosferyczne charakteryzują się dużą zmiennością z roku na rok (Tab.28, Ryc.45).

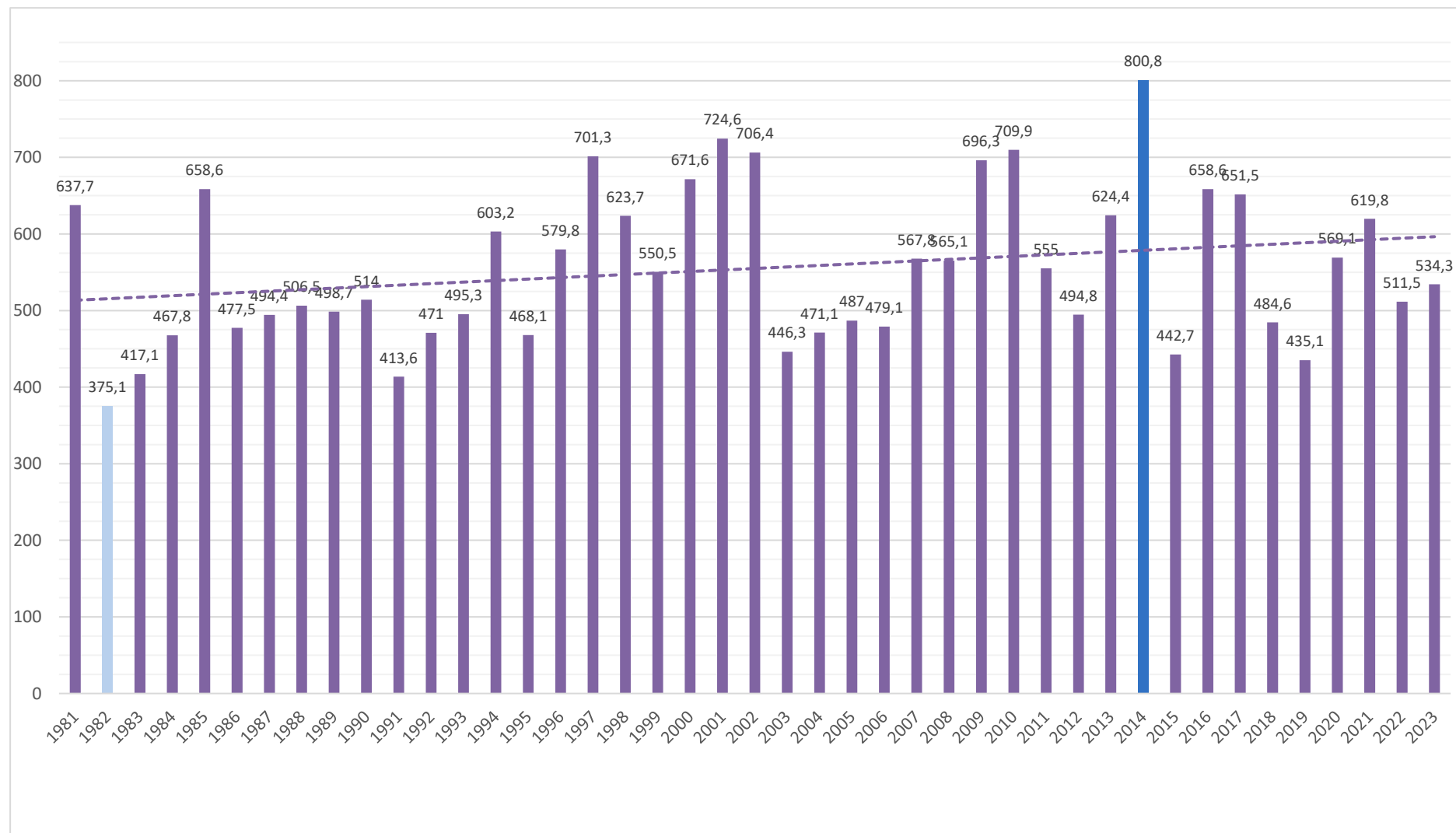
Tab. 28 Średnie miesięczne i roczne sumy opadów (w mm) w latach 1995 - 2023 w stacji Sulejów

Rok	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Suma
1995	21,9	41,3	24,6	37,4	62,8	66,2	30,6	69,4	68,5	14,3	17,1	14,0	468,1
1996	11,2	17,1	23,4	33,7	63,0	71,3	90,8	98,0	114,6	25,6	24,4	6,7*	579,8
1997	4,3*	39,7	18,7	24,1	100,4	46,0	222,1**	82,4	30,1	63,4	43,5	26,6	701,3
1998	47,1	31,8	40,6	45,1	33,5	122,8	54,3	58,3	57,8	62,0	29,1	41,3	623,7
1999	23,9	27,2	32,8	75,0	55,9	127,6	43,0	44,5	24,5	43,2	27,5	25,4	550,5
2000	33,9	35,4	64,6**	18,5	38,4	41,7	208,5	58,1	58,8	5,7	64,6	43,4	671,6
2001	25,2	16,3	54,9	115,2**	28,7	86,9	196,2	35,9	96,3	19,7	30,7	18,6	724,6
2002	31,2	57,2	27,8	17,6	153,0	107,3	71,1	72,7	48,4	67,7	41,6	10,8	706,4
2003	29,7	4,4*	14,5	35,4	69,8	13,8*	57,5	44,8	34,7	77,4	26,8	37,5	446,3
2004	30,9	41,9	43,6	67,3	43,2	26,4	31,4	47,7	28,7	38,2	59,4	12,4	471,1
2005	34,0	37,5	17,4	33,4	89,1	36,1	72,1	26,8	31,9	3,7*	26,4	78,6**	487,0
2006	29,3	32,9	36,4	28,2	33,5	98,6	4,8*	86,6	17,2	32,2	57,0	22,4	479,1
2007	63,5**	40,3	43,0	12,8	37,4	123,4	99,7	17,2*	50,2	29,0	36,8	14,5	567,8
2008	54,5	16,5	56,2	45,2	58,9	20,4	83,6	65,5	51,3	31,3	42,7	39,0	565,1
2009	17,5	33,3	58,6	0,1*	81,1	154,2	118,0	41,3	32,8	73,6	50,3	35,5	696,3
2010	24,3	28,4	29,3	27,3	153,5	56,9	86,2	135,0	44,3	11,4	81,5**	31,8	709,9
2011	26,0	26,2	15,2	23,0	49,4	58,9	184,5	82,3	15,5	28,4	0,2	45,4	555,0
2012	40,8	22,1	13,7	44,1	23,0	69,4	62,0	55,4	35,9	73,3	26,8	28,3	494,8
2013	51,0	21,3	45,1	21,9	109,9	174,3**	34,8	35,7	69,7	8,9	31,2	20,6	624,4
2014	44,9	19,8	38,7	39,6	160,1**	85,8	131,6	160,4	40,5	37,5	0,0*	41,9	800,8
2015	52,1	13,4	40,6	32,7	53,0	44,5	61,0	19,0	33,1	39,7	39,3	14,3	442,7
2016	29,5	61,4**	34,4	35,6	38,8	72,4	175,2	32,6	23,0	87,6**	33,0	35,1	658,6
2017	7,1	30,4	42,3	84,9	19,1*	64,7	53,5	46,3	150,8**	68,4	56,6	27,4	651,5
2018	24,6	12,9	20,3	18,7	62,6	67,7	100,2	43,2	40,9	44,1	5,9	43,5	484,6
2019	38,4	28,8	30,0	33,8	50,9	39,7	32,6	35,7	62,9	21,4	21,6	39,3	435,1
2020	23,7	50,9	12,6	7,8	71,2	125,9	36,6	73,8	48,1	86,5	9,0	23,0	569,1
2021	29,7	22,5	11,6	37,7	77,0	85,4	88,9	170,9**	24,4	12,1	36,3	23,3	619,8
2022	31,6	36,5	7,2*	34,6	34,4	65,8	52,1	90,3	71,4	28,7	15,0	43,9	511,5
2023	33,1	38,1	25,2	56,3	41,1	46,4	49,8	88,8	10,3*	56,9	42,1	46,2	534,3
średnia	31,5	30,5	31,8	37,5	65,3	75,9	87,3	66,2	48,8	41,1	33,7	30,7	580,4

* - minimalna miesięczna, roczna suma opadów, w wieloleciu 1995-2023

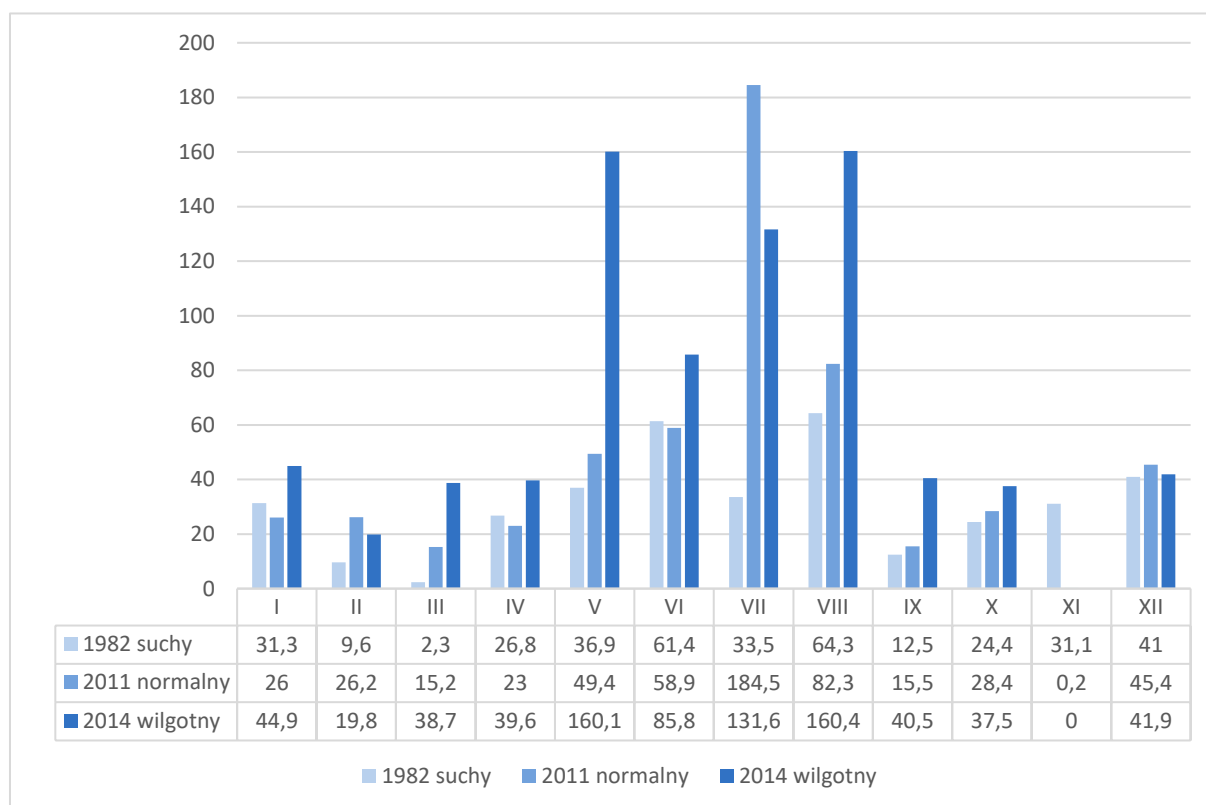
** - maksymalna miesięczna, roczna suma opadów, w wieloleciu 1995-2023

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW



Ryc. 45. Roczna suma opadów atmosferycznych w mm w stacji Sulejów w latach 1981-2023 (Oprac. własne na podst. danych IMGW)

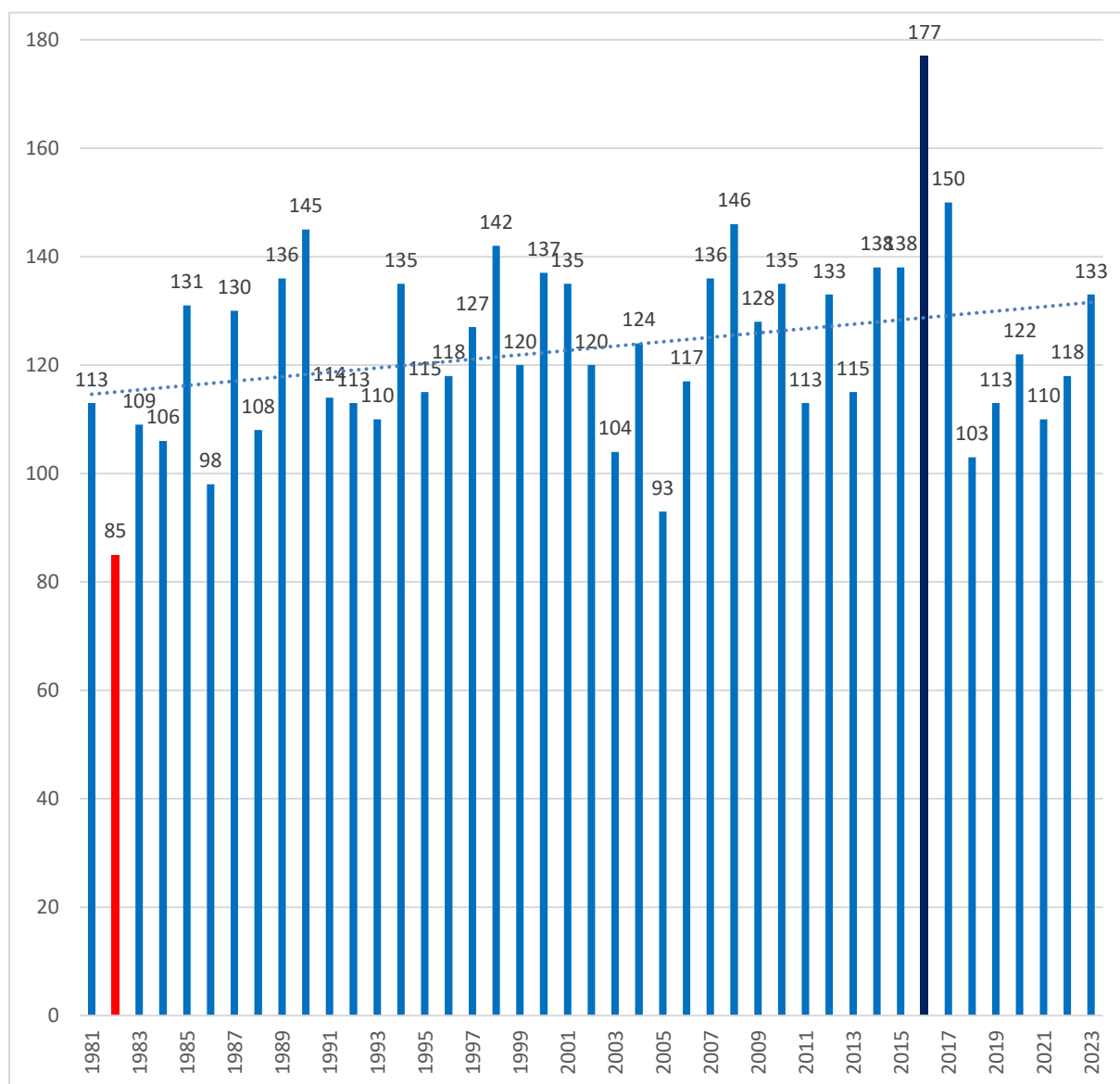
Według danych z lat 1995 - 2023 analizowany obszar otrzymał średnio 580 mm opadu w ciągu roku. Różnice pomiędzy poszczególnymi latami (nawet występującymi po sobie) są bardzo duże. Na przykład w 1982 roku suma rocznych opadów dla stacji Sulejów wyniosła tylko 375,1 mm, w 2019 roku tylko 435,1 mm (tzw. lata suche), a w 2014 roku aż 800,8 mm (tzw. rok wilgotny), czyli ponad 2 krotnie więcej opadu w stosunku do 1982 roku (Ryc. 46). Ostatnie lata – 2018-2019 oraz 2022 i 2023 – były bardzo suche lub zbliżone do wartości średnich z wielolecia 1995-2023 (Tab.28). Roczna suma opadów wynosiła niewiele ponad 400 mm lub około 500 mm. Powoduje to powstawanie zjawiska suszy meteorologicznej, ale także wyraźnego obniżenia poziomu wód gruntowych, prowadzącego do suszy hydrologicznej. Taka sytuacja grozi niedoborem wody niezbędnej dla roślin uprawnych, ale także tych występujących w naturalnych ekosystemach. Skutkuje to także możliwością występowania znacznego zagrożenia pożarowego, zmniejszeniem zasilania cieków, a tym samym mniejszymi przepływami.



Ryc. 46. Zróżnicowanie miesięcznej sumy opadów w mm w latach: 1982, 2011 i 214 w Sulejowie (Oprac. własne na podst. danych IMGW)

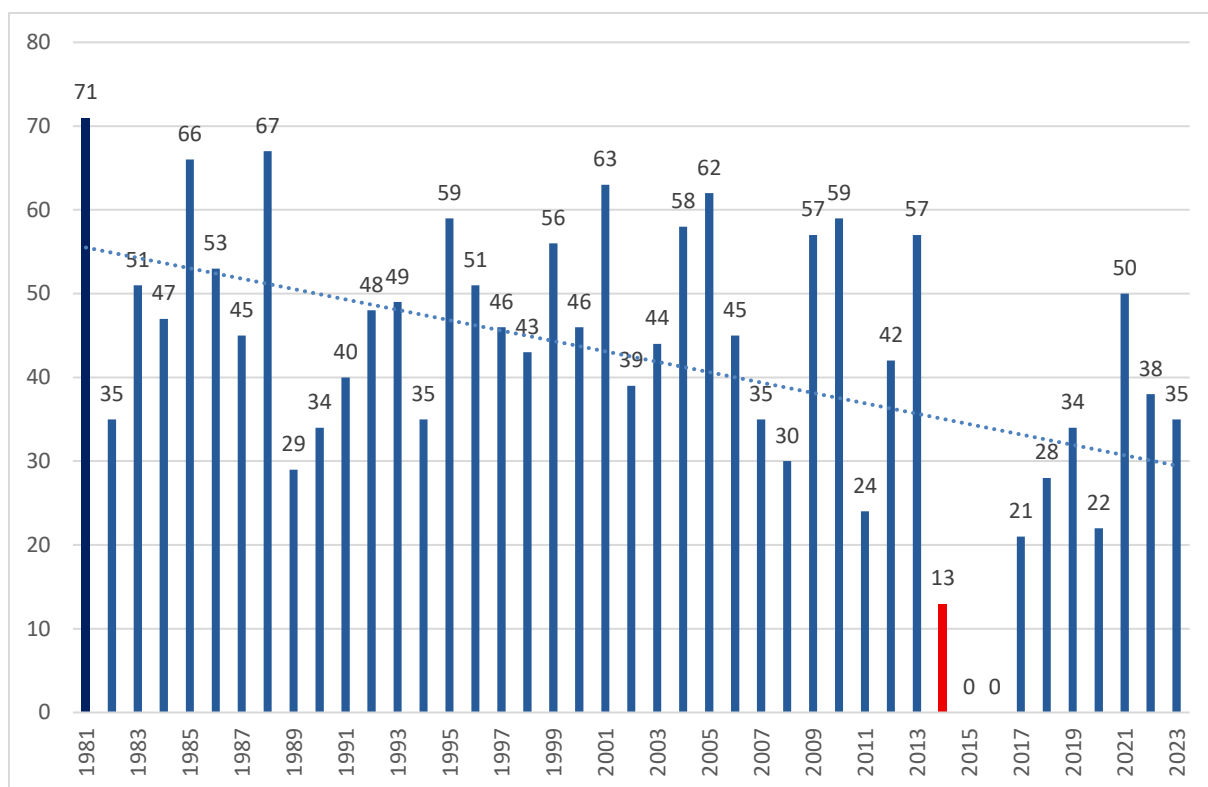
Średnio w wieloleciu 1995-2023 najwięcej opadów atmosferycznych występuje w miesiącach letnich, od maja do sierpnia (Tab.28). Oprócz opadów związanych z występowaniem frontów atmosferycznych w tej porze roku często pojawiają się opady konwekcyjne. Efektem tego procesu są silnie wypiętrzone chmury Cumulus, a nawet Cumulonimbus (chmury burzowe), które dostarczają opadów. Wysoka temperatura powietrza sprzyja znacznemu parowaniu, co ogranicza ilość wody dostępnej dla roślin i infiltrującej w podłoże. Minimum opadów przypada w okresie wiosennym (marzec średnio 31,8 mm, kwiecień średnio 37,51 mm). W okresie zimowym średnia wielkość opadów była także bardzo niska (luty średnio 30,5 mm, styczeń 31,5 mm, grudzień średnio 30,7 mm). Maksimum opadów miesięcznych w charakteryzowanym wieloleciu zostało zanotowane w lipcu 1997 roku – 222,1 mm. Był to pamiętny rok z wystąpieniem wezbrań i powodzi w wielu regionach Polski spowodowanych rekordowo wysokimi opadami.

Na rycinie 47 przedstawiono liczbę dni w roku, w których odnotowano wystąpienie opadu deszczu. W 1982 roku takich dni było zaledwie 85 (23,3% dni roku), natomiast w 2016 roku aż 177 (48,5% dni roku). Średnio w roku w wieloleciu 1981-2000 wynosiła 119,6 dni, zaś w latach 2001-2023 była nieznacznie większa i wynosiła 126,1 dni. Wyznaczona linia trendu jest wyraźnie rosnąca.

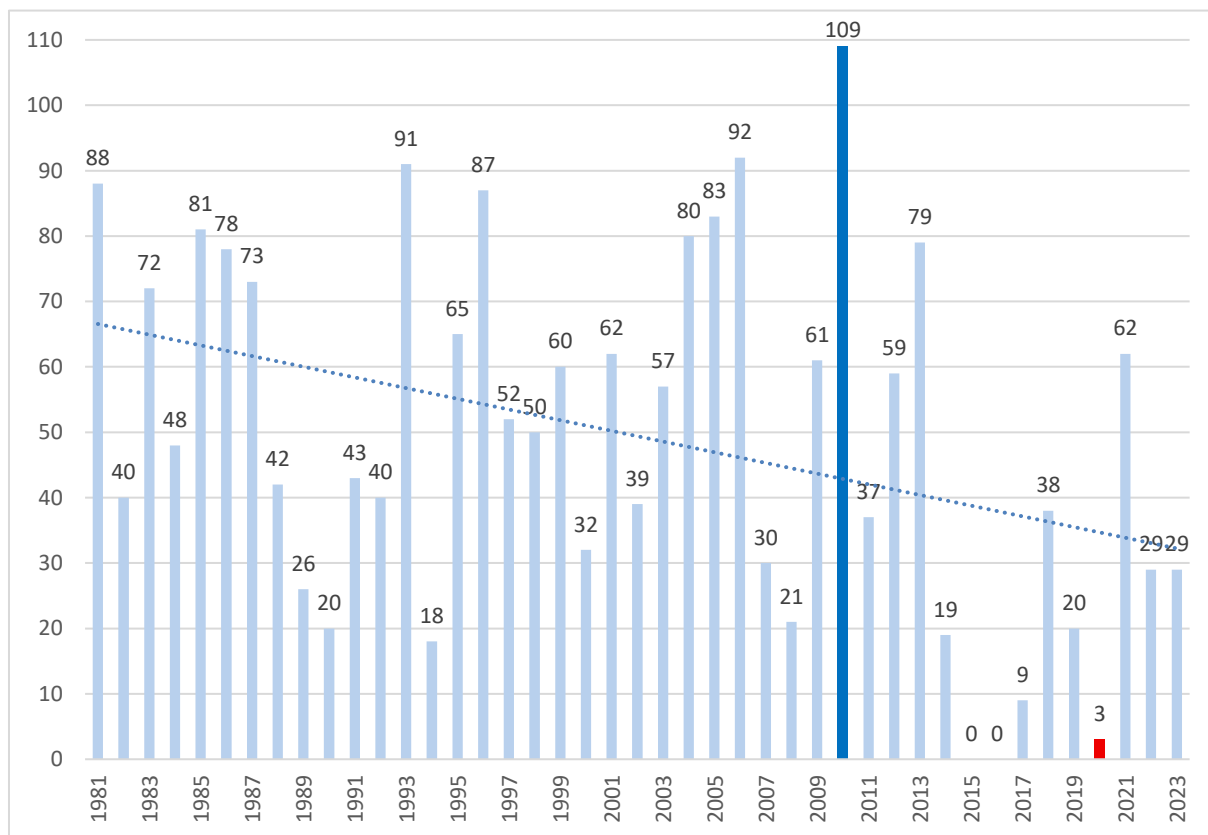


Ryc. 47. Liczba dni z opadem deszczu w stacji Sulejów w latach 1981-2023 (Oprac. własne na podst. danych IMGW)

Wilgoci dostarczają także opady śniegu. Liczba dni w roku z opadem śniegu w latach 1981-2023 (Ryc. 48) zmieniała się od 13 (minimum) do 71 (maksimum) (dla 2015 i 2016 roku brak danych). Różnica między tymi wartościami jest znaczna (ponad 5-krotna). Dane z wieloleci 1981-2000 i 2001-2023 pokazują zmniejszanie się występowania liczby dni z opadem śniegu, odpowiednio średnio 48,5 i 37,2 dni. W tym przypadku wyznaczona linia trendu jest wyraźnie malejąca.



Ryc. 48. Liczba dni z opadem śniegu w stacji Sulejów w latach 1981-2023 (Oprac. własne na podst. danych IMGW)



Ryc. 49. Liczba dni z pokrywą śnieżną w stacji Sulejów w latach 1981-2023 (Oprac. własne na podst. danych IMGW)

Z danych udostępnianych przez IMGW można przeanalizować długość zalegania pokrywy śnieżnej (Ryc. 49). W 2020 roku były to zaledwie 3 dni, co oznacza, że nawet wystąpienie opadu w postaci śniegu nie gwarantuje jego utrzymania, wyższe temperatury powietrza wpływają na jego szybki zanik. Średnia roczna temperatura powietrza w tym roku wynosiła 9,8 °C, zaś miesiące zimowe miały dodatnie średnie miesięczne temperatury (styczeń 1,8 °C, luty 3,8 °C, grudzień 1,9 °C). Wyjątkowy pod względem długości zalegania pokrywy śnieżnej był rok 2010, kiedy opad śniegu był zarejestrowany podczas 59 dni, ale był to także rok niezwykle chłodny, ze średnią roczną temperaturą wynoszącą zaledwie 7,3°C. Średnie miesięczne temperatury powietrza miesięcy zimowych były bardzo niskie, stycznia -7,7 °C, grudnia -5,8 °C i lutego -2,0 °C. To wyjaśnia, dlaczego pokrywa śnieżna utrzymywała się rekordowo długo. Analiza przebiegu tego parametru jest niezwykle istotna dla rolnictwa. Brak pokrywy śnieżnej wpływa negatywnie na oziminy, powodując ich przemarzanie. Utrudnione jest też zasilanie gleby w wodę pochodzącą z roztopów (nie ma śniegu), a nawet jak pojawi się opad śniegu to woda pochodząca z jego topnienia często nie może wsiąkać w grunt, który jest przemarznięty, stając się nieprzepuszczalnym dla wody.

Topoklimat

Na terenie SuPK nie były prowadzone systematyczne badania warunków topoklimatycznych. Wiadomo jednak, że są one na terenie Parku zróżnicowane. Wpływa na to między innymi urozmaicona rzeźba terenu (w tym np.: deniwelacje; nachylone, o różnej ekspozycji stoki; doliny rzeczne różnej rangi), czy występowanie różnych form pokrycia terenu.

Pokrycie terenu, w tym roślinność wysoka, która dominuje na terenie Parku, będzie miało wpływ na ruch powietrza. Szorstkość podłoża nawet dla tego samego typu pokrycia terenu zmienia się w zależności od pory roku, co związane jest z wysokością roślin (inny dla pól uprawnych, łąk i pastwisk latem i zimą). Sady, zarośla, zagajniki i lasy mają taki sam współczynnik szorstkości niezależnie od pory roku. Co ciekawe, obecność ulistnienia może także wpływać na osłabienie prędkości wiatru, co skutkuje większym odsetkiem cisz w czasie po rozwoju liści.

Na obszarach otwartych, gdzie występują okresowe podmokłości częstość występowania mgieł będzie większa, większa też będzie wilgotność powietrza i możliwe jest tworzenie się zastoisk zimnego powietrza. Wklęsłe formy terenu jak doliny rzeczne oraz rowy melioracyjne będą cechowały się także większą wilgotnością (obszary występowania mgieł) oraz spływów zimnego powietrza.

Na terenie SuPK teren wykazuje spadek wysokości w kierunku północnym (zgodnie z biegiem Pilicy), przez co dominują stoki o ekspozycji wschodniej i zachodniej o różnej dostawie energii słonecznej.

Powierzchnie szczytowe lokalnych kulminacji mogą wykazywać niewielkie różnice w temperaturze powietrza w stosunku do terenów znajdujących się na niższych wysokościach bezwzględnych, a także występowaniem wiatrów o większej sile.

3.5.2. Ocena stanu jakości powietrza

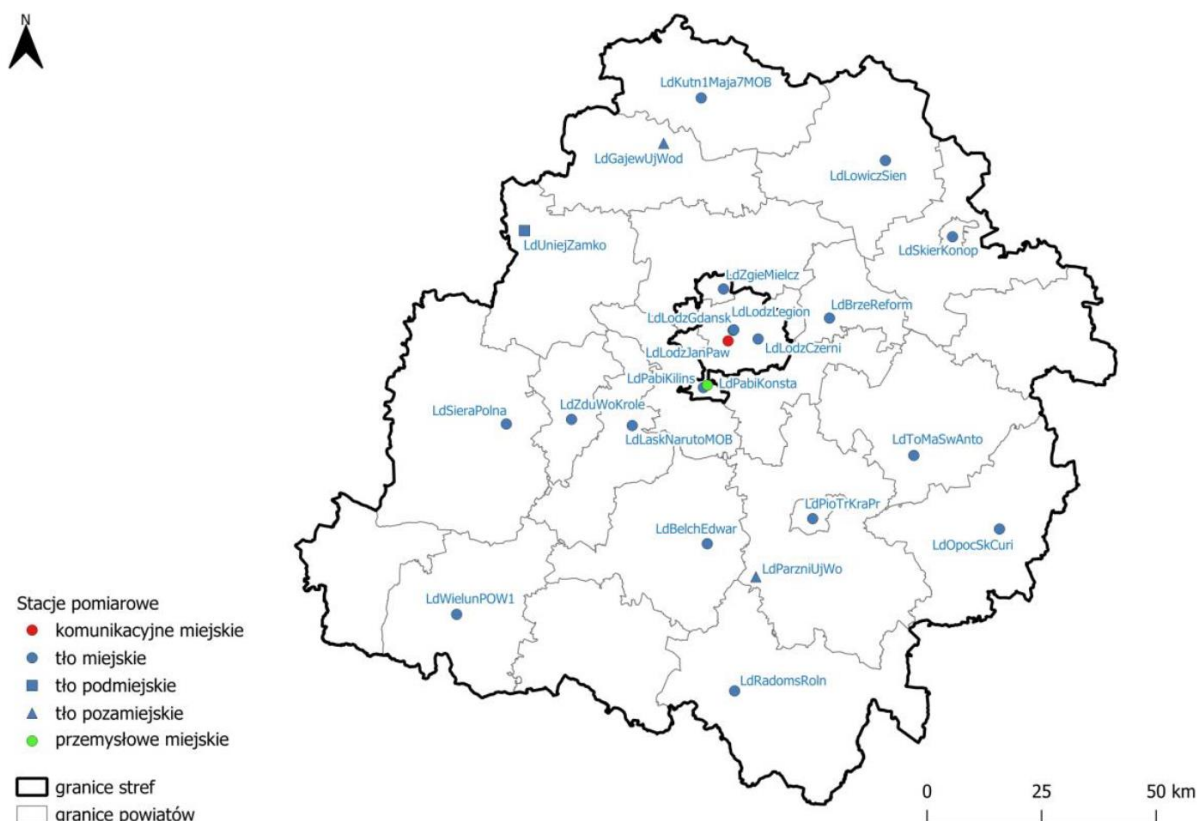
Ocena stanu jakości powietrza atmosferycznego została dokonana na podstawie danych zawartych w Raporcie wojewódzkim za rok 2024 opracowanym w Regionalnym Wydziale Monitoringu Środowiska w Łodzi. Roczna ocena jakości powietrza, dokonywana przez Głównego Inspektora Ochrony Środowiska, jest prowadzona w odniesieniu do wszystkich substancji, dla których obowiązek taki wynika z rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu. W skład badanych zanieczyszczeń, jakie uwzględniane są w ocenie dokonywanej pod kątem spełnienia kryteriów określonych w celu ochrony zdrowia ludzi, znajdują się: dwutlenek siarki (SO₂), dwutlenek azotu (NO₂), tlenek węgla (CO), benzen (C₆H₆), ozon (O₃), pył zawieszony PM₁₀, pył zawieszony PM_{2,5}, ołów (Pb) w pyłe zawieszonym PM₁₀, arsen (As) w pyłe

zawieszonym PM10, kadm (Cd) w pyle zawieszonym PM10, nikiel (Ni) w pyle zawieszonym PM10, benzo(a)piren (B(a)P) w pyle zawieszonym PM10. W badaniach w odniesieniu do ochrony roślin znajdują się 3 substancje: dwutlenek siarki (SO₂), dwutlenek azotu (NO₂), ozon (O₃).

Wynikiem oceny dla wszystkich substancji podlegających ocenie ze względu na ochronę zdrowia ludzi na terenie strefy jest zaliczenie jej do odpowiedniej klasy:

- Klasa a – poziom stężeń zanieczyszczenia nie przekracza poziomu dopuszczalnego/docelowego,
- Klasa B – poziom stężeń zanieczyszczenia przekracza poziom dopuszczalny lecz nie przekracza poziomu dopuszczalnego powiększonego o margines tolerancji,
- Klasa C – poziom stężeń zanieczyszczenia przekracza poziom dopuszczalny/docelowy,
- Klasa D1 – poziom stężeń zanieczyszczenia nie przekracza poziomu celu długoterminowego (dotyczy tylko ozonu),
- Klasa D2 – poziom stężeń zanieczyszczenia przekracza poziom celu długoterminowego (dotyczy tylko ozonu),
- Klasa A1, C1 – dodatkowe klasy stref dla pyłu PM_{2,5} określone w oparciu o poziom dopuszczalny dla fazy II (A1 - nie przekracza poziomu dopuszczalnego dla fazy II, C1 – przekracza poziom dopuszczalny dla fazy II).

Sulejowski Park Krajobrazowy znajduje się w strefie łódzkiej (dla której dokonuje się pomiarów zanieczyszczeń zarówno wg. kryteriów dotyczących ochrony zdrowia ludzi, jak i wg kryteriów dotyczących ochrony roślin). Na terenie SuPK nie ma stacji pomiarowych, najbliższe znajdują się w Piotrkowie Trybunalskim na ul. Krakowskie Przedmieście 25 oraz w Tomaszowie Mazowieckim na ul. Św. Antoniego 43/45 (Ryc.50).



Ryc. 50. Zestawienie stacji pomiarowych wykorzystanych w ocenie jakości powietrza atmosferycznego w 2024 roku (źródło: roczna ocena jakości powietrza w województwie łódzkim raport wojewódzki za rok 2024, GIOŚ 2025)

Zgodnie z wynikami szacowania opartego o wyniki modelowania w 2024 r. na terenie SuPK stężenia 1-godzinowe SO_2 (wyrażone jako 25 stężenie maksymalne z rocznej serii stężeń 1-godz.) nie przekroczyły dopuszczalnych norm, a w skali województwa średnia zarejestrowana wartość to $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (11% wartości dopuszczalnej). Stężenia 24-godzinowe (wyrażone jako 4 stężenie maksymalne z rocznej serii stężeń 24 godz.) na charakteryzowanym terenie nie zostały przekroczone, a w większości terenu województwa nie przekroczyły $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (16% wartości dopuszczalnej). W przypadku SO_2 występują duże różnice sezonowe w rejestrowanych stężeniach, co wskazuje na znaczny wpływ emisji tego zanieczyszczenia z procesów spalania paliw dla celów grzewczych (emisja niska). Stacje zlokalizowane na terenach miejskich wykazały średnio 50% wzrost stężeń SO_2 w sezonie grzewczym w stosunku do pory letniej.

Analiza zmian stężeń w ostatnim 10-leciu wskazuje na utrzymywanie się niskiego poziomu stężeń SO_2 . Najwyższe stężenia rejestrowano w latach 2015-2017. Natomiast od 2018 r. występuje podobny poziom stężeń SO_2 25 maks. 1-godz. i 4 maks. 24-godz.

Dla dwutlenku siarki w rozporządzeniu w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu określono poziom alarmowy i jest to jednogodzinna wartość stężenia danego zanieczyszczenia. Poziom alarmowy dla dwutlenku siarki wynosi $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i w roku 2024 w województwie łódzkim nie był przekroczony.

Wyniki klasyfikacji strefy łódzkiej w ocenie za 2024 rok dotyczącej NO₂ są korzystne i zostały zaliczone do klasy A. W roku 2024, jak i w latach ubiegłych, nie stwierdzono przekroczenia poziomu dopuszczalnego 1-godzinnego i średniorocznego NO₂. Mierzone wartości stężeń NO₂ nie stanowią zagrożenia dla zdrowia ludzi. Na przestrzeni ostatnich kilku lat widoczna była minimalna tendencja spadkowa stężeń tego zanieczyszczenia. W roku 2024 stężenie dwutlenku azotu było na podobnym poziomie co w ostatnich kilku latach. Wartości stężeń NO₂ mierzone na stacjach tła miejskiego kształtowały się w zakresie 28-43% dopuszczalnej wartości średniorocznej i 30-38% dopuszczalnej wartości 1-godzinnej. Poziom stężeń zmierzony przez stacje pozamiejskie nie przekroczył 23% dopuszczalnej wartości średniorocznej i 24% dopuszczalnej wartości 1-godzinnej. Stosunkowo wysokie wartości stężeń notowane były przy głównych drogach (np. autostrady, drogi dojazdowe do węzłów komunikacyjnych, drogi wojewódzkie). Wzdłuż dróg i ulic o dużym natężeniu ruchu samochodowego, poziom emisji NO₂ był zazwyczaj większy o ok. 50% niż na terenach sąsiadujących. Emisja komunikacyjna NO₂ stała się na wielu obszarach emisją dominującą, a jej wpływ na jakość powietrza jest z roku na rok coraz większy.

W 2024 r. nie zanotowano przekroczeń dopuszczalnego poziomu 8-godzinnego CO. Stężenia tlenu węgla na obszarze strefy łódzkiej utrzymywały się poniżej poziomu dopuszczalnego 10 mg/m³, określonego jako maksymalna wartość ze stężeń średnich ośmiogodzinnych kraczących (obliczanych ze stężeń 1-godzinnych) w ciągu roku kalendarzowego. Obszary należące do strefy łódzkiej zostały zaklasyfikowane do klasy a (Tab.11).

Podobnie jak w przypadku innych substancji, których znaczącym źródłem emisji jest spalanie paliw do celów grzewczych, również w przypadku tlenu węgla najwyższy poziom tego zanieczyszczenia występował w sezonie grzewczym.

Na przestrzeni ostatnich 10 lat mierzone maksymalne 8-godz. wartości CO nie przekroczyły ani razu stężenia 6 mg/m³, przy poziomie dopuszczalnym wynoszącym 10 mg/m³. Najwyższe stężenia rejestrowane były w latach 2015-2017. W roku 2024 na większości stanowisk widoczny był minimalny spadek stężenia CO względem roku 2023.

W 2024 r. nie zanotowano przekroczeń dopuszczalnego poziomu średniego rocznego benzenu, co pozwoliło tereny strefy łódzkiej zakwalifikować do klasy a (Tab.29). Mierzone stężenia średnie roczne na przestrzeni ostatnich kilku lat oscylowały w okolicach 1 µg/m³ przy poziomie dopuszczalnym wynoszącym 5 µg/m³. W porównaniu z latami ubiegłymi stężenia obniżyły się o ok. 50%. W rozkładzie przestrzennym najwyższe stężenia notowane były na terenach zurbanizowanych, na których dominuje emisja powierzchniowa. Najniższe stężenia występowały na terenach pozamiejskich, gdzie stężenie średnie roczne można oszacować na 0,5 µg/m³.

W 2024 r. nie zanotowano przekroczeń poziomu docelowego O₃. Stwierdzono natomiast przekroczenie poziomu celu długoterminowego. Ozon jest zanieczyszczeniem wielkoobszarowym. Powstawanie ozonu jest ściśle uzależnione od warunków meteorologicznych. Maksymalne stężenia występują w sezonie letnim i skorelowane są z wysokimi temperaturami, nasłonecznieniem oraz małą wilgotnością powietrza, co wpływa na intensyfikację procesów fotochemicznych powodujących powstawanie ozonu z jego gazowych prekursorów występujących w powietrzu. Emisja prekursorów (tj. związków chemicznych, z których powstaje ozon – NO_x, NMLZO, CO, CH₄) utrzymuje się w tym okresie cały czas na wysokim poziomie. W odróżnieniu od innych zanieczyszczeń gazowych czy pyłowych, w przypadku ozonu na przestrzeni ostatnich 10 lat nie zaobserwowano trendu spadkowego stężeń. Mierzone wartości utrzymywały się na podobnym poziomie. W latach pomiarowych z gorącym i suchym okresem wiosenno-letnim notowano wysokie wartości danego zanieczyszczenia. z kolei

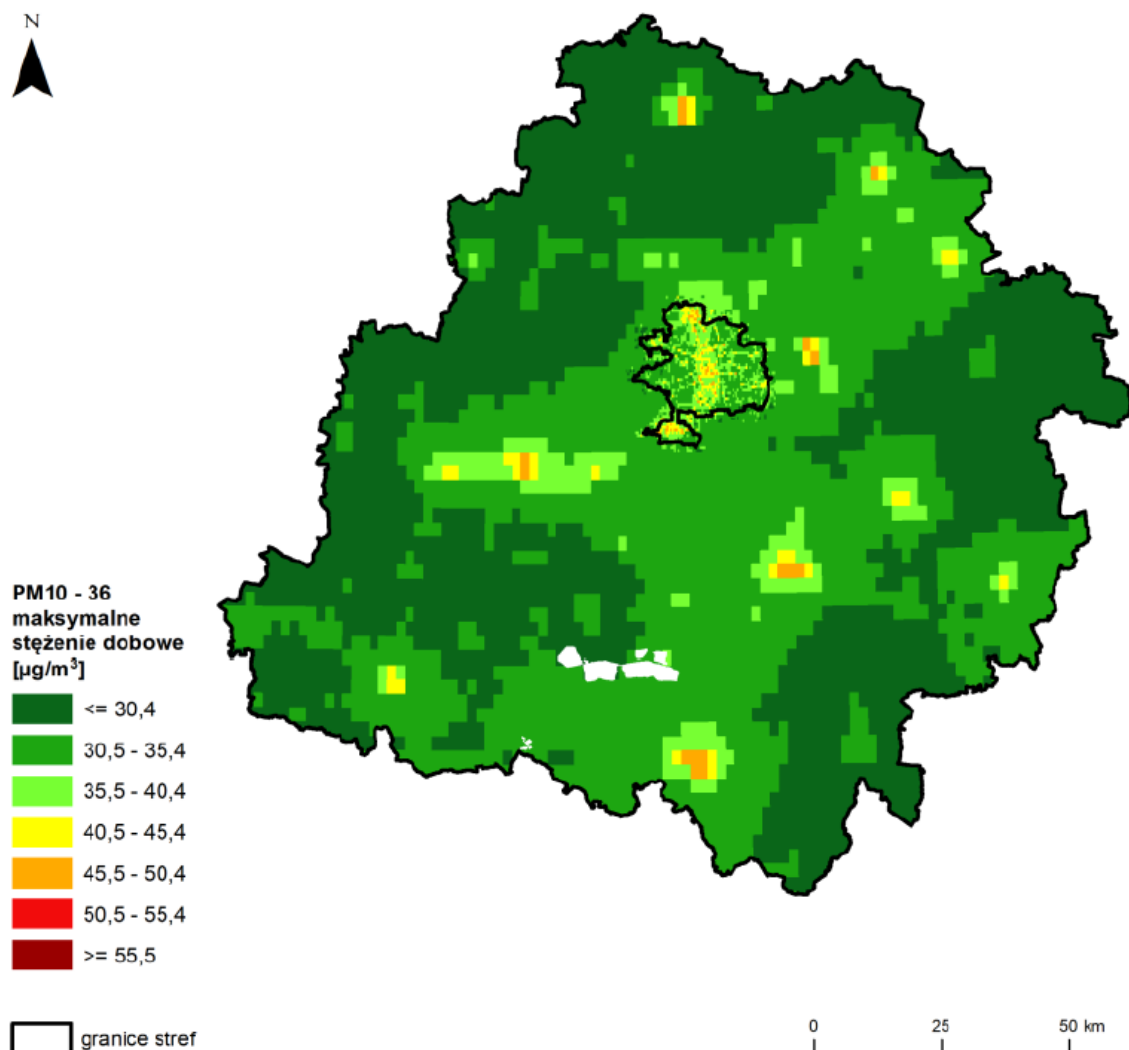
w latach z umiarkowanymi temperaturami, dużym zachmurzeniem i opadami w okresie wiosenno-letnim wartości ozonu malały.

Tab. 29 Klasy stref dla poszczególnych zanieczyszczeń, uzyskane w ocenie rocznej dokonanej z uwzględnieniem kryteriów ustanowionych w celu ochrony zdrowia ludzi - klasyfikacja podstawowa (klasy: A, C oraz A1, C1 dla pyłu zawieszonego PM_{2,5}) – strefa łódzka

Zanieczyszczenie	Przekroczenia wg rodzajów zanieczyszczeń				
	2020 rok	2021 rok	2022 rok	2023 rok	2024 rok
SO ₂ (dwutlenek siarki)	A	A	A	A	A
NO ₂ (dwutlenek azotu)	A	A	A	A	A
CO (tlenek węgla)	A	A	A	A	A
C ₆ H ₆ (benzen)	A	A	A	A	A
PM 2,5 (pył zawieszony)	A	C	A	A	A
PM 2,5 (pył zawieszony) – II faza	C1	C1	C1	A	C1
PM 10 (pył zawieszony)	C	C	C	A	A
B(a)P (benzo(a)piren)	C	C	C	C	C
As (arsen)	A	A	A	A	A
Cd (kadm)	A	A	A	A	A
Ni (nikiel)	A	A	A	A	A
Pb (ołów)	A	A	A	A	A
O _{3 dc} (ozon – poziom docelowy)	A	A	A	A	A
O _{3 dt} (ozon – poziom długoterminowy)	D2	D2	D2	D2	D2

Źródło: Roczne oceny jakości powietrza w województwie łódzkim za lata 2020 - 2024.

W 2024 r. nie zanotowano przekroczeń dopuszczalnego poziomu średniorocznego pyłu zawieszonego PM₁₀. Nie stwierdzono również przekroczenia dopuszczalnego poziomu średniodobowego. Strefa łódzka została zakwalifikowana do klasy A. Jednak warto podkreślić, że stacja w Piotrkowie Trybunalskim była jedną z tych, która odnotowała najwyższe stężenia średnioroczne PM₁₀. W odróżnieniu od poprzednich lat, w roku 2024 na niemal wszystkich stanowiskach pomiarowych stężenie pyłu zawieszonego PM₁₀ było minimalnie wyższe niż w roku poprzednim (Ryc. 51). Na przestrzeni ostatnich 10 lat stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ zmalały o 30-40%. Przyczyną poprawy jakości powietrza były zarówno działania podejmowane przez samorządy dotyczące ograniczenia emisji pyłu jak i również zmiana warunków meteorologicznych w półroczu chłodnym – cieplejsze okresy grzewcze.

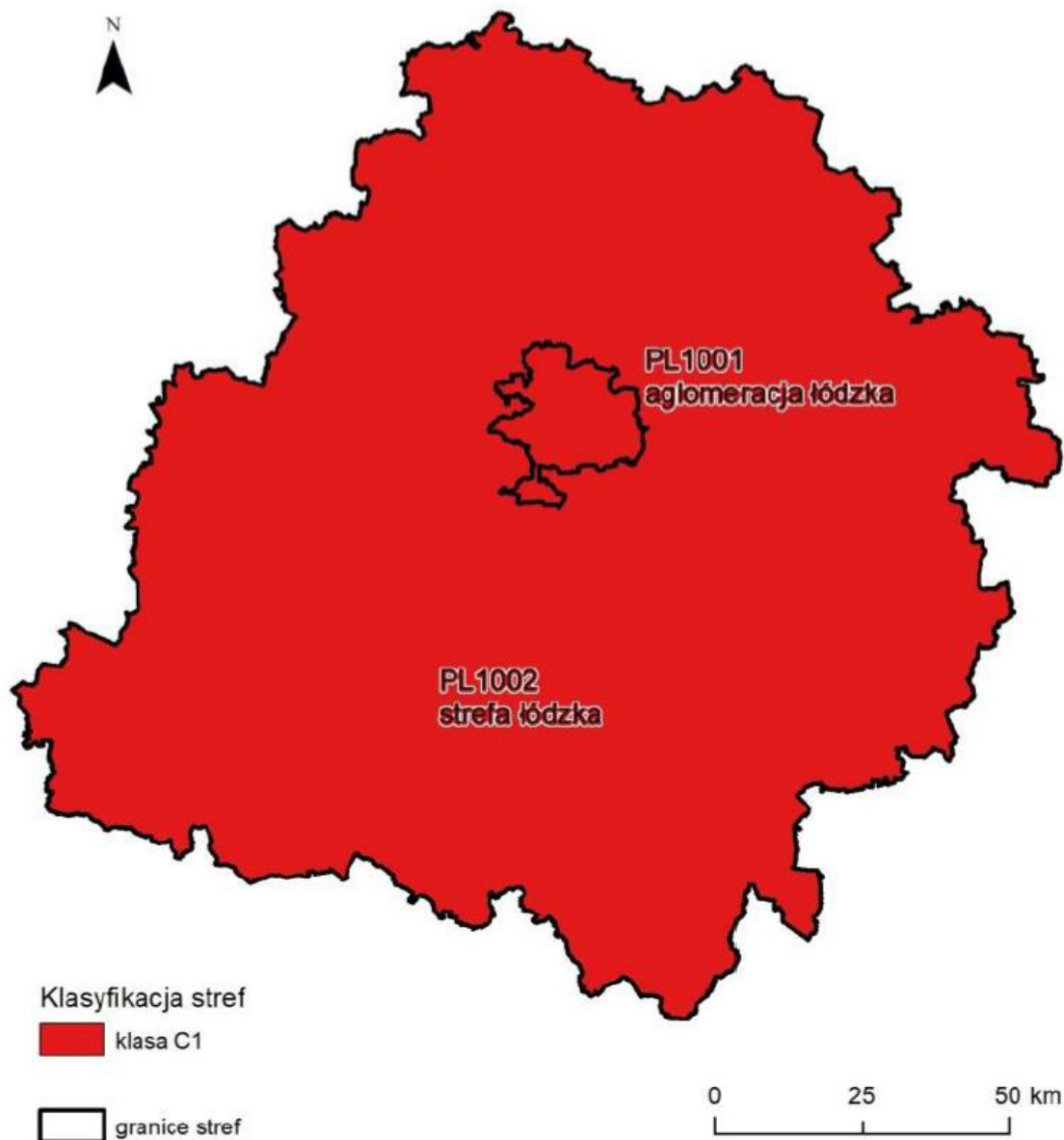


Ryc. 51. Rozkład przestrzenny 36 maksymalnej wartości stężenia 24-godzinnego pyłu zawieszonego PM10 w województwie łódzkim w 2024 roku, opracowany z wykorzystaniem metody szacowania w oparciu o wyniki modelowania jakości powietrza dla roku 2024 wykonanego przez IOŚ-PIB (źródło: GIOŚ, IOŚ-PIB)

Pył zawieszony PM_{2,5} (II faza) w 2024 r. W odniesieniu do średniorocznego poziomu dopuszczalnego fazy II (20 µg/m³) stwierdzono przekroczenie na obszarze strefy łódzkiej (klasa C1) (Ryc.52). Uwzględniając poziom dopuszczalny pyłu zawieszonego PM_{2,5} obowiązujący do roku 2020 (faza I – 25 µg/m³) strefa łódzka uzyskała klasę a (brak przekroczeń fazy I).

Problem wysokich stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} dotyczy obszarów zabudowanych, z dominującą emisją powierzchniową. To właśnie ten rodzaj emisji (ogrzewanie budynków paliwem stałym – węglem i drewnem) przyczynia się do ewentualnych przekroczeń obowiązujących standardów pyłu zawieszonego PM_{2,5}. Duże znaczenie ma również emisja komunikacyjna, wpływająca negatywnie na jakość powietrza wzdłuż dróg o dużym natężeniu ruchu.

W 2024 r. najwyższe stężenia pyłu zawieszonego PM_{2,5} notowane były na terenie m.in. Piotrkowa Trybunalskiego. Oznacza to, że problem ten może dotyczyć nie tylko największych miast, ale również i mniejszych ośrodków miejskich w województwie.



Ryc. 52. Klasyfikacja stref w województwie łódzkim za 2024 rok dla pyłu zawieszonego PM_{2,5}, dla czasu uśredniania - rok, z uwzględnieniem kryteriów określonych w celu ochrony zdrowia ludzi – II faza (źródło: GIOŚ, IOŚ-PIB)

W roku 2024 doszło do przekroczenia średniorocznego poziomu dopuszczalnego $Da=20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (faza II). Do przekroczenia doszło na 2 stanowiskach pomiarowych – w tym w Piotrkowie Trybunalskim. Oznacza to, że w stosunku do roku 2023 jakość powietrza w zakresie pyłu zawieszonego PM_{2,5} uległa pogorszeniu.

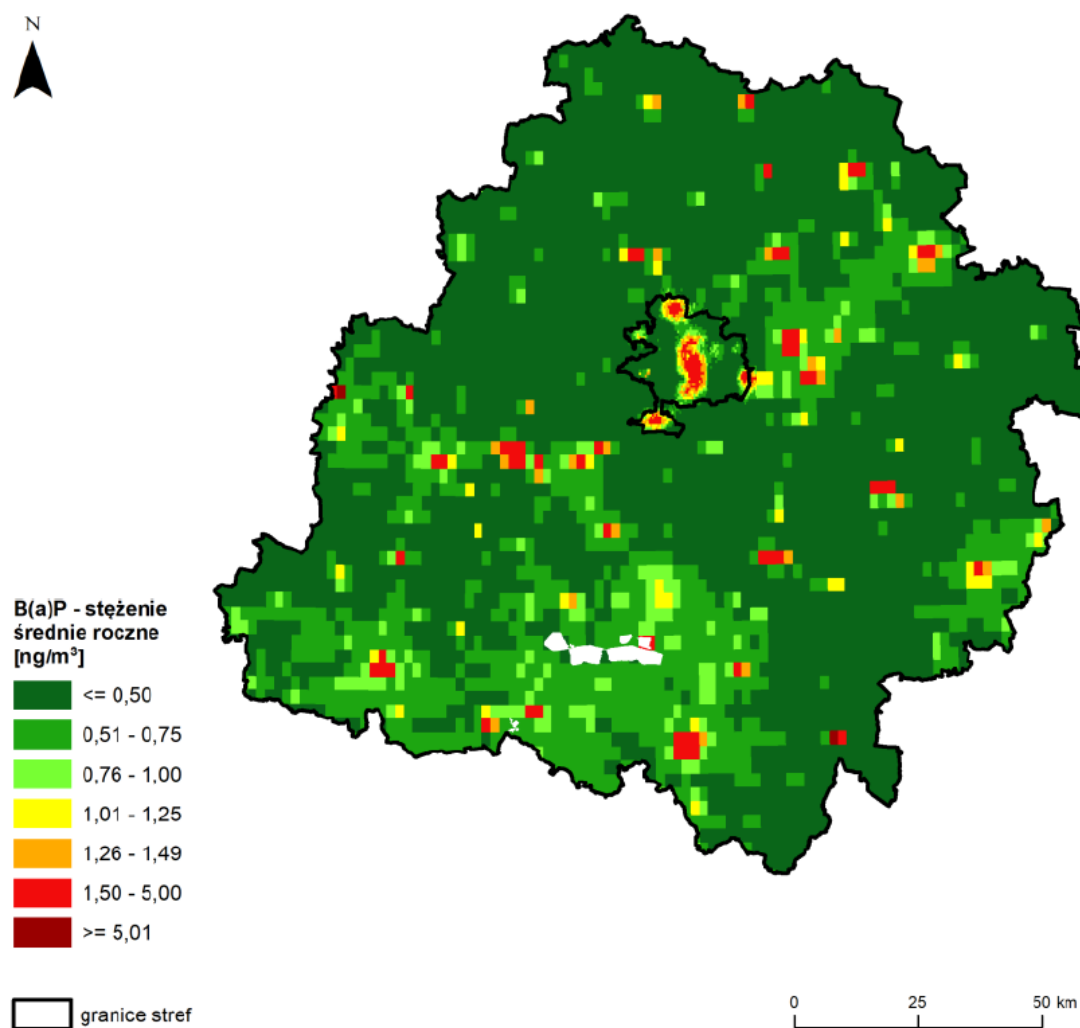
W 2024 r. nie zanotowano przekroczeń poziomu dopuszczalnego ołowiu (Pb). Strefa łódzka została zakwalifikowana do klasy A. Nie stwierdza się przekroczenia średniorocznego poziomu dopuszczalnego ołowiu. Mierzone stężenia średnie roczne na przestrzeni ostatnich kilku lat oscylują w okolicach $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Kolejny pierwiastek – arsen (As). Nie stwierdza się przekroczenia poziomu docelowego arsenu w pyłe zawieszonym PM₁₀. Mierzone stężenia średnie roczne na przestrzeni ostatnich kilku lat oscylują

w okolicach 1 ng/m^3 . Widoczny jest trend spadkowy. W roku 2024 stężenia arsenu były na minimalnie niższym poziomie niż w roku 2023.

Podobne tendencje zaobserwowano w odniesieniu do kadmu (Cd). W 2024 r. nie zanotowano przekroczeń poziomu docelowego kadmu. Mierzone stężenia średnie roczne na przestrzeni ostatnich kilku lat oscylują w okolicach $0,5 \text{ ng/m}^3$. W roku 2024 było to maksymalne $0,3 \text{ ng/m}^3$. W porównaniu z rokiem 2023 stężenia kadmu nie uległy zmianie. W okresie ostatnich 10 lat widoczny jest trend spadkowy, a stężenia kadmu w województwie obniżyły się o ok. 50%.

Podobnie było w odniesieniu do niklu (Ni). W 2024 r. nie zanotowano przekroczeń poziomu docelowego niklu. Strefa łódzka została zakwalifikowana do klasy A. Nie stwierdza się przekroczenia poziomu docelowego niklu w pyłe zawieszonym PM₁₀. Mierzone stężenia średnie roczne na przestrzeni ostatnich kilku lat oscylują w okolicach 1 ng/m^3 .



Ryc. 53. Rozkład przestrzenny wartości stężenia średniego rocznego B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ w województwie łódzkim w 2024 roku, opracowany z wykorzystaniem metody szacowania w oparciu o wyniki modelowania jakości powietrza dla roku 2024 wykonanego przez IOŚ-PIB (źródło: GIOŚ, IOŚ-PIB)

Ostatni badany składnik powietrza atmosferycznego to benzo(a)piren w pyłe zawieszonym PM₁₀. W roku 2024, jak i w latach ubiegłych, stwierdzono na obszarze województwa łódzkiego przekroczenie poziomu docelowego benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM₁₀. Tylko na 5 spośród 17 stanowisk

pomiarowych nie odnotowano wartości przekraczającej $D_{dc}=1 \text{ ng/m}^3$. Na stanowiskach z przekroczeniem poziomu docelowego stężenia średnie roczne wyniosły 2 ng/m^3 , w tym w Piotrkowie Trybunalskim i Tomaszowie Mazowieckim (Ryc. 53). Dostrzegalna jest duża zmienność sezonowa stężenia B(a)P w pyłe PM₁₀ w ciągu roku. W sezonie grzewczym wielkości stężeń benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM₁₀ były dużo wyższe niż w okresie letnim. Główną przyczyną przekroczenia poziomu docelowego B(a)P była nadmierna emisja niska (powierzchniowa) z dużych obszarów zwartej zabudowy mieszkaniowej niepodłączonej do sieci ciepłej, spowodowana spalaniem paliw stałych do celów grzewczych. Oprócz emisji benzo(a)pirenu do powietrza, dodatkową przyczyną wzrostu stężenia danego zanieczyszczenia w powietrzu były warunki meteorologiczne w okresie grzewczym (inwersja temperatury, mała prędkość wiatru).

Na obszarze SuPK nie występują źródła odorów, jednak w jego sąsiedztwie – w Goleszach i w Barkowicach znajdują się zakłady hodowli przemysłowej, które są takimi potencjalnymi źródłami.

3.5.3. Charakterystyka źródeł hałasu

Definicja hałasu została określona w ustawie Prawo ochrony środowiska (Tj. Dz. U. z 2024 r., poz. 54), gdzie za hałas uznano dźwięki o częstotliwości od 16 do 16 000 Hz. Głównymi źródłami hałasu są transport oraz przemysł i rolnictwo. Hałas w sposób negatywny oddziałuje na organizm człowieka, powodując rozdrażnienie, zdenerwowanie, agresję, a nawet zaburzenia psychiczne. Ponadto występują problemy z koncentracją, pogorszenie pamięci, upośledzenie funkcji poznawczych, niemożność skupienia uwagi oraz zaburzenia snu. Te reakcje wynikają ze zbyt nadmiernego obciążenia układu nerwowego. Badania naukowe dowodzą wpływu hałasu na układ krążenia, układ pokarmowy, układ wewnętrzwydzielniczy, układ nerwowy, psychikę, powodując wcześniejsze starzenie się organizmu. Zarówno badania epidemiologiczne obejmujące bardzo duże grupy eksponowane, jak i badania kliniczne potwierdzają występowanie istotnego związku między natężeniem hałasu, a ryzykiem zawału serca i nadciśnienia tętniczego (A. Bortkiewicz, N. Czaja 2018). Szacuje się, że średniodobowe poziomy hałasu wynoszą na sieci dróg krajowych 70 dB, na sieci dróg kolejowych 69 dB, w otoczeniu zakładów przemysłowych 50–90 dB, na terenach przylotniskowych 80–100 dB.

Transport (drogowy, kolejowy i lotniczy) jest też główną przyczyną zanieczyszczenia akustycznego – czyli generuje hałas. Jego dokuczliwość, a nawet szkodliwość, zależy od częstotliwości i amplitudy fal akustycznych. Na obszarze SuPK nie jest prowadzony punktowy ani obszarowy monitoring hałasu. Tłem do określenia charakterystyki warunków akustycznych Parku są wyniki innych opracowań z obszaru województwa łódzkiego. W celu ustalania i kontroli warunków korzystania ze środowiska Rozporządzenie Ministra Środowiska określa dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku (Tab. 30).

Są one określone w celu:

1) długookresowych działań w zakresie ochrony środowiska przed hałasem ukrytych pod hasłami:

LDWN - długookresowy średni poziom dźwięku wyrażony w decybelach [dB], wyznaczony w ciągu wszystkich dób w roku, z uwzględnieniem pory dnia od godz. 6.00–18.00, pory wieczoru od godz. 18.00–22.00 oraz pory nocy od godz. 22.00–6.00;

LN - długookresowy średni poziom dźwięku wyrażony w decybelach [dB], wyznaczony w ciągu wszystkich pór nocy w roku od godz. 22.00–6.00,

2) ustalania i kontroli warunków korzystania ze środowiska w odniesieniu do jednej doby:

LAeqD - równoważny poziom dźwięku dla pory dnia, rozumianej jako przedział czasu od godz. 6.00 do 22.00;

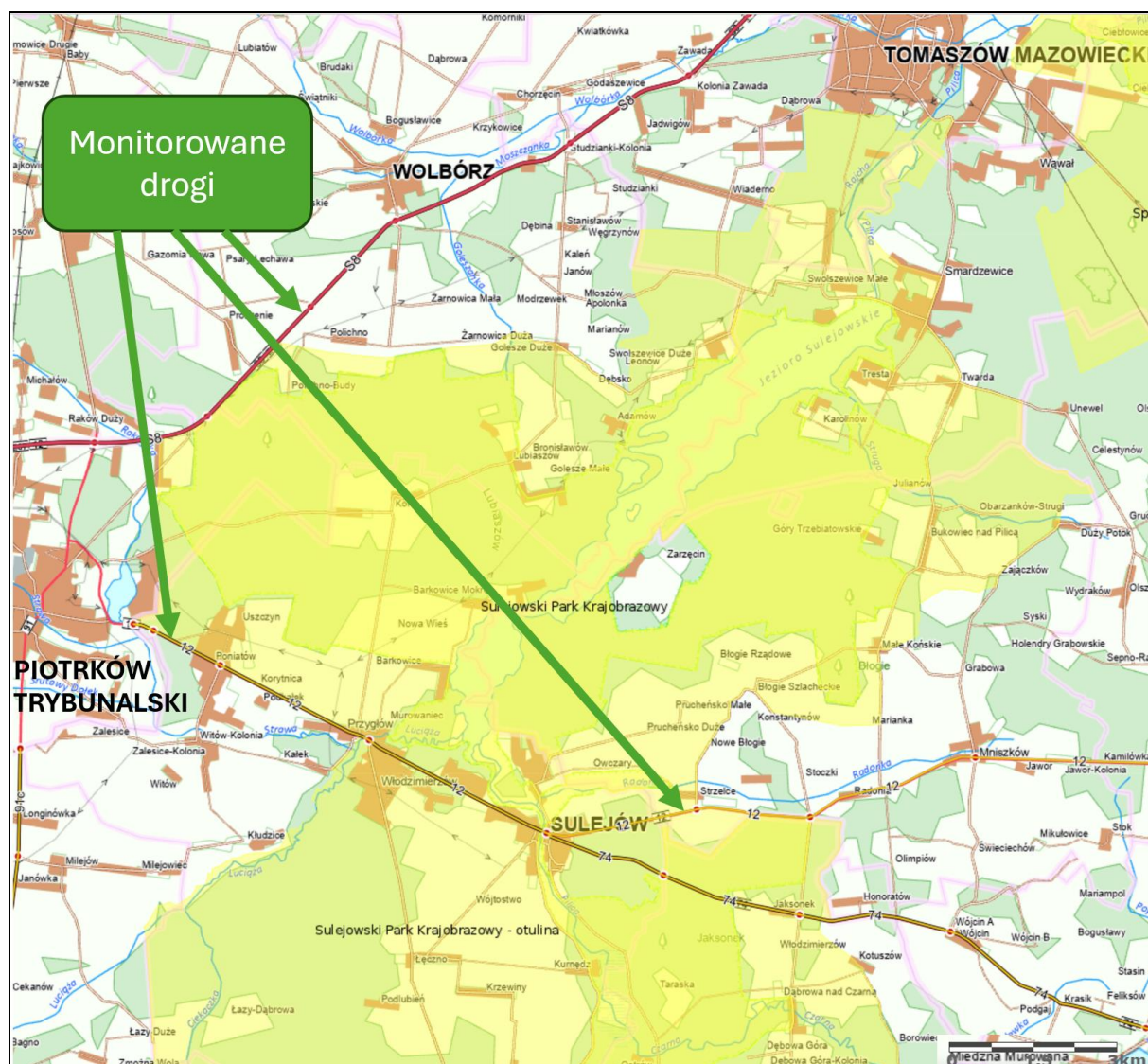
L_{Aeq}N - równoważny poziom dźwięku dla pory nocy, rozumianej jako przedział czasu od godz. 22.00 do 6.00.

Tab. 30 Dopuszczalne normy hałasu w środowisku powodowanego przez poszczególne grupy źródeł hałasu, z wyłączeniem hałasu powodowanego przez starty, lądowania i przeloty statków powietrznych oraz linie energetyczne, wyrażone wskaźnikami L_{Aeq} D i L_{Aeq} N, które to wskaźniki mają zastosowanie do ustalania i kontroli warunków korzystania ze środowiska, w odniesieniu do jednej doby.

Lp.	Rodzaj terenu	Dopuszczalny poziom hałasu w dB			
		Drogi lub linie kolejowe		Pozostałe obiekty i działalności będące źródłem hałasu	
		L _{Aeq} D przedział czasu odniesienia równy 16 godz.	L _{Aeq} N przedział czasu odniesienia równy 8 godz.	L _{Aeq} D przedział czasu odniesienia równy 8 najmniej korzystnym godz. dnia kolejno po sobie następującym	L _{Aeq} N przedział czasu odniesienia równy 1 najmniej korzystnej godz. nocy
1.	a/ strefa ochrona a uzdrowiska b/ tereny szpitali poza miastem	50	45	45	40
2.	a/ tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej b/ tereny zabudowy związanej ze stałym lub wielogodzinnym pobytem dzieci i młodzieży c/ tereny domów opieki społecznej d/ tereny szpitali w miastach	61	56	50	40
3.	a/ tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego b/ tereny zabudowę zagrodowej c/tereny rekreacyjno- wypoczynkowe d/tereny mieszkaniowo-usługowe	65	56	55	45
4.	Tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców	68	60	55	45

Źródło: Dz. U. z 22. 01.2014 poz. 112

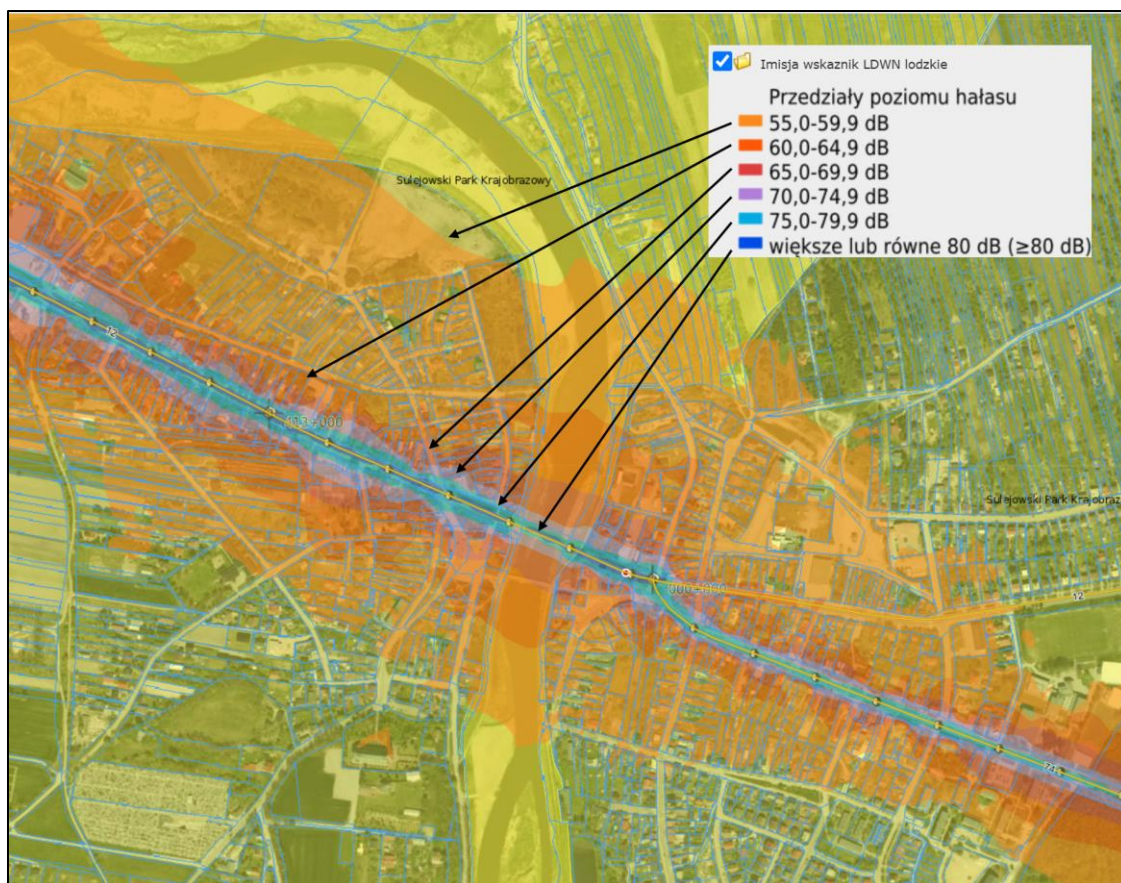
Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad realizując zadania wynikające z art. 118 ust. 3 ustawy Prawo ochrony środowiska (tj. z 2021 r. Dz.U. z 2021 r. poz. 1973) opracowała w ramach IV rundy mapowania strategiczne mapy hałasu dla dróg krajowych o ruchu powyżej 3 mln pojazdów rocznie.



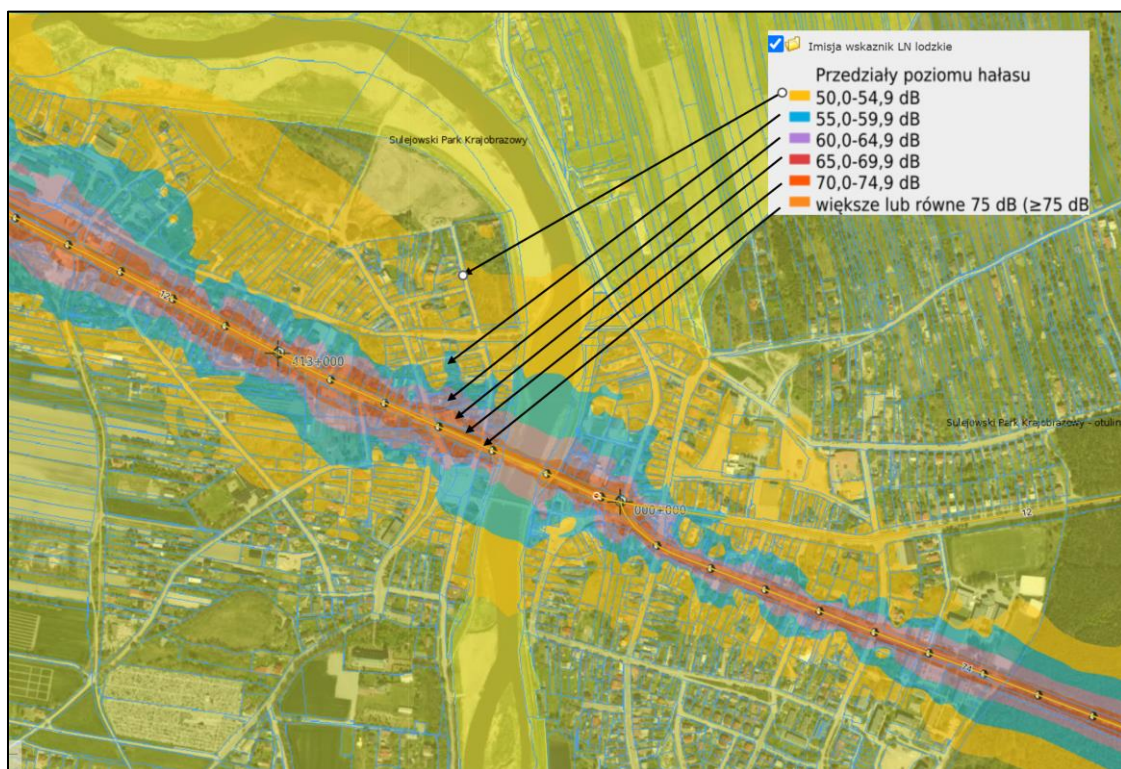
Ryc. 54. Odcinki dróg krajowych objętych realizacją Strategicznych Map Hałasu 2022 (źródło: https://mapy.geoportal.gov.pl/imap/lmgp_2.html dostęp 6.10.2025)

Wyniki opracowanych strategicznych map hałasu udostępniono w geoportalu krajowym. z ryciny 54 wynika, że przez SuPK przebiegają odcinki dróg objęte badaniami (droga ekspresowa S8, droga krajowa 12, 74).

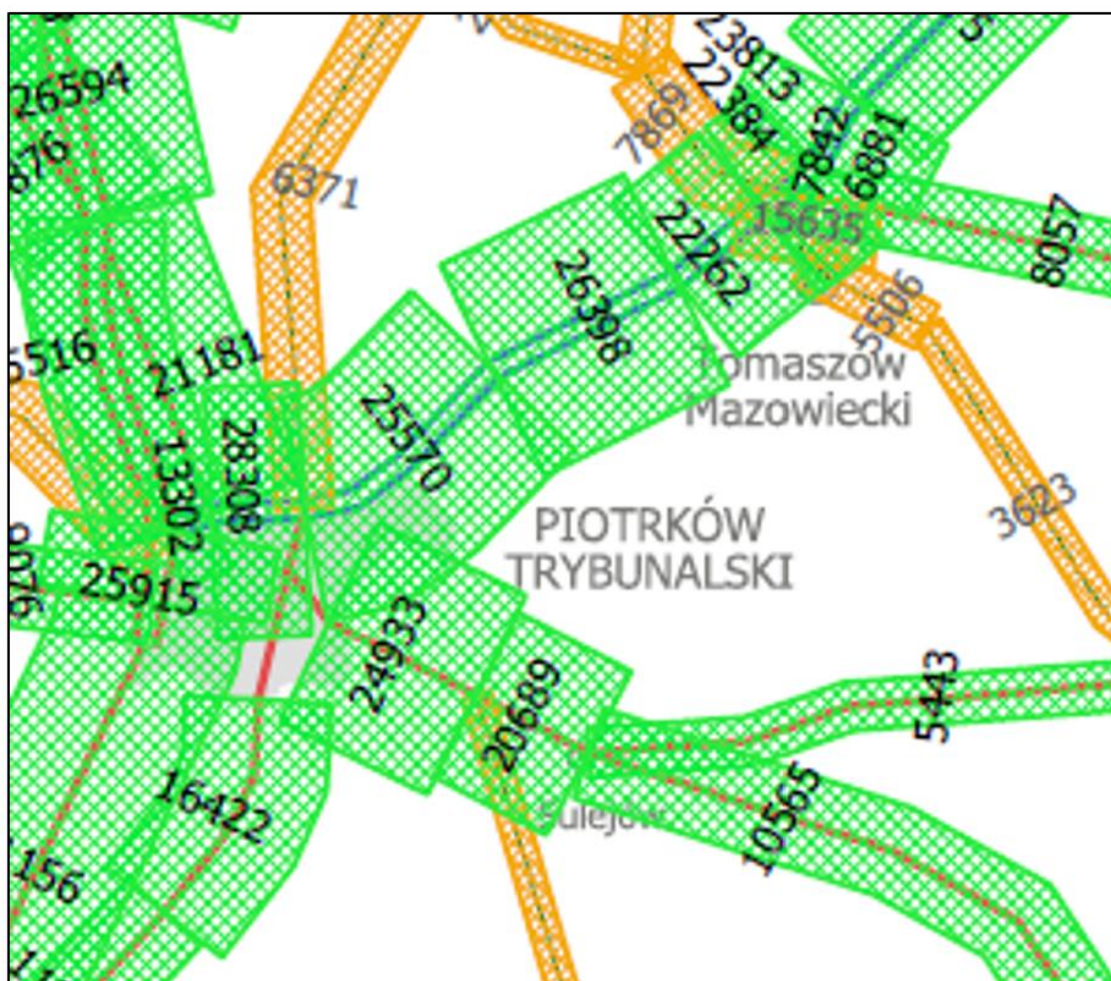
W badaniach prowadzonych przez GDDKiA w ramach cyklicznie prowadzonych pomiarów programu o nazwie Generalny Pomiar Ruchu (GPR), znalazły się także punkty położone w pobliżu SuPK (badanie w 2020/2021). Wyniki badania skutkowały powstaniem zestawień i map dotyczących wyznaczenia stref terenów zagrożonych hałasem (Tab. 32, Ryc. 55-57).



Ryc. 55. Mapa imisyjna hałasu generowanego przez ruch pojazdów po drogach w SuPK - wskaźnik LDWN (źródło: https://mapy.geoportal.gov.pl/imap/Imgp_2.html dostęp 6.10.2025)



Ryc. 56. Mapa imisyjna hałasu generowanego przez ruch pojazdów po drogach w SuPK - wskaźnik L_N (źródło: https://mapy.geoportal.gov.pl/imap/Imgp_2.html dostęp 6.10.2025)



LEGENDA

	Autostrady		WARSZAWA	Miasto powyżej 1 000 000 mieszkańców
	Drogi ekspresowe		KRAKÓW	Miasto od 100 000 do 1 000 000 mieszkańców
	Drogi krajowe pozostałe		SIEDLCE	Miasto od 50 000 do 100 000 mieszkańców
	Drogi wojewódzkie		Rawicz	Miasto od 10 000 do 50 000 mieszkańców
	Średni dobowy ruch roczny pojazdów silnikowych na drogach krajowych [poj./24h]		Wolczyn	Miasto od 5 000 do 10 000 mieszkańców
	Średni dobowy ruch roczny pojazdów silnikowych na drogach wojewódzkich [poj./24h]			Miasto na prawach powiatu
	TERESPOL Przejście graniczne			Miasto w gminie miejskiej
	LUBIESZYN Połączenie międzynarodowe			Miasto w gminie miejsko-wiejskiej
				Granica województw
				Granica państwa
			*	Wyniki na podstawie danych z jezdni głównych, bez ruchu na jezdniach dodatkowych

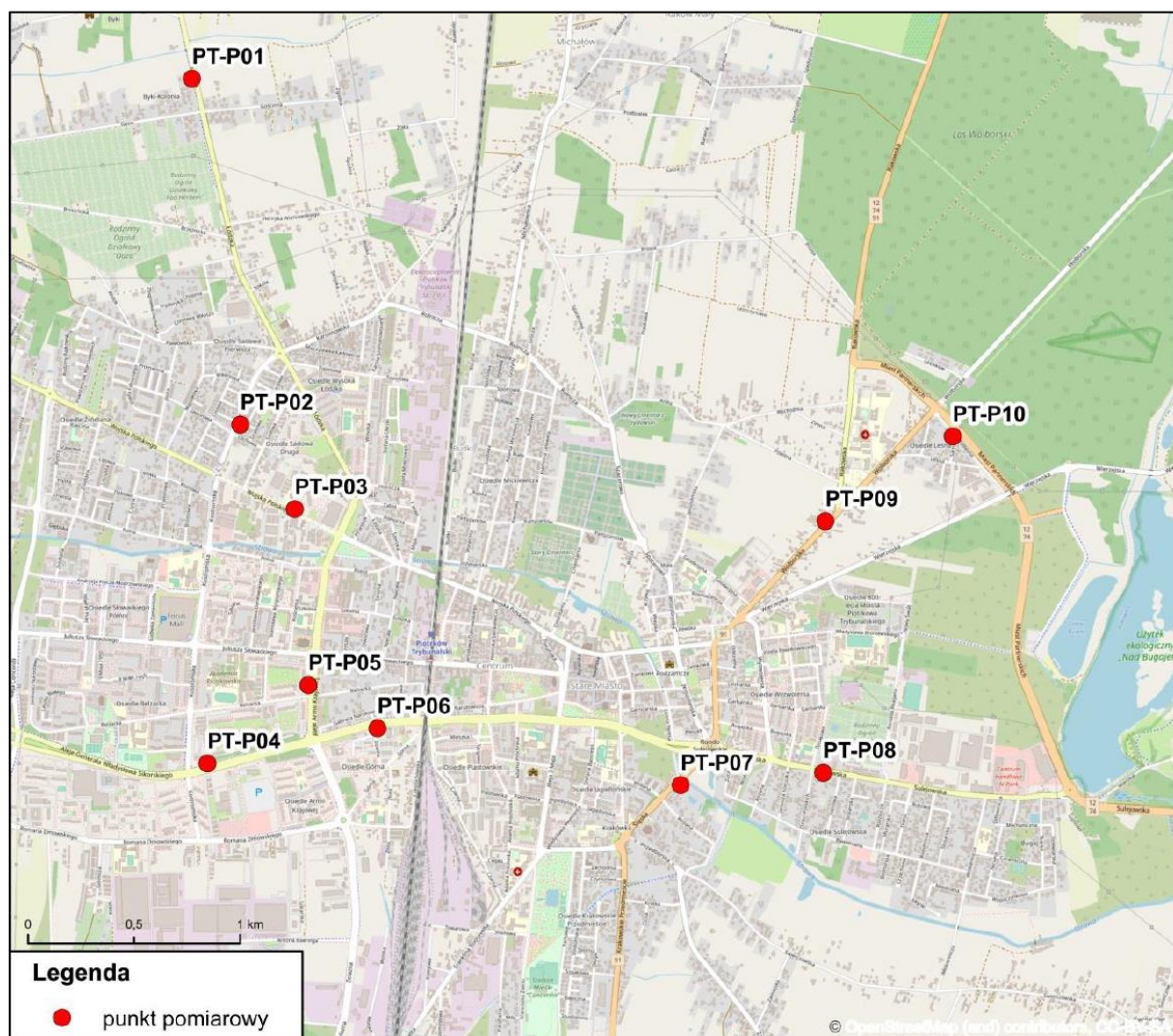
Grudzień 2021 r.

Skala 1 : 850 000

Przetworzenie i wizualizacja danych: Heller Consult Sp. z o.o.

Ryc. 57. Średni dobowy ruch roczny pojazdów silnikowych na drogach krajowych i wojewódzkich (GPR 2020/2021)

Badaniami objęte były także drogi w Piotrkowie Trybunalskim, który znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie SuPK, dlatego też przedstawiono poniżej wyniki pomiarów i szacunkowe dane dotyczące wielkości powierzchni, liczby mieszkańców eksponowanych na hałas drogowy dla wskaźników L_{DWN} i L_N (Tab. 31 - 33, Ryc.58).



Ryc. 58. Lokalizacja punktów pomiarowych hałas na terenie Piotrkowa Trybunalskiego (źródło: Ocena stanu akustycznego środowiska na terenie województwa łódzkiego w roku 2022, GIOŚ)

Tab. 31 Ekspozycja na hałas od głównych dróg na terenie Piotrkowa Trybunalskiego wyrażona wskaźnikiem L_{DWN} . (źródło: Strategiczna mapa hałas dla dróg głównych na terenie miasta Piotrkowa Trybunalskiego)

Ekspozycja na hałas wskaźnik L_{DWN}	55-60 (dB)	60-65 (dB)	65-70 (dB)	70-75 (dB)	75-80 (dB)	≥ 80 (dB)
Powierzchnia obszarów eksponowanych na hałas w danym zakresie (km ²)	4,11002	2,12580	1,37187	0,99044	0,321648	0
Liczba mieszkańców eksponowanych na hałas w danym zakresie	6200	3900	5400	2700	300	0
Liczba osób dotknięta szkodliwym skutkiem znacznych zaburzeń snu NHSD	487	284	49	131	0	0

Tab. 32 Ekspozycja na hałas od głównych dróg na terenie Piotrkowa Trybunalskiego wyrażona wskaźnikiem L_N . (źródło: Strategiczna mapa hałasu dla dróg głównych na terenie miasta Piotrkowa Trybunalskiego)

Ekspozycja na hałas wskaźnik L_{DWN}	50-55 (dB)	≥55-60 (dB)	≥60-65 (dB)	≥65-70 (dB)	≥70-75 (dB)	≥ 75 (dB)
Powierzchnia obszarów ekspozycyjnych na hałas w danym zakresie (km^2)	2,10020	1,30585	0,78678	0,20891	0,321648	0
Liczba mieszkańców ekspozycyjnych na hałas w danym zakresie	4200	6100	1000	100	0	0
Liczba osób dotknięta szkodliwym skutkiem znacznych zaburzeń snu NHSD	538	1083	244	33	0	0

Tab. 33 Opis i usytuowanie terenów zagrożonych hałasem w SuPK i jego sąsiedztwie w 2022 roku (z wykluczeniem Piotrkowa Trybunalskiego).

Numer drogi	Przekroczenia L_{DWN}	Przekroczenia L_N
12	<p>Poniatów Przekroczenia w zakresie od 1 dB do 5 dB sięgają 46 budynków chronionych. Przekroczenia w zakresie od 5 dB do 10 dB sięgają 14 budynków chronionych. Przekroczenia w zakresie od 10 dB do 15 dB sięgają 2 budynków chronionych.</p> <p>Przyglów Przekroczenia w zakresie od 1 dB do 5 dB sięgają 66 budynków chronionych. Przekroczenia w zakresie od 5 dB do 10 dB sięgają 29 budynków chronionych. Przekroczenia w zakresie od 10 dB do 15 dB sięgają 8 budynków chronionych. Przekroczenia powyżej 15 dB sięgają 1 budynku chronionego.</p> <p>Sulejów Przekroczenia w zakresie od 1 dB do 5 dB sięgają 111 budynków chronionych. Przekroczenia w zakresie od 5 dB do 10 dB sięgają 70 budynków chronionych. Przekroczenia w zakresie od 10 dB do 15 dB sięgają 30 budynków chronionych. Przekroczenia powyżej 15 dB sięgają 3 budynków chronionych.</p> <p>Uszczyn Przekroczenia w zakresie od 1 dB do 5 dB sięgają 2 budynków chronionych. Przekroczenia w zakresie od 5 dB do 10 dB sięgają 1 budynku chronionego.</p> <p>Włodzimierzów Przekroczenia w zakresie od 1 dB do 5 dB sięgają 33 budynków chronionych. Przekroczenia w zakresie od 5 dB do 10 dB sięgają 26 budynków chronionych.</p>	<p>Poniatów Przekroczenia w zakresie od 1 dB do 5 dB sięgają 44 budynków chronionych. Przekroczenia w zakresie od 5 dB do 10 dB sięgają 26 budynków chronionych. Przekroczenia w zakresie od 10 dB do 15 dB sięgają 3 budynków chronionych.</p> <p>Przyglów Przekroczenia w zakresie od 1 dB do 5 dB sięgają 57 budynków chronionych. Przekroczenia w zakresie od 5 dB do 10 dB sięgają 28 budynków chronionych. Przekroczenia w zakresie od 10 dB do 15 dB sięgają 6 budynków chronionych.</p> <p>Sulejów Przekroczenia w zakresie od 1 dB do 5 dB sięgają 121 budynków chronionych. Przekroczenia w zakresie od 10 dB do 15 dB sięgają 39 budynków chronionych.</p> <p>Uszczyn Przekroczenia w zakresie od 1 dB do 5 dB sięgają 3 budynków chronionych.</p> <p>Włodzimierzów Przekroczenia w zakresie od 1 dB do 5 dB sięgają 26 budynków chronionych. Przekroczenia w zakresie od 5 dB do 10 dB sięgają 19 budynków chronionych. Przekroczenia w zakresie od 10 dB do 15 dB sięgają 15 budynków chronionych.</p>

	Przekroczenia w zakresie od 10 dB do 15 dB sięgają 15 budynków chronionych. Przekroczenia powyżej 15 dB nie sięgają zabudowy chronionej.	
74	Sulejów Przekroczenia w zakresie od 1 dB do 5 dB sięgają 47 budynków chronionych. Przekroczenia w zakresie od 5 dB do 10 dB sięgają 30 budynków chronionych. Przekroczenia w zakresie od 10 dB do 15 dB sięgają 2 budynków chronionych.	Sulejów Przekroczenia w zakresie od 1 dB do 5 dB sięgają 49 budynków chronionych. Przekroczenia w zakresie od 5 dB do 10 dB sięgają 41 budynków chronionych. Przekroczenia w zakresie od 10 dB do 15 dB sięgają 11 budynków chronionych.

3.5.4. Ocena zmian klimatu, jakości powietrza oraz hałasu, ze szczególnym uwzględnieniem ostatniego 20- lecia

Zachodzące zmiany klimatu przejawiające się wyraźnym wzrostem średniej rocznej temperatury powietrza oraz występowaniem dłuższych okresów niedoborów opadów atmosferycznych, nie są korzystne z punktu widzenia ochrony komponentów abiotycznych. Coraz większe zróżnicowanie i pogłębianie ekstremów opadowych i termicznych, skrócenie lub wręcz zanik występowania pokrywy śnieżnej, przesunięcia pór roku powodują istotne zaburzenia np. w zakresie czasowo-przestrzennego rozkładu zasobów wodnych. Pojawiające się znaczne zróżnicowanie zasilania opadowego między poszczególnymi latami może prowadzić do długookresowych, niekorzystnych przemian zasobów wodnych i przekształceń ekosystemów zależnych od wody. Nawet, jeżeli długotrwały deficyt sumy miesięcznej opadów zostaje uzupełniony w wyniku intensywnych opadów trwających krócej niż dobę, nie doprowadza to do szybkiego powrotu równowagi zasobów wodnych, a może powodować zjawiska ekstremalne w postaci gwałtownych wezbrań czy zmywów powierzchniowych.

Na terenie i w otoczeniu SuPK główna emisja zanieczyszczeń do atmosfery pochodzi ze źródeł niskiej emisji w miejscowościach. Widać wyraźną tendencję poprawy w zakresie stężenia pyłów zawieszonych PM₁₀, ale niepokoi negatywna tendencja w przekroczeniach PM_{2,5} oraz benzo(a)pirenu w ciągu ostatnich lat. Problemem na tym tle zaczyna być narastająca presja osadnicza na granicach Parku i otuliny (budowa drugich domów, zabudowa rekreacyjna), co potęguje wysoka atrakcyjność krajobrazowa i turystyczna terenu. Wzrost presji inwestycyjnej oznacza w obecnych warunkach wzrost niskiej emisji. Poważne źródło problemów to szlaki komunikacyjne (drogowe) przecinające Park: drogi krajowe DK12, DK74, drogi wojewódzkie oraz okalająca od północnego-zachodu droga ekspresowa S8. Ruch komunikacyjny generuje znaczny hałas, ale też zanieczyszczenia powietrza. Jest to problem z gatunku niezależnych od Parku. Monitoring hałasu ukazuje przekroczenia norm akustycznych wzdłuż szlaków komunikacyjnych (dróg krajowych 74, 12). Wspomniana już presja zabudowy w Parku również potencjalnie wpływa na wzrost zagrożenia hałasem.

Specyfiką SuPK jest obecność zbiornika Sulejowskiego, wykorzystywanego także rekreacyjnie. Łodzie motorowe generują hałas, który może być uciążliwy dla ludzi, ale także dla zwierząt. Na Zalewie Sulejowskim obowiązują strefy ciszy (Ryc. 59 i 60), które wyznaczono żółtymi bojami, aby oddzielić obszary, gdzie można używać silników o różnej mocy, od miejsc, gdzie obowiązuje całkowity zakaz motorowodny. Strefa "zero" to miejsce z zakazem silników, strefa "jeden" ogranicza moc do 4 kW (ok. 5,5 KM), a strefa "dwa" nie ma ograniczeń co do mocy silników.

Podział zalewu na strefy

- **Strefa "zero":** w południowej części zbiornika, w pobliżu miejsc lęgowych ptaków, obowiązuje całkowity zakaz używania łodzi motorowych.

- **Strefa "jeden":** Na obszarze od linii łączącej cyple we wsi Lubiaszów i Zarzęcin do linii wyznaczonej przez zwężenie zbiornika na wysokości Barkowic Mokrych, dozwolona jest żegluga sprzętem motorowodnym o mocy silnika nieprzekraczającej 4 kW.
- **Strefa "dwa":** Na pozostałym obszarze zalewu, od tamy w Smardzewicach do linii Bronisławów – cyple w Lubiaszowie i Zarzęcinie, nie ma ograniczeń dotyczących mocy silnika.



Ryc. 59. Obszary Zbiornika Sulejowskiego zwolnione z zakazu używania łodzi motorowych i innego sprzętu motorowego wyznaczone w załączniku do uchwały Nr XLVII/614/18 Sejmiku Województwa Łódzkiego z 27 lutego 2018 roku



Ryc. 60. Oznaczenia na tablicach informacyjnych w SuPK (<https://www.sulejow.pl/asp/w-ktorych-strefach-zalewu-sulejowskiego-mozna-plywac-motorowka,257,artykul,1,708> – dostęp 10.10.2025)

Zmiany klimatu skutkują pojawianiem się coraz częstszych zjawisk ekstremalnych, do których można zaliczyć wiatr, który spowodował ogromne zniszczenia w drzewostanie znajdującym się na terenie Parku i otuliny oraz terenach sąsiednich. Skutki huraganowego wiatru, który miał miejsce 20 lipca 2007 roku prezentuje dokumentacja fotograficzna wykonana przez dra Stanisława Krysiaka (Fot.87). Na zdjęciach widać połamane i pochylone niebezpiecznie drzewa. Z informacji podanych przez Lasy Państwowe wiatr przeszedł nad lasami Nadleśnictw Przedbórz i Piotrków dokonując spustoszenia w drzewostanach, na szacunkowej powierzchni około 3600 ha, z tego około 2100 hektarów Lasów Państwowych i 200 ha lasów innych własności na terenie województwa łódzkiego. Według Regionalnej

Dyrekcji Lasów Państwowych w Łodzi, w nadleśnictwie Przedbórz wichura powaliła drzewa na powierzchni ok. 3 tysięcy ha. W nadleśnictwie Piotrków zniszczonych zostało ok. 600 ha lasów.



Fot. 87 Skutki huraganowego wiatru, który przeszedł nad terenami SuPK, jego otuliny i terenów sąsiednich 20 lipca 2007 roku. Zdjęcia wykonane 1 sierpnia 2007 w rejonie Paskrzyna Placówki (górne), Reczkowa Nowego i Ojrzenia (środkowe) oraz Paskrzyna Brzeznie (dolne) (Fot. S. Krysiak 2007)

4. ZBIORCZA WALORYZACJA ZASOBÓW ABIOTYCZNYCH I GLEB

Waloryzacja walorów abiotycznych Sulejowskiego Parku Krajobrazowego to proces oceny i klasyfikacji elementów nieożywionych, takich jak ukształtowanie terenu, geologia, woda, czy klimat, pod kątem ich wartości przyrodniczej, estetycznej i krajobrazowej. Po zebraniu danych o poszczególnych elementach, dokonano wstępnej bonitacji poszczególnych składowych abiotycznych środowiska, aby ustalić ich znaczenie i wartość dla opisywanego parku krajobrazowego.

Rozpatrując formy terenu występujące na obszarze PKWł możliwe jest wyodrębnienie 2 głównych kategorii form rzeźby terenu:

1. formy rzeźby pochodzenia naturalnego,
2. formy rzeźby pochodzenia antropogenicznego.

Na terenie Parku dominują powierzchniowo formy pochodzenia naturalnego, a wśród nich ważne miejsce zajmują wychodnie utworów mezozoicznych, które w krajobrazie zaznaczają swoją obecność poprzez występowanie miejsc ich eksploatacji (okolice Sulejowa, kamieniołomy – formy antropogeniczne) a przede wszystkim są widoczne jako wyraźne kulminacje w krajobrazie (w otulinie np. Bąkowa Góra, Czartoria). Na terenie Parku istotne miejsce zajmują formy geomorfologiczne związane z doliną Pilicy: system teras nadzalewowych oraz terasa zalewowa, które cechują zróżnicowane warunki wodne warunkujące istnienie różnorodnych siedlisk od suchych po wilgotne. Dolina Pilicy (do Zbiornika Sulejowskiego) posiada kręte, meandrujące koryto, z charakterystycznymi wysokimi skarpami. W rejonie cofki zbiornika, u ujścia Luciąży do Pilicy wytworzyła się charakterystyczna delta (rejon Murowańca), która jest niezwykle dynamicznie zmieniającym się elementem krajobrazu. Urozmaicony pod względem rzeźby charakter Sulejowskiego Parku Krajobrazowego tworzą więc doliny, wąwozy, wydmy oraz pagórki.

Z form antropogenicznych dominuje jedna – Zbiornik Sulejowski, który stał się wielką atrakcją turystyczną dla mieszkańców aglomeracji łódzkiej (Fot.88). Ocena stanu wód powierzchniowych ukazuje ich zły stan, co powoduje, że ich znaczenie jako walor abiotyczny jest dyskusyjny.



Fot. 88 Zbiornik Sulejowski z tamą w rejonie Smardzewic (Fot. E. Papińska 2017)

Wstępna waloryzacja obszarów o wysokich walorach abiotycznych (potwierdzona badaniami terenowymi i zgodna z AKWł):

- KOPALNIE POD KURNĘDZEM - nieeksploatowane fragmenty kopalni wapienia pod Kurnędzem, współcześnie w części wypełnione wodą. Zbiornik poeksploatacyjny tworzy malowniczy krajobraz (Fot.89);



Fot. 89 Zbiornik wodny w dawnym kamieniołomie w Kurnędzu (Fot. E. Papińska 2025)

- STOBNICKIE WĄWOZY - wysoki i stromy stok porożcinany wąwozami, porośnięty różnorodną roślinnością w Sulejowskim Parku Krajobrazowym;
- SKARPA NAD CZARNĄ - stromy stok doliny rzeki Czarna Maleniecka, szerokie koryto rzeki z niewielką wyspą w Sulejowskim Parku Krajobrazowym;
- SKARPA w SZARBSKU - stroma piaszczysta skarpa na prawym brzegu Pilicy, stanowi z poziomu rzeki interesujący element geomorfologiczny wysokiego prawego brzegu, a z poziomu lądu ważny punkt widokowy na dolinę;
- DOLINA LUCIAŻY - dno dolinne wraz z naturalnym silnie meandrującym korytem rzeki; w sąsiedztwie występuje szata roślinna w formie mozaiki roślinności łąkowej, bagiennej, szuwarowej, wodnej i leśnej;
- DOLINA RADOŃKI i PODKLASZTORZE - dolina wraz z korytem rzeki o naturalnym charakterze, silnie meandrującym; występowanie rędzin - gleb wytworzonych na podłożu węglanowym; zachowane fragmenty zbiorowisk łąkowych i szczególnej postaci grądu; w sąsiedztwie ujścia cieku znajduje się pocysterski zespół klasztorny; obszar położony w Sulejowskim Parku Krajobrazowym;
- DOLINA CZARNEJ – dolina o naturalnym charakterze z meandrami; obszar położony w Sulejowskim Parku Krajobrazowym;
- DOLINA PILICY:
 - SKARPA BARKOWICKA - stromy stok doliny Pilicy z zespołem rozcinających go jarów oraz cennym grądem stokowym w Sulejowskim Parku Krajobrazowym;
 - KOMPLEKS STARORZECZY TRZY MORGI - teren występowania starorzeczy wraz ze swoistymi warunkami biotycznymi i abiotycznymi, wyznaczony w celu ochrony starorzeczy Pilicy;
 - STARORZECZA w OKOLICACH SULEJOWA - starorzecza w dolinie rzeki, na prawym brzegu Pilicy w okolicach miejscowości Kurnędz;
 - STARORZECZA PILICY w OKOŁOLICY WSI WINDUGA - teren występowania starorzeczy wraz ze swoistymi warunkami biotycznymi i abiotycznymi wyznaczony w celu ochrony tworów przyrody jakimi są starorzecza rzeki Pilicy (Fot.90-92);
 - STARORZECZA PILICY w OKOLICACH WSI BIAŁA - teren występowania starorzeczy wraz ze swoistymi warunkami biotycznymi i abiotycznymi, wyznaczony w celu ochrony starorzeczy Pilicy;
 - DOLINA PILICY OD JUSTYNOWA DO ZYGMUNTOWA - dolina urozmaicona starorzeczami otoczonymi ekstensywnie użytkowanymi łąkami i pastwiskami; trudno dostępny teren, w dużym stopniu izolowany;



Fot. 90 Krajobraz doliny Pilicy ze starorzeczami i zróżnicowanymi zbiorowiskami w okolicach Windugi
(Fot. E. Papińska 2025)



Fot. 91 Starorzecza w dolinie Pilicy w okolicach Windugi (Fot. E. Papińska 2025)



Fot. 92 Dolina Pilicy w okolicach Windugi (Fot. E. Papińska 2025)

5. UWARUNKOWANIA PRAWNE, SPOŁECZNE I GOSPODARCZE OCHRONY ZASOBÓW ABIOTYCZNYCH I GLEB

5.1. Uwarunkowania prawne

Uwarunkowania prawne mające znaczenie dla ochrony zasobów abiotycznych i gleb Sulejowskiego Parku Krajobrazowego wynikają z przepisów zawartych w ustawach i rozporządzeniach wykonawczych. Do najważniejszych przepisów prawnych należą:

- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (T.j. Dz.U.2025.poz. 647)
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (T.j. Dz.U. 2024 poz. 1478, z późn. zm.),
- Ustawa z dnia 28 września 1991 r. o lasach (T.j. Dz.U. 2025 poz. 567)
- Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (T.j. Dz.U. 2024 poz. 82),
- Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne (T.j. Dz.U. 2025 poz. 960),
- Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (T.j. Dz.U. 2024 poz. 1290, z późn. zm.),
- Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (T.j. Dz.U. 2024 poz. 1130 z późn. zmianami)
- akty wykonawcze do ww. ustaw

Ponadto istotne dla funkcjonowania środowiska charakteryzowanego obszaru i zachowania jego najwyższej jakości istotne są:

- Ustawa z dnia 7 czerwca 2001 r. o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków (T.j. Dz.U. 2024 poz. 757),
- Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (T.j. Dz.U. 2023 poz. 1587, z późn. zm.),
- Ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (T.j. Dz.U. 2025 poz. 733)
- Ustawa z dnia 13 kwietnia 2007 r. o zapobieganiu szkodom w środowisku i ich naprawie (T.j. Dz.U. 2020 poz. 2187),
- akty wykonawcze do ww. ustaw

Przepisy prawne obowiązujące na obszarze Sulejowskiego Parku Krajobrazowego zostały wymienione w dokumentach powołujących go do życia: Rozporządzenia Nr 3/94 Wojewody Piotrkowskiego z dnia 21 lipca 1994 r. (Dziennik Urzędowy Wojewody Piotrkowskiego z dnia 5 sierpnia 1994 roku, Nr 22, poz. 136). Aktualną podstawę prawną jego funkcjonowania stanowi uchwała Nr XLVII/614/18 Sejmiku Województwa Łódzkiego z dnia 27 lutego 2018 r. w sprawie Sulejowskiego Parku Krajobrazowego. Uchwała ta określa szczególne cele ochrony Parku oraz obowiązujące w jego granicach zakazy (wybór):

§ 2. Ustala się następujące szczególne cele ochrony Parku:

1) dla ochrony przyrody nieożywionej:

a) zachowanie i przywracanie wysokich walorów przyrodniczych dolinom rzecznym,

b) ochrona krawędzi dolin rzecznych: Pilicy w Barkowicach Mokrych, Sulejowie, pod Szarbskiem, Luciąży oraz skarp doliny rzeki Czarnej Malenieckiej koło Taraski i stoków doliny Radońki,

c) zachowanie i ochrona obszarów stanowiących świadectwo współczesnych procesów geomorfologicznych takich jak parowy, wąwozy itp.;

(...)

4) dla ochrony ekosystemów wodnych i torfowiskowych:

- a) utrzymanie naturalnych układów hydrologicznych w dorzeczu Pilicy, tj. ochrona starorzeczy, obszarów mokradłowych,
- b) zachowanie i ochrona torfowisk, w tym zespołów typowych dla torfowisk wysokich i przejściowych,
- c) ochrona ekosystemów dolin rzecznych przed zmianą warunków wodnych i zanieczyszczeniem,
- d) utrzymanie połączeń starorzeczy z rzeką Pilicą,
- e) ochrona źródeł, bagien, torfowisk przed zmianą warunków wodnych;

§ 3. 1. w Parku wprowadza się następujące zakazy:

- 1) realizacji przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko;
- 2) umyślnego zabijania dziko występujących zwierząt, niszczenia ich nor, legowisk, innych schronień i miejsc rozrodu oraz tarlisk i złożonej ikry, z wyjątkiem amatorskiego połowu ryb oraz wykonywania czynności w ramach racjonalnej gospodarki rolnej, leśnej, rybackiej i łowieckiej;
- 3) likwidowania i niszczenia zadrzewień śródpolnych, przydrożnych i nadwodnych, jeżeli nie wynikają z potrzeby ochrony przeciwpowodziowej lub zapewnienia bezpieczeństwa ruchu drogowego lub wodnego lub budowy, odbudowy, utrzymania, remontów lub naprawy urządzeń wodnych;
- 4) pozyskiwania do celów gospodarczych skał, w tym torfu, oraz skamieniałości, w tym kopalnych szczątków roślin i zwierząt, a także minerałów;
- 5) wykonywania prac ziemnych trwale zniekształcających rzeźbę terenu, z wyjątkiem prac związanych z zabezpieczeniem przeciwpowodziowym, przeciwośuwiskowym lub budową, odbudową, utrzymaniem, remontem lub naprawą urządzeń wodnych;
- 6) dokonywania zmian stosunków wodnych, jeżeli zmiany te nie służą ochronie przyrody lub racjonalnej gospodarce rolnej, leśnej, wodnej lub rybackiej;
- 7) budowania nowych obiektów budowlanych w pasie szerokości 100 m od:
 - a) linii brzegów rzek, jezior i innych naturalnych zbiorników wodnych,
 - b) zasięgu lustra wody w sztucznych zbiornikach wodnych usytuowanych na wodach płynących przy normalnym poziomie piętrzenia określonym w pozwoleniu wodnoprawnym, o którym mowa w art. 389 pkt 1 ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. - Prawo wodne - z wyjątkiem obiektów służących turystyce wodnej, gospodarce wodnej lub rybackiej;
- 8) likwidowania, zasypywania i przekształcania zbiorników wodnych, starorzeczy oraz obszarów wodnoblotnych;
- 9) wylewania gnojowicy, z wyjątkiem nawożenia własnych gruntów rolnych;

- 10) prowadzenia chowu i hodowli zwierząt metodą bezściółkową;*
- 11) utrzymywania otwartych rowów ściekowych i zbiorników ściekowych;*
- 12) organizowania rajdów motorowych i samochodowych;*
- 13) używania łodzi motorowych i innego sprzętu motorowego na otwartych zbiornikach wodnych.*

Nowym dokumentem przyjętym przez sejmik województwa łódzkiego 15 kwietnia 2025 r. (Uchwała nr XIII/150/25 Sejmiku Województwa Łódzkiego z dnia 15 kwietnia 2025 r. w sprawie uchwalenia Audytu krajobrazowego województwa łódzkiego) jest Audyt Krajobrazowy Województwa Łódzkiego, który jest wyrazem polityki samorządu województwa w zakresie krajobrazu jako dobra wspólnego, ukierunkowanej na: ochronę, gospodarowanie i planowanie krajobrazu. Nadrzędnym celem AKWŁ jest wskazanie krajobrazów priorytetowych, wymagających zachowania lub/i określenia zasad i warunków ich kształtowania. Stanowi on narzędzie wdrażania Europejskiej Konwencji Krajobrazowej.

Zgodnie z definicją zawartą w art. 2 pkt 22 ustawy z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. z 2024 r. poz. 1130) audyt krajobrazowy jest aktem planowania przestrzennego, uchwalanym przez sejmik województwa. Zgodnie z art. 38a ust. 1 zarząd województwa sporządza audyt krajobrazowy nie rzadziej niż raz na 20 lat. Zakres opracowania audytu krajobrazowego województwa łódzkiego jest bezpośrednio powiązany z etapami opracowania, które obejmują: identyfikację i klasyfikację krajobrazów; charakterystykę zidentyfikowanych krajobrazów; ocenę zidentyfikowanych krajobrazów; wskazanie krajobrazów priorytetowych; wskazanie zagrożeń dla możliwości zachowania wartości krajobrazów priorytetowych oraz wartości krajobrazów w obrębie obszarów lub obiektów, o których mowa w art. 38a ust. 3 pkt 2 ustawy z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym; sformułowanie rekomendacji i wniosków dotyczących kształtowania i ochrony krajobrazów priorytetowych oraz krajobrazów w obrębie obszarów lub obiektów, o których mowa w art. 38a ust. 3 pkt 2 ustawy, w tym wskazanie obszarów: do objęcia ochroną formami ochrony przyrody, objętych formami ochrony przyrody, które ze względu na znaczący spadek wartości krajobrazu wymagają pogłębionej analizy zasadności dalszej ich ochrony, do objęcia formami ochrony zabytków oraz do uzupełnienia stanu wiedzy, dla których na czas sporządzania audytu krajobrazowego dane i informacje nie były dostępne, a są istotne dla osiągnięcia celu audytu; określenie lokalnych form architektonicznych zabudowy dla krajobrazów priorytetowych. W wyniku przeprowadzonych badań i analiz w SuPK zostało wydzielonych 8 krajobrazów priorytetowych: Lasy Nadpilickie w rejonie Windugi, Zalew Sulejowski, Dolina Pilicy w rejonie Sulejowa, Dolina Pilicy w rejonie Przedborza, Dolina Czarnej (Kolonja Rusznice-Dąbrowa nad Czarną), Las w okolicach Smardzewic, Sulejów-Podklasztorze - założenie klasztorne cystersów i Las w dolinie Czarnej. W dokumencie znajdują się rekomendacje w dziedzinie ochrony środowiska, krajobrazu, zabytków oraz planowania i zagospodarowania przestrzennego.

Uwarunkowaniem prawnym dotyczącym ochrony zasobów abiotycznych i gleb są także zapisy dokumentów strategicznych na poziomie gminnym, powiatowym i wojewódzkim, m.in.:

- miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego fragmentów gmin położonych w granicach Parku, stanowiących akty prawa miejscowego,
- programy ochrony środowiska gmin;
- programy gospodarki odpadami gmin i powiatów;
- miejskie plany adaptacji do zmian klimatycznych

- strategię rozwoju gmin, powiatów i województwa łódzkiego;
- plan zagospodarowania przestrzennego województwa łódzkiego.

5.2. Uwarunkowania społeczne i gospodarcze

Specyficzny, wydłużony kształt Sulejowskiego Parku Krajobrazowego sprawia, że położony jest on na obszarze kilku powiatów i gmin (Ryc. 61), co może wpływać na trudności w zarządzaniu tym obszarem chronionym. SuPK znajduje się na obszarze trzech powiatów: piotrkowskiego, tomaszowskiego i opoczyńskiego. Liczba gmin znajdująca się w granicach Parku jest jeszcze większa. Są to: Piotrków Trybunalski (gmina miejska), Sulejów (gmina miejsko-wiejska), Ręczno, Wolbórz, Aleksandrów, Tomaszów Mazowiecki i Mniszków. Otulina Sulejowskiego Parku Krajobrazowego wkracza ponadto na obszar miasta Tomaszowa Mazowieckiego oraz gmin Łęki Szlacheckie, Rozprza i Przedbórz.

Obszar SuPK jest dostępny drogami krajowymi DK12 i DK74, a wzdłuż północno-zachodniej granicy przebiega droga ekspresowa S8. Planowana jest też droga ekspresowa przecinająca Park z zachodu na wschód (zielony kolor na Ryc. 61), odcinająca notorycznie korkowaną drogę łączącą Piotrków Trybunalski i Sulejów. Południkowo przez Park przebiegają drogi po zachodniej (DW742) i wschodniej stronie, nawiązując do biegu Pilicy. Rzeka Pilica stanowi barierę dla ruchu kołowego, a mosty drogowe zlokalizowane są w Sulejowie (północna część Parku) i Przedborzu (poza granicami SuPK, na południe od jego granicy). Ruch pieszy wykorzystuje możliwość przedostania się na drugi brzeg Pilicy przez mało stabilne konstrukcje, jak ta pokazana na fotografii 93.



Fot. 93 Prowizoryczna kładka nad Pilicą w Trzech Morgach (Fot. E. Papińska 2025)



Ryc. 61. Jednostki podziału administracyjnego obejmujące swym zasięgiem obszar SuPK (Geoportal)

W strukturze użytkowania gruntów SuPK dominują lasy, które zajmują blisko 70% jego powierzchni. Wybudowanie Zbiornika Sulejowskiego wpłynęło na znaczący udział wód powierzchniowych, które stanowią ponad 12% (w tym Zbiornik Sulejowski 11,2%). Oznacza to, że pozostałe formy użytkowania ziemi, w tym użytki rolne, tereny zabudowane, komunikacyjne i in. stanowią mniej niż 20%. Rolnictwo nie odgrywa na tym obszarze znaczącej roli. Większe kompleksy użytków rolnych występują w północnej części Parku, np. we wsiach Koło, Nowa Wieś, Taraska. W całym Parku, zgodnie z predyspozycjami środowiskowymi, w dolinie Pilicy dominują trwałe użytki zielone. Większe powierzchnie gruntów ornych skupione są w otulinie SuPK.

Na obszarze SuPK niewielkie znaczenie odgrywa przemysł. Dominują małe i średnie firmy należące do sektora prywatnego, w którym największy odsetek stanowiły osoby fizyczne prowadzące działalność gospodarczą. Działalność gospodarcza prowadzona jest głównie w sektorze handlu i usług.

Niezbyt korzystne warunki dla rozwoju rolnictwa, słabo rozwinięty przemysł sprawiają, że na opisywanym obszarze obserwuje się ujemne saldo migracji. Atrakcyjność krajobrazowa obszaru sprawia jednak, że jest to miejsce chętnie wybierane przez mieszkańców aglomeracji łódzkiej do rekreacji, stąd wzrastająca tendencja do zakupu działek rekreacyjnych i budowy drugich domów. Przyczyniła się do tego także pandemia, która wykazała jak cenny dla zdrowia psychicznego jest kontakt z przyrodą.

Uwarunkowania społeczne i gospodarcze uzależnione są także w znacznej mierze od:

- świadomości ekologicznej społeczeństwa zamieszkującego na obszarze SuPK i wdrażania ekologicznych rozwiązań w ich codzienne życie;
- statusu ekonomicznego społeczeństwa zamieszkującego na obszarze SuPK i możliwości wdrażania w życie ekologicznych rozwiązań;
- postaw i zachowań turystów odwiedzających ten Park (np. śmiecenie, hałas, wandalizm);
- polityki ekologicznej realizowanej przez gminy, uwarunkowanej często budżetem;
- aktywności władz samorządowych w podejmowaniu programów i inwestycji ekologicznych oraz pozyskiwaniu funduszy (w tym europejskich) na realizację tych celów;
- aktywności lokalnych społeczności (stowarzyszeń, fundacji i in.) w kreowaniu działań ekologicznych i pozyskiwaniu funduszy (w tym europejskich) na realizację tych celów.

6. ZAGROŻENIA DLA ZASOBÓW ABIOTYCZNYCH I GLEB ORAZ MOŻLIWE SPOSOBY ICH ELIMINACJI LUB OGRANICZENIA

6.1. Charakterystyka oraz źródła zagrożeń wewnętrznych oraz możliwe sposoby ich eliminacji lub ograniczenia

Pojęcie zagrożeń wewnętrznych zostało zdefiniowane w Ustawie o ochronie przyrody i oznacza ono czynnik mogący wywołać niekorzystne zmiany cech fizycznych, chemicznych lub biologicznych zasobów, tworów i składników chronionej przyrody, walorów krajobrazowych oraz przebiegu procesów przyrodniczych, wynikający z przyczyn naturalnych lub z działalności człowieka w granicach obszarów lub obiektów podlegających ochronie prawnej. W tabeli 34 zestawiono najważniejsze zidentyfikowane zagrożenia wewnętrzne w Sulejowskim Parku Krajobrazowym.

Tab. 34 Synteza zagrożeń wewnętrznych elementów abiotycznych SuPK

Źródła zagrożenia	Skutki powodowane w środowisku	Bonitacja zagrożenia*	Możliwe sposoby eliminacji lub ograniczenia zagrożeń i ich skutków
Emisja zanieczyszczeń do powietrza atmosferycznego i gleb przy szlakach drogowych przechodzących przez teren SuPK generowana przez wzmożony ruch pojazdów	Zanieczyszczenie gleb, wód gruntowych i powierzchniowych	9	Egzekwowanie istniejących ograniczeń dopuszczalnych prędkości na odcinkach dróg w Parku; Udrożnienie ruchu na drogach krajowych 12 i 74
Emisja hałasu komunikacyjnego	Wzrost natężenia hałasu komunikacyjnego	11	Egzekwowanie dopuszczalnych prędkości na odcinkach dróg w Parku, budowa barier dźwiękochłonnych i poprawa jakości ich nawierzchni; Dywersyfikacja środków transportu. Promocja i rozwój transportu zbiorowego
Spalanie śmieci lub niskiej jakości paliw, w tym zwłaszcza węgla (niska emisja z palenisk i kotłowni przydomowych)	Zła jakość powietrza (ponadnormatywne stężenie benzo(a)pirenu i pyłu zawieszonego PM _{2,5} w powietrzu)	9	Zmiana urządzeń grzewczych na bardziej nowoczesne; Opracowanie i wdrożenie programów ograniczania „niskiej emisji”; Skuteczne egzekwowanie zakazu spalania odpadów w kotłowniach przydomowych; Stworzenie instrumentów finansowo-prawnych motywujących mieszkańców do wykorzystywania OZE
Presja urbanizacyjna – zagęszczanie zabudowy i grodzienie działek	Modyfikacja form rzeźby oraz powierzchniowej budowy geologicznej	9	Wprowadzenie ograniczeń w zakresie wykorzystania powierzchni ziemi poprzez określenie wskaźników kształtowania zabudowy i zagospodarowania terenu: minimalnego udziału powierzchni biologicznie czynnej w odniesieniu do działki budowlanej, minimalnej i maksymalnej intensywności

			zabudowy, dostosowane do specyfiki lokalizacji i funkcji terenu w planach ogólnych gmin
Presja inwestycyjna – zagęszczanie zabudowy w miejscach atrakcyjnych turystycznie, grodzenie działek, betonowe parkingi itp.	Modyfikacja form rzeźby oraz powierzchniowej budowy geologicznej	9	j.w.
Dzikie wysypiska odpadów (głównie w dawnych wyrobiskach i wklęsłych formach terenu) – pozbywanie się odpadów z gospodarstw domowych, obiektów rekreacyjnych. Pozostawianie śmieci przez turystów	Zanieczyszczenie gleb i wód gruntowych.	6	Skuteczne egzekwowanie przepisów prawa dotyczącego gospodarki odpadami. Ustawianie i regularne opróżnianie zamykanych pojemników na śmieci przez podmioty do tego zobowiązane na podstawie przepisów lokalnych. Edukacja społeczeństwa
Odprowadzanie nieoczyszczonych ścieków do wód i gruntu, przesiąkania ścieków z nieszczelnych szamb oraz źle eksploatowanych przydomowych oczyszczalni ścieków	Zanieczyszczenie wód powierzchniowych i płytkich wód podziemnych	6	Uporządkowanie gospodarki ściekowej; Rozbudowa kanalizacji i podniesienie sprawności istniejących instalacji w oczyszczalniach; Edukacja w zakresie racjonalnej gospodarki wodno-ściekowej
Stosowanie nawozów sztucznych na terenach użytkowanych rolniczo generuje zanieczyszczenia migrujące do wód (powierzchniowych i podziemnych), których odbiornikiem jest Zbiornik Sulejowski	Zanieczyszczenie wód powierzchniowych i płytkich wód podziemnych; Eutrofizacja wód zbiornika, zakwity sinic, utrata lub ograniczenie funkcji rekreacyjnej	12	Edukacja w zakresie racjonalnej gospodarki rolnej

* Zagrożenia oceniono stosując skalę bonitacji zagrożeń wg. T.J. Chmielewskiego i in. (2014):

- 0 – brak zagrożeń,
 1 – zagrożenia potencjalne, niewielkie,
 2 – zagrożenia potencjalne, umiarkowane,
 3 – zagrożenia potencjalne, duże,
 4 – zagrożenia istniejące, niewielkie, o słabnącym natężeniu,
 5 – zagrożenia istniejące, niewielkie, względnie stałe,
 6 – zagrożenia istniejące, niewielkie, o narastającym natężeniu,
 7 – zagrożenia istniejące, umiarkowane, o słabnącym natężeniu,
 8 – zagrożenia istniejące, umiarkowane, względnie stałe,
 9 – zagrożenia istniejące, umiarkowane, o narastającym natężeniu,
 10 – zagrożenia istniejące, duże, o słabnącym natężeniu,
 11 – zagrożenia istniejące, duże, względnie stałe,
 12 – zagrożenia istniejące, duże, o narastającym natężeniu.
 ? – zagrożenie trudne do oceny

6.2. Charakterystyka oraz źródła zagrożeń zewnętrznych oraz możliwe sposoby ich eliminacji lub ograniczenia

Zagrożeniem zewnętrznym jest każdy czynnik mogący wywołać niekorzystne zmiany cech fizycznych, chemicznych lub biologicznych zasobów, tworów i składników chronionej przyrody, walorów krajobrazowych oraz przebiegu procesów przyrodniczych, wynikający z przyczyn naturalnych lub z działalności człowieka, mający swoje źródło na zewnątrz granic obszarów lub obiektów podlegających ochronie prawnej. Do najważniejszych zagrożeń zewnętrznych na obszarze Sulejowskiego Parku Krajobrazowego zaliczono:

- wzrastający ruch samochodowy na drogach krajowych DK12 i 74 generujący hałas i zanieczyszczenia powietrza, wód powierzchniowych i gruntowych oraz gleb;
- potencjalny napływ zanieczyszczeń powietrza znad Piotrkowa Trybunalskiego i Bełchatowa (dominujący kierunek wiatrów z sektora zachodniego);
- napływ zanieczyszczeń do Pilicy i Zbiornika Sulejowskiego rzekami odwadniającymi zlewnie użytkowanych rolniczo (np. Luciąża), dostarczających duże ładunki zanieczyszczeń;
- rozwój zabudowy i infrastruktury w sąsiedztwie SuPK (np. centrów logistycznych), generujących większy ruch komunikacyjny (hałas, zanieczyszczenia powietrza, gleb wzdłuż dróg itp.);
- presja urbanizacyjna na terenach położonych w sąsiedztwie granic SuPK (brak uzbrojonych terenów w sieć kanalizacyjną, gazową, co skutkuje niską emisją, potencjalnymi zanieczyszczeniami wód gruntowych itp.).

Szczegółowe zestawienie zagrożeń wewnętrznych i zewnętrznych opracowanych na podstawie obserwacji i dokumentacji pracowników SuPK zgromadzonej podczas opracowywania AKWŁ prezentuje tabela 35.

Tab. 35 Zestawienie zagrożeń (na podstawie Audytu Krajobrazowego Województwa Łódzkiego)

Kod zagrożenia	Rodzaj (charakter) działań i zjawisk stwarzających zagrożenia	Opis zagrożeń	Kod źródła zagrożenia	Zagrożenie wewnętrzne (w) lub zewnętrzne (z)	Skala zagrożenia (0–12)*
A. ZAGROŻENIA DZIEDZICTWA PRZYRODNICZEGO					
DZIEDZICTWO GEOLOGICZNE I RZEŻBA TERENU					
A.1.4.	Eksploatacja złóż innych niż węgiel kamienny, węgiel brunatny i torf	Sieczka, eksploatacja pozostałych złóż	II.3.1	z	1
A.1.5.	Zwałowiska skały dołowej i mas ziemnych	Las Kolski, zwałowiska skał i mas ziemnych	I.1.		1
A.1.7.	Erozja gleb	Dolina Pilicy, erozja gleb	IV.2.		1
A.1.8.	Wykopy, nasypy, obwałowania i kopce	Barkowice, wykopy, nasypy, obwałowania, kopce	I.4.	w	5
A.1.9.	Likwidacja osobliwych form rzeźby terenu (skarp,	Dobra Woda, likwidacja form rzeźby	VI.5.		1

	ostańców skalnych, wąwozów, meandrów, wydym itp.)				
B. ZAGROŻENIA DZIEDZICTWA KULTUROWEGO					
B.3. OBSZARY ROLNICZE					
B.3.1.	Zanikanie tradycyjnych upraw charakterystycznych dla określonych regionów	Taraska - Zanik tradycyjnych upraw, charakterystycznych dla określonych regionów	III.1.2	w	5
		Koło, zanikanie tradycyjnych upraw	III.1.2.		2
B.3.2.	Zanikanie charakterystycznego przestrzennego układu pól, zadrzewień oraz miedz, w postaci szachownicy pól, układu łąnowego, niwowego itp., stanowiącego wyróżnik regionu - tekstury i faktury krajobrazu	Taraska - Zanik tradycyjnych upraw, charakterystycznych dla określonych regionów	III.1.		5
D. ZAGROŻENIA WALORÓW AKUSTYCZNYCH, ZAPACHOWYCH I SANITARNYCH					
D.2. WALORY ZAPACHOWE					
D.2.1.	Odory – oddziaływanie składowisk, zakładów przemysłowych, obiektów hodowli przemysłowej, itp.	Golesze odory hodowli przemysłowej	III.1.1	z	3
		Barkowice, odory hodowli przemysłowej	III.1.		3

* 0 - brak zagrożeń, 1-3 zagrożenia potencjalne, 4-12 zagrożenia istniejące

Objaśnienia kodów źródeł zagrożeń:

- I Gospodarka przestrzenna**
 - I.1 Budownictwo
 - I.4 Procesy urbanizacyjne
 - I.5.1 Brak planowania krajobrazu
- II Branżowe**
 - II.3.1 Zmiany technologii produkcji
- III Zarządzanie środowiskiem**
 - III.1 Rolnictwo
 - III.1.2 Zaniechanie rolnictwa
- IV Ochrona przyrody**
 - IV.2 Brak zabiegów ochronnych
- V Ekonomiczne**
 - VI.5 Wandalizm

7. SPIS RYCIN, FOTOGRAFII I TABEL

Spis rycin:

Ryc. 1.	Stacje pomiarowe IMGW-PIB w Sulejowskim Parku Krajobrazowym i obszarach przyległych.	8
Ryc. 2.	Położenie stacji kontroli jakości powietrza GIOŚ-PIB w południowo-wschodniej części województwa łódzkiego. 9	
Ryc. 3.	Położenie punktów sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych Państwowej Służby Geologicznej w południowo-wschodniej części województwa łódzkiego. Źródło: https://www.pgi.gov.pl/psh/psh-2/aktualna-sytuacja-hydrogeologiczna.html	10
Ryc. 4.	Lokalizacja punktów pomiarowo-kontrolnych na jednolitych częściach wód powierzchniowych rzecznych w 2025 r. Źródło: https://wody.gios.gov.pl/pjwp/publication/RIVERS/88	10
Ryc. 5.	Położenie Sulejowskiego PK na tle jednostek tektonicznych Polski wg J. Znoski (1998)	28
Ryc. 7.	Budowa geologiczna rejonu niecki tomaszowskiej bez utworów kenozoiku (na podstawie Mapy Geologicznej Polski... 1:500000; A. Witkowskiego (1969), G. Szafamachy (1992))	32
Ryc. 8.	Mapa geologiczna niecki tomaszowskiej z obszarami złożowymi (wg E. Poręby 1987)	33
Ryc. 9.	Wschodni fragment rowu Kleszczowa wg Kozydry i Piwockiego (1985)	36
Ryc. 10.	Przekrój geologiczny przez dolinę Pilicy w Sulejowie (wg S. Krysiaka 2005)	37
Ryc. 11.	Zmiany krajobrazu w cofce Zbiornika Sulejowskiego: a) fragment mapy topograficznej 1:25 000 ark. 4 pow. Opoczno (1962); b) fragment cofki z <i>Mapy batymetrycznej Zbiornika Sulejowskiego</i> (2017)	61
Ryc. 12.	Fragment mapy glebowo-rolniczej SuPK (część północno-zachodnia) (źródło: https://geoportal.lodzkie.pl/imap/ - dostęp 7.10.2025)	72
Ryc. 13.	Fragment mapy glebowo-rolniczej SuPK (część północno-zachodnia) (źródło: https://geoportal.lodzkie.pl/imap/ - dostęp 7.10.2025)	73
Ryc. 14.	Większy obszar występowania mad na terenie SuPK (źródło: https://geoportal.lodzkie.pl/imap/ - dostęp 7.10.2025)	74
Ryc. 15.	Większy obszar występowania rędzin na terenie SuPK (źródło: https://geoportal.lodzkie.pl/imap/ - dostęp 7.10.2025)	75
Ryc. 16.	Obszar występowania gleb pochodzenia organicznych w rejonie Łęgu Ręczyńskiego i Stobnicy na terenie SuPK (źródło: https://geoportal.lodzkie.pl/imap/ - dostęp 7.10.2025)	77
Ryc. 17.	Pokrycie terenu SuPK arkuszami MHP50k	79
Ryc. 18.	Podział hydrograficzny PKWŁ wg MHP (portal PGWP). Skala 1: 250000.	80
Ryc. 19.	Melioracje w SuPK wg mapy „Melioracje” w geoportalu woj. łódzkiego. Skala 1:250000.	82
Ryc. 20.	Niepewny przebieg działów wodnych w dolinie Pilicy: a) w okolicach Paskrzyna (skala 1:25000), b) w okolicach Dolnej Wsi (skala 1:12500).	83
Ryc. 21.	Mokradła i obszary źródliskowe na terenie SuPK. Opracowanie na podstawie GIS Mokradła (IT-P-PIB), MHP50k oraz Maksymiuk, Moniewski (1998) A. Weigle i M. Ziutkiewicz	84
Ryc. 22.	Różne formy ciągów meandrowych w dnie doliny Pilicy: a) wypukły, b) wklęsły -okolice Windugi. Skala 1:7500.	85
Ryc. 23.	Warunki brzegowe Zbiornika Sulejów sprzyjające tworzeniu się mokradel: a) w rejonie cofki zbiornika, b) w rejonie ujęcia brzegowego wód powierzchniowych dla wodociągu Sulejów-Łódź w Bronistawowie.	86

Ryc. 24.	Warunku hydrologiczne Zbiornika Sulejów w roku suchym, 2024 r. Opracował M. Ziulkiewicz na podstawie dziennych „Informacji o sytuacji hydrologiczno-meteorologicznej” PGWP.....	88
Ryc. 25.	Zmiany charakterystyk hydrologicznych rejestrowanych na posterunku wodowskazowym w Dąbrowie na Czarnej (Malenieckiej). Źródło: https://hydro.imgw.pl/#/station/hydro/151190120?h=73	94
Ryc. 26.	SuPK na tle wydzieleni Jednolitych Części Wód Powierzchniowych rzecznych. Opracowanie M. Ziulkiewicza na podstawie http://karty.apgw.gov.pl:4200/mapa	103
Ryc. 27.	SuPK na tle wydzieleni Jednolitych Części Wód Powierzchniowych zbiornikowych. Opracowanie M. Ziulkiewicza na podstawie http://karty.apgw.gov.pl:4200/mapa	104
Ryc. 28.	Aktualny stan wód rzecznych w PKWł. Opracował M. Ziulkiewicz na podstawie https://wody.gios.gov.pl/pjwp/maps/	107
Ryc. 29.	Stan wód Zbiornika Sulejowskiego na podstawie wyników monitoringu w latach 2019-2024. Opracował M. Ziulkiewicz na podstawie https://wody.gios.gov.pl/pjwp/maps/	108
Ryc. 30.	Stężenia benzo(a)pirenu w wodach Pilicy (a) i Zbiornika Sulejów (b) w latach 2018-2024. Opracował M. Ziulkiewicz na podstawie danych GIOŚ.....	109
Ryc. 31.	Arkusze MHP GUPW w zestawieniu dla obszaru, na którym położony jest SuPK. Opracowanie M. Ziulkiewicza.	114
Ryc. 32.	Obszar PKWł w podziale hydrogeologicznym na GZWP i JCWPd z elementami monitoringu wód podziemnych. Opracowanie M. Ziulkiewicza i A. Weigle na podstawie https://epsh.pgi.gov.pl/epsh/	118
Ryc. 33.	Schemat krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 84 wg karty informacyjnej PIG-PIB.	122
Ryc. 34.	Zmiany średnich niskich stanów wód podziemnych w punktach monitoringu na obszarze Sulejowskiego Parku Krajobrazowego. Opracował M. Ziulkiewicz na podstawie danych PSH, PIG-PIB.	126
Ryc. 35.	Warunki lokowania składowisk odpadów na obszarze SuPK. Opracował M. Ziulkiewicz na podstawie arkuszy Mapy Geośrodowiskowej Polski w skali 1:50000. Dla arkusza Żarnów (739) teren nie ma pokrycia.	127
Ryc. 36.	Miesięczne usłonecznienie w godz. w latach: 1981, 1987,1994, 2010, 2018 i 2019 roku w Sulejowie (Oprac. własne na podstawie danych IMGW).....	130
Ryc. 38.	Liczba dni z wiatrem o prędkości $V > 10$ m/s i $V > 15$ m/s w stacji Sulejów (Oprac. własne na podstawie danych IMGW)	134
Ryc. 39.	Średnia miesięczna minimalna, średnia miesięczna i średnia miesięczna maksymalna temperatura powietrza w 2023 roku w stacji Sulejów (Oprac. własne na podst. danych IMGW)	135
Ryc. 40.	Średnia roczna temperatura powietrza w °C (Sulejów 1981-2023) (Oprac. własne na podst. danych IMGW)	136
Ryc. 41.	Zróżnicowanie średniej miesięcznej temperatury powietrza w °C w latach: 1987, 2011 i 2019 w Sulejowie (Oprac. własne na podst. danych IMGW)	137
Ryc. 42.	Średnia roczna temperatura powietrza w °C w Sulejowie w wieloletniach: 1981-1990, 1991-2000, 2001-2010, 2011-2020 (Oprac. własne na podst. danych IMGW)	137
Ryc. 43.	Średnia miesięczna temperatura powietrza w °C w Sulejowie w wieloletniach: 1981-1990, 1991-2000, 2001-2010, 2011-2020 (Oprac. własne na podst. danych IMGW)	138
Ryc. 44.	Przebieg średniej miesięcznej temperatury powietrza w stacji Sulejów w 1985 i 2023 roku. (Oprac. własne na podst. danych IMGW)	140
Ryc. 45.	Roczna suma opadów atmosferycznych w mm w stacji Sulejów w latach 1981-2023 (Oprac. własne na podst. danych IMGW)	143

Ryc. 46.	Zróznicowanie miesięcznej sumy opadów w mm w latach: 1982, 2011 i 214 w Sulejowie (Oprac. własne na podst. danych IMGW)	144
Ryc. 47.	Liczba dni z opadem deszczu w stacji Sulejów w latach 1981-2023 (Oprac. własne na podst. danych IMGW)	145
Ryc. 48.	Liczba dni z opadem śniegu w stacji Sulejów w latach 1981-2023 (Oprac. własne na podst. danych IMGW)	146
Ryc. 49.	Liczba dni z pokrywą śnieżną w stacji Sulejów w latach 1981-2023 (Oprac. własne na podst. danych IMGW)	146
Ryc. 50.	Zestawienie stacji pomiarowych wykorzystanych w ocenie jakości powietrza atmosferycznego w 2024 roku (źródło: roczna ocena jakości powietrza w województwie łódzkim raport wojewódzki za rok 2024, GIOŚ 2025)	149
Ryc. 51.	Rozkład przestrzenny 36 maksymalnej wartości stężenia 24-godzinnego pyłu zawieszonego PM10 w województwie łódzkim w 2024 roku, opracowany z wykorzystaniem metody szacowania w oparciu o wyniki modelowania jakości powietrza dla roku 2024 wykonanego przez IOŚ-PIB (źródło: GIOŚ, IOŚ-PIB)	152
Ryc. 52.	Klasyfikacja stref w województwie łódzkim za 2024 rok dla pyłu zawieszonego PM2,5, dla czasu uśredniania - rok, z uwzględnieniem kryteriów określonych w celu ochrony zdrowia ludzi – II faza (źródło: GIOŚ, IOŚ-PIB)	153
Ryc. 53.	Rozkład przestrzenny wartości stężenia średniego rocznego B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 w województwie łódzkim w 2024 roku, opracowany z wykorzystaniem metody szacowania w oparciu o wyniki modelowania jakości powietrza dla roku 2024 wykonanego przez IOŚ-PIB (źródło: GIOŚ, IOŚ-PIB)	154
Ryc. 54.	Odcinki dróg krajowych objętych realizacją Strategicznych Map Hałasu 2022 (źródło: https://mapy.geoportal.gov.pl/imap/Imgp_2.html dostęp 6.10.2025)	157
Ryc. 55.	Mapa imisyjna hałasu generowanego przez ruch pojazdów po drogach w SuPK - wskaźnik LDWN (źródło: https://mapy.geoportal.gov.pl/imap/Imgp_2.html dostęp 6.10.2025)	158
Ryc. 56.	Mapa imisyjna hałasu generowanego przez ruch pojazdów po drogach w SuPK - wskaźnik L _N (źródło: https://mapy.geoportal.gov.pl/imap/Imgp_2.html dostęp 6.10.2025)	158
Ryc. 57.	Średni dobowy ruch roczny pojazdów silnikowych na drogach krajowych i wojewódzkich (GPR 2020/2021)	159
Ryc. 58.	Lokalizacja punktów pomiarowych hałasu na terenie Piotrkowa Trybunalskiego (źródło: Ocena stanu akustycznego środowiska na terenie województwa łódzkiego w roku 2022, GIOŚ)	160
Ryc. 59.	Obszary Zbiornika Sulejowskiego zwolnione z zakazu używania łodzi motorowych i innego sprzętu motorowego wyznaczone w załączniku do uchwały Nr XLVII/614/18 Sejmiku Województwa Łódzkiego z 27 lutego 2018 roku	163
Ryc. 60.	Oznaczenia na tablicach informacyjnych w SuPK (https://www.sulejow.pl/asp/w-ktorych-strefach-zalewu-sulejowskiego-mozna-plywac-motorowka,257,artykul,1,708 – dostęp 10.10.2025)	164
Ryc. 61.	Jednostki podziału administracyjnego obejmujące swym zasięgiem obszar SuPK (Geoportal)	174

Spis fotografii:

Fot. 1	Kładka „Małpi Most” nad Pilicą w Trzech Morgach (Fot. E. Papińska 2025)	13
Fot. 2	Ruiny dwory obronnego (Zamku) w Majkowicach (Fot. E. Papińska 2025)	13
Fot. 3	Drewniany kościół w Skotnikach z XVI w. (Fot. E. Papińska 2025)	14
Fot. 4	Dawny kamieniołom wapieni w Sulejowie wypełniony wodą (Fot. E. Papińska 2025)	14

Fot. 5	Nieeksploatowany kamieniołom wapieni kimerydu w Kurnędu (Fot. M. Adamiak 2022).....	31
Fot. 6	Drogi gruntowe przebiegające wśród siedlisk kserotermicznych wykształconych z wapieni kimerydu na prawobrzeżnym, dosłonecznym, zboczu doliny Radońki w okolicach wsi Owczary (Fot. S. Krysiak 2018).....	31
Fot. 7	„Grotu Nagórzyckie” miejsce działalności górniczej w niecce tomaszowskiej w okresie od końca XVIII do początku XX wieku (Fot. S. Krysiak 2017).....	34
Fot. 8	Sąsiadująca z otuliną Sulejowskiego PK kopalnia piasków kwarcowych „Biała Góra” położona przy drodze z Tomaszowa Maz. do Smardzewic (Fot. S. Krysiak 2015)	34
Fot. 9	Ślady lejów krasowych widoczne na południowej ścianie nieeksploatowanego kamieniołomu w Kurnędu (Fot. S. Krysiak 2009).....	35
Fot. 10	Warstwowane serie piasków i żwirów wodnolodowcowych poziomu erozyjno-akumulacyjnego odsłonięte w trakcie badań dokumentacyjnych na stanowisku Trzy Morgi w pobliżu „Małpiego Mostu” (ok. 10 m p.p.rzeki) (Fot. S. Krysiak 1995)	38
Fot. 11	Ignaców. Piaski i żwiry rzeczne terasy nadzalewowej wyższej (w części stropowej z udziałem frakcji pyłowej dochodzącej do 10% (Fot. S. Krysiak 1995)	40
Fot. 12	Łęg Majkowski. Piaski i żwiry rzeczne terasy nadzalewowej niższej (Fot. S. Krysiak 1995).....	40
Fot. 13	Justynów. Krajobraz rolniczo-leśny terasy nadzalewowej niższej (Fot. S. Krysiak 2023)	40
Fot. 14	Łęg Ręczyński. Utwory występujące w vistuliańskim korycie roztokowym przy niskim poziomie wód gruntowych w trakcie okresu letniego (Fot. S. Krysiak 1996)	41
Fot. 15	Łęg Ręczyński. Koryto dawnego odpływu roztokowego na powierzchni terasy nadzalewowej niższej podczas wczesnowiosennych wysokich stanów wód gruntowych (Fot. S. Krysiak 1996).....	41
Fot. 16	Utwory wypełniające inicjalny fragment suchej doliny w okolicach Baraku (poziom bruku kamienistego z głazami do 25 cm oddzielający piaski i żwiry lodowcowe od peryglacialnej pokrywy zbudowanej z piasku pylastego) (Fot. S. Krysiak 1996)	42
Fot. 17	Środkowy odcinek suchej doliny proglacialnej w okolicach Baraku (Fot. S. Krysiak 1997)	42
Fot. 18	Drobno- i średnioziarniste piaski eoliczne budujące część szczytową wydmy w Kalinkach (Fot. S. Krysiak 1996)	42
Fot. 19	Krajobraz wydmy w rejonie drogi do Wielkopola (Fot. S. Krysiak 2025).....	42
Fot. 20	Wyspy i mielizny w korycie Pilicy w rejonie Trzech Móg (Fot. S. Krysiak 2009).....	43
Fot. 21	Roztokowe rozwinięcie koryta Pilicy z szeregiem wysp opanowanych przez roślinność na południe od mostu w Sulejowie (Fot. S. Krysiak 2006)	43
Fot. 22	Łęg Ręczyński. Piaszczysto-żwirowe osady odsypu przykorytowego (Fot. S. Krysiak 2012).....	44
Fot. 23	Łęg Ręczyński. Ciemniejszy odcień materiału piaszczystego pozostającego w strefie podsiąku kapilarnego wód aluwialnych (Fot. S. Krysiak 2012)	44
Fot. 24	Majkowice. Piaski i mułki rzeczne terasy zalewowej (mąda lekka) (Fot. S. Krysiak 1996)	44
Fot. 25	Majkowice. Krajobraz zarastającej terasy zalewowej Pilicy (Fot. S. Krysiak 2012)	44
Fot. 26	Łęg Majkowski. Wilgotne fragmenty terasy zalewowej w sąsiedztwie z terasą nadzalewową niższą (Fot. S. Krysiak 2006).....	45
Fot. 27	Kresy. Piaski, mułki rzeczne i osady organiczne w starorzeczu na terasie zalewowej (Fot. S. Krysiak 1996)	45
Fot. 28	Ręczno. Utwory mineralno-organiczne misy wytopiskowej (Fot. S. Krysiak 1996)	45

Fot. 29	Ręczno. Misa wytopiskowa z semihydrogenicznymi siedliskami łąkowo-pastwiskowymi otoczona żyznymi gruntami ornymi wytworzonymi z peryglacialnych pyłów na glinach zwałowych (Fot. S. Krysiak 1996)	45
Fot. 30	Paskrzyn-Placówka. Zmeliorowane torfowisko z zanikającym użytkowaniem łąkowo-pastwiskowym (Fot. S. Krysiak 2018)	46
Fot. 31	Justynów. Torfowisko Czarny Las (Fot. S. Krysiak 2023)	46
Fot. 32	Torfowisko w dolinie Jaworki na południe od Zbyłowic (Fot. S. Krysiak 2025)	47
Fot. 33	Złoże „Sulejów I” eksploatacja wapieni znajdujących się bezpośrednio pod utworami czwartorzędowego nadkładu (Fot. S. Krysiak 2025)	48
Fot. 34	Złoże „Sulejów I”. Piaski i żwiry czwartorzędowe występujące w nadkładzie wapieni (Fot. S. Krysiak 2025)	48
Fot. 35	Złoże piasków kwarcowych „Mierzyn”. Tekstura piasków eolicznych eksploatowanej ściany (Fot. S. Krysiak 2025)	49
Fot. 36	Widok kopalni Mierzyn. Jedyna piaskownia, gdzie wyeksploatowane fragmenty złoża są sukcesywnie rekultywowane w kierunku leśnym (Fot. S. Krysiak 2025)	49
Fot. 37	Kopalnia piasków i żwirów „Łęčno II” (Fot. S. Krysiak 2025)	49
Fot. 38	Kopalnia piasków i żwirów „Bilska Wola” (Fot. S. Krysiak 2025)	49
Fot. 39	Złoże „Paskrzyn” w 2021 roku gdy była jeszcze prowadzone wydobywanie piasków i żwirów (Fot. S. Krysiak 2021)	49
Fot. 40	Złoże „Paskrzyn” w 2025 po zaniechaniu eksploatacji (Fot. S. Krysiak 2025)	49
Fot. 41	Złoże piasków „Stobnica” na zachodnich krańcach Kamiennej Góry. Żółte, luźne piaski wydmy spoczywają na zbitych, śnieżnobiałych, drobnopziarnistych piaskach, należących do albu środkowego i górnego (kreda dolna)(Fot. S. Krysiak 2025)	50
Fot. 42	Góra Czaratoria. Nieeksploatowany kamieniołom piaskowców kredowych w 2009 roku (Fot. S. Krysiak 2009)	50
Fot. 43	Góra Czaratoria. Nieeksploatowany kamieniołom piaskowców kredowych w 2025 roku (Fot. S. Krysiak 2025)	50
Fot. 44	Dęba. Wierzchnie serie glin zwałowych wykorzystywane w przeszłości do polowego wyrobu cegieł. Fotografia wykonana w okresie wczesnowiosennych wysokich stanów wód wierzchówkowych (Fot. S. Krysiak maj 1993)	51
Fot. 45	Sulejów. Obszar składowania odpadów na obszarach poeksploatacyjnych w pobliżu zabudowy osiedlowej (Fot. S. Krysiak 2007)	52
Fot. 46	Sulejów. Gminne wysypisko śmieci (Fot. S. Krysiak 2007)	52
Fot. 47	Tereny zrehabilitowanego wysypiska (Fot. S. Krysiak)	52
Fot. 48	Góra Czaratoria. Wysypisko śmieci na terenie nieeksploatowanego kamieniołomu piaskowców kredowych (las Nadleśnictwa Piotrków Tryb.) (Fot. S. Krysiak 2009)	53
Fot. 49	Góra Czaratoria. Wysypisko śmieci na terenie nieeksploatowanego kamieniołomu piaskowców kredowych (las Nadleśnictwa Piotrków Tryb.) (Fot. S. Krysiak 2025)	53
Fot. 50	Kurnędz. Zaśmiecone brzegi malowniczego zbiornika wodnego w nieczynnym kamieniołomie wapieni (Fot. S. Krysiak 2025)	53
Fot. 51	Widok na Bąkową Górę z rejonu Kobylej Góry (Fot. S. Krysiak 2008)	54
Fot. 52	Widok na zalesione pasmo Czaratorii z rejonu Kobylej Góry (Fot. S. Krysiak 2008)	54

Fot. 53	Widok na głęboko wciętą dolinę Radońki na południe od Owczarów (Fot. S. Krysiak 2018).....	55
Fot. 54	Prawobrzeżna strona dna doliny Stobianki w Stobnicy (Fot. S. Krysiak 2003)	55
Fot. 55	Podcięcie erozyjne terasy nadzalewowej niższej Luciąży w okolicach Przygłowa (Fot. S. Krysiak 2009)	56
Fot. 56	Sulejów – Kopuły. Trasy wykorzystywane do jazdy pojazdami terenowymi (Fot. S. Krysiak 2025)	57
Fot. 57	Sulejów – Kopuły. Fragmenty trasy MTB (Fot. S. Krysiak 2025)	58
Fot. 58	Zabezpieczenia przeciwoerozyjne drogi leśnej na stoku Czartorii (Fot. S. Krysiak 2019).....	58
Fot. 59	Dół chłonny do przechwytywania nadmiaru wody spływającej wzdłuż drogi podczas nawalnych opadów atmosferycznych (Fot. S. Krysiak 2019).....	58
Fot. 60	Stobnica-Kamienna Góra. Rowy przeciwczołgowe będące elementem niemieckich umocnień obronnych na Linii Pilicy (Fot. S. Krysiak 2025)	59
Fot. 61	Transzeje z okresu II wojny światowej w lasach między Barkowicami Mokrymi a Lubiaszowem (Fot. S. Krysiak 2010)	59
Fot. 62	Ścieżka pieszo-rowerowa między Piotrkowem Trybunalskim a Sulejowem częściowo wykorzystująca nasypy i wkopy torowiska dawnej kolejki wąskotorowej (Fot. S. Krysiak 2025)	59
Fot. 63	Nowa asfaltowa nawierzchnia na drodze z Ręczna do Łęk Królewskich (Fot. S. Krysiak 2025).....	59
Fot. 64	Kompleksowa modernizacja drogi wojewódzkiej nr 742 w Bąkowej Górze (Fot. S. Krysiak 2025).	60
Fot. 65	Inicjalne odcinki parowów sulejowskich służące jako „dzikie wysypiska” śmieci (Fot. S. Krysiak 2006)	60
Fot. 66	Inicjalne odcinki parowów sulejowskich służące jako „dzikie wysypiska” śmieci (Fot. S. Krysiak 2025)	60
Fot. 67	Użytek ekologiczny „Na Murowańcu” (Fot. S. Krysiak, 2016)	61
Fot. 68	Przerwany wał przeciwpowodziowy w lipcu 2010 r. z lewej strony obszar zawala z zalanymi terenami użytków zielonych (Fot. M. Piekarska lipiec 2010)	62
Fot. 69	Aktualny widok z wału przeciwpowodziowego na tereny zawala w pobliżu Przepompowni Podklasztorze w Sulejowie (Fot. S. Krysiak 2025)	62
Fot. 70	Tablica informująca o realizacji projektu EKOROB przy pomoście w Zarzęcinie (Fot. S. Krysiak 2013)	63
Fot. 71	Roślinność i materiał skalny wyłożony w ujściowym odcinku bezimiennego, okresowo suchego, ciek u uchodzącego do Zalewu Sulejowskiego z obszaru Zarzęcina (Fot. S. Krysiak 2015).....	63
Fot. 72	Skoszona roślinność szuwarowa na brzegu w Barkowicach w ramach realizacji projektu EKOROB (Fot. S. Krysiak styczeń 2015);	63
Fot. 73	Bronisławów. Tablica informująca o funkcjonowaniu Sekwencyjnego Systemu Sedymentacyjno-Biofiltracyjnego na bezimiennym cieku z Goleszy Dużych (Fot. M. Szymczyk lipiec 2017).....	63
Fot. 74	Zakwity sinicowe przy brzegu w rejonie Bronisławowa (Fot. M. Szymczyk lipiec 2017).....	64
Fot. 75	Refulator w trakcie prac nad pogłębianiem odnogi Pilicy (Fot. M. Adamiak maj 2022)	64
Fot. 76	Składowanie i wyrównywanie materiału z pulpy refulacyjnej w pobliżu północnego krańca wału przeciwpowodziowego (Fot. M. Adamiak maj 2022).....	65
Fot. 77	Widok ujścia Pilicy w strefie cofki Zbiornika Sulejowskiego wraz z powierzchnią składowania materiału refulacyjnego. W lewym dolnym rogu kanał doprowadzający do Pilicy wody z Przepompowni Podklasztorze (Fot. M. Adamiak maj 2022)	65

Fot. 78	Sulejów-Podklasztorze. Geotuby wypełnione piaskami i żwirami z refulacji, zabezpieczające powierzchnie, na których zdeponowano materiał z udroźniania koryta Pilicy (Fot. S. Krysiak 2025)	66
Fot. 79	Ortofotomapy z rejonu delty Pilicy i Luciąży z 2015 roku (z lewej) i z 2023 roku (z prawej) (źródło: geoportal.gov.pl)	67
Fot. 80	Porównanie wyglądu wód Zbiornika Sulejowskiego na plaży w Smardzewicach w roku 2017 (22 lipca) i 2025 (23 lipca) (Fot. S. Krysiak).....	67
Fot. 81	Widok plaży w Smardzewicach w lipcu 2017 roku (Fot. S. Krysiak 2017)	68
Fot. 82	Jachty stojące w sinicowym kożuchu w lipcu 2017 roku (Fot. S. Krysiak 2017)	68
Fot. 83	Widok kąpieliska w Smardzewicach po poszerzeniu strefy piasków plażowych, zbudowaniu płytkiego basenu oraz utworzeniu piaszczystej plaży po północnej stronie zrewitalizowanego mola (Fot. P. Krysiak 2025)	69
Fot. 84	Użytkowanie rolnicze gleb w SuPK (Fot. E. Papińska 2025)	71
Fot. 85	Zarastające starorzecze Pilicy w okolicach Windugi, (Fot. M. Ziulkiewicz 2025)	85
Fot. 86	Źródło szczelinowe w Baranówce w okolicach Smardzewic. Stan z kwietnia roku 2005. (Fot. M. Ziulkiewicz 2025).....	89
Fot. 87	Skutki huraganowego wiatru, który przeszedł nad terenami SuPK, jego otuliny i terenów sąsiednich 20 lipca 2007 roku. Zdjęcia wykonane 1 sierpnia 2007 w rejonie Paskrzyna Placówki (górne), Reczkowa Nowego i Ojrzenia (środkowe) oraz Paskrzyna Brzezina (dolne) (Fot. S. Krysiak 2007)	165
Fot. 88	Zbiornik Sulejowski z tamą w rejonie Smardzewic (Fot. E. Papińska 2017)	166
Fot. 89	Zbiornik wodny w dawnym kamieniołomie w Kurnędu (Fot. E. Papińska 2025).....	167
Fot. 90	Krajobraz doliny Pilicy ze starorzeczami i zróżnicowanymi zbiorowiskami w okolicach Windugi (Fot. E. Papińska 2025)	168
Fot. 91	Starorzecza w dolinie Pilicy w okolicach Windugi (Fot. E. Papińska 2025).....	168
Fot. 92	Dolina Pilicy w okolicach Windugi (Fot. E. Papińska 2025)	169
Fot. 93	Prowizoryczna kładka nad Pilicą w Trzech Morgach (Fot. E. Papińska 2025).....	173

Spis tabel:

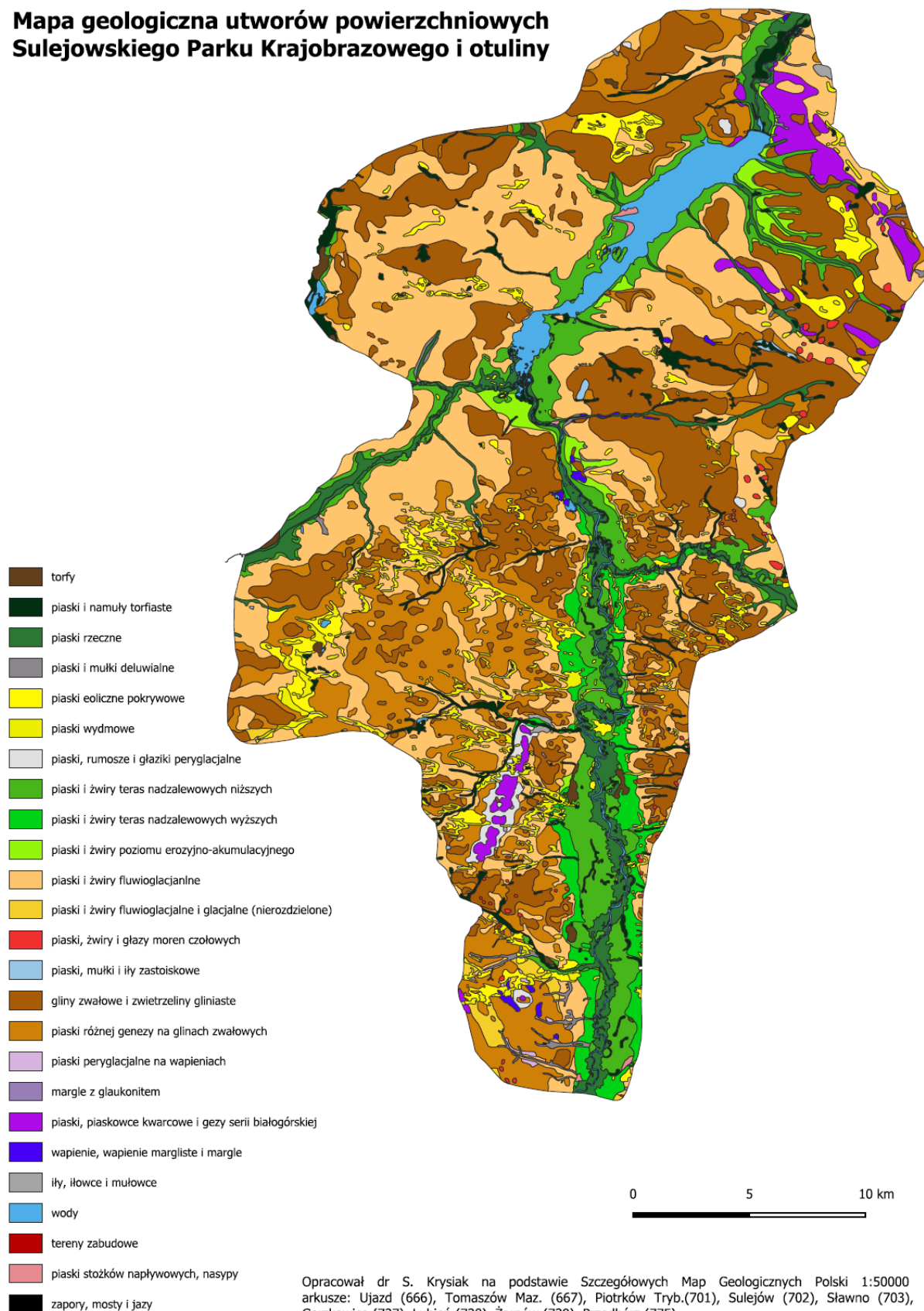
Tab. 1	Zestawienie dostępnej literatury z analizą jej przydatności na potrzeby Operatu ochrony zasobów abiotycznych i gleb Sulejowskiego Parku Krajobrazowego	15
Tab. 2	Podstawowe typy gleb występujące na obszarze PKWł	70
Tab. 3	Udział typów gleb na obszarze SuPK w strukturze użytków rolnych (UR), gruntów ornych (GO) i trwałych użytków zielonych (UZ).....	71
Tab. 4	Procentowy udział kompleksów przydatności rolniczej gruntów ornych i trwałych użytków w SuPK	75
Tab. 5	Długość cieków w SuPK. Opracował M. Ziulkiewicz na podstawie MHP50k (PGWP).....	81
Tab. 6	Charakter cieków w SuPK. Opracowanie M. Ziulkiewicza na podstawie mapy „Melioracje” w geoportalu województwa łódzkiego.	81
Tab. 7	Ocena podatności Zbiornika Sulejów na degradację (1997 r.). Materiały własne M. Ziulkiewicza.	87
Tab. 8	Charakterystyki hydrologiczne Pilicy w profilu wodowskazowym Przedbórz (a) i Sulejów-Kopalnia (b) oraz Czarnej (Malenieckiej) (c) w profilu Dąbrowa.	90

Tab. 9	Charakterystyczne miesięczne i roczne stany wody (cm) Pilicy w profilu Przedbórz wg Rocznika hydrologicznego wód powierzchniowych, Wisła 1981 oraz www.imgw.pl .	90
Tab. 10	Charakterystyczne miesięczne i roczne stany wody (cm) Pilicy w profilu Sulejów-kopalnia wg Rocznika hydrologicznego wód powierzchniowych, Wisła 1981 oraz www.imgw.pl .	91
Tab. 11	Charakterystyczne przepływy miesięczne i roczne (m ³ /s) Pilicy w profilu Przedbórz wg Rocznika hydrologicznego wód powierzchniowych, Wisła 1981 oraz www.imgw.pl .	91
Tab. 12	Charakterystyczne przepływy miesięczne i roczne (m ³ ·s ⁻¹) Pilicy w profilu Sulejów-kopalnia wg Rocznika hydrologicznego wód powierzchniowych, Wisła 1981 oraz www.imgw.pl .	92
Tab. 13	Charakterystyczne miesięczne i roczne stany wody (cm) Czarnej (Malenieckiej) w profilu Dąbrowa wg Rocznika hydrologicznego wód powierzchniowych, Wisła 1981 oraz www.imgw.pl .	93
Tab. 14	Charakterystyczne przepływy miesięczne i roczne (m ³ ·s ⁻¹) Czarnej (Malenieckiej) w profilu Dąbrowa wg Rocznika hydrologicznego wód powierzchniowych, Wisła 1981 oraz www.imgw.pl .	93
Tab. 15	Średnie miesięczne współczynniki przepływu Pilicy w profilu Przedbórz. Obliczenia M. Ziulkiewicza na podstawie danych IMGW-PIB.	95
Tab. 16	Średnie miesięczne współczynniki przepływu Pilicy w profilu Sulejów-kopalnia. Obliczenia M. Ziulkiewicza na podstawie danych IMGW-PIB.	95
Tab. 17	Średnie miesięczne współczynniki przepływu Czarnej (Malenieckiej) w profilu Dąbrowa. Obliczenia M. Ziulkiewicza na podstawie danych IMGW-PIB.	95
Tab. 18	Zestawienie Jednolitych Części Wód Powierzchniowych na obszarze SuPK (na podstawie http://karty.apgw.gov.pl:4200/jcw-powierzchniowe).	97
Tab. 19	Ocena stanu rzecznych JCWP w Sulejowskim Parku Krajobrazowym Wzniesień Łódzkich w roku 2024. Na podstawie danych GIOŚ opracował M. Ziulkiewicz.	110
Tab. 20	Charakterystyka Jednolitych Części Wód Podziemnych objętych granicami SuPK. Opracował M. Ziulkiewicz na podstawie Kart Charakterystyk JCWPd.	121
Tab. 21	Punkty monitoringu wód podziemnych w okolicach PKWł. Opracowanie M. Ziulkiewicza na podstawie https://epsh.pgi.gov.pl/epsh/ .	123
Tab. 22	Wyniki monitoringu diagnostycznego wód podziemnych w okolicach PKWł w latach 2015-2022. Opracował M. Ziulkiewicz na podstawie https://epsh.pgi.gov.pl/epsh/ .	124
Tab. 23	Sumy usłonecznienia rzeczywistego (w godz.) dla stacji w Sulejowie.	129
Tab. 24	Średni procentowy udział wystąpienia określonego makrotypu masy powietrza nad stacją Łódź-Lublinek w latach 2015-2018 w poszczególnych miesiącach.	132
Tab. 25	Średnia roczna prędkość wiatru w m/s w wybranych latach, stacja Sulejów (Oprac. własne na podst. danych IMGW).	133
Tab. 26	Temperatura Max i temperatura Min oraz amplituda temperatury w stacji Sulejów (Oprac. własne na podst. danych IMGW).	138
Tab. 27	Średnie miesięczne i roczna temperatura powietrza w °C w stacji Sulejów w wieloleciu 1995-2023	141
Tab. 28	Średnie miesięczne i roczne sumy opadów (w mm) w latach 1995 - 2023 w stacji Sulejów.	142
Tab. 29	Klasy stref dla poszczególnych zanieczyszczeń, uzyskane w ocenie rocznej dokonanej z uwzględnieniem kryteriów ustanowionych w celu ochrony zdrowia ludzi - klasyfikacja podstawowa (klasy: A, C oraz A1, C1 dla pyłu zawieszonego PM _{2,5}) – strefa łódzka.	151

Tab. 30	Dopuszczalne normy hałasu w środowisku powodowanego przez poszczególne grupy źródeł hałasu, z wyłączeniem hałasu powodowanego przez starty, lądowania i przeloty statków powietrznych oraz linie energetyczne, wyrażone wskaźnikami LAeq D i LAeq N, które to wskaźniki mają zastosowanie do ustalania i kontroli warunków korzystania ze środowiska, w odniesieniu do jednej doby.	156
Tab. 31	Ekspozycja na hałas od głównych dróg na terenie Piotrkowa Trybunalskiego wyrażona wskaźnikiem L _{DWN} . (źródło: Strategiczna mapa hałasu dla dróg głównych na terenie miasta Piotrkowa Trybunalskiego).....	160
Tab. 32	Ekspozycja na hałas od głównych dróg na terenie Piotrkowa Trybunalskiego wyrażona wskaźnikiem L _N . (źródło: Strategiczna mapa hałasu dla dróg głównych na terenie miasta Piotrkowa Trybunalskiego)	161
Tab. 33	Opis i usytuowanie terenów zagrożonych hałasem w SuPK i jego sąsiedztwie w 2022 roku (z wykluczeniem Piotrkowa Trybunalskiego).	161
Tab. 34	Synteza zagrożeń wewnętrznych elementów abiotycznych SuPK	176
Tab. 35	Zestawienie zagrożeń (na podstawie Audyty Krajobrazowego Województwa Łódzkiego)	178

8. ZAŁĄCZNIK NR 1 – MAPA GEOLOGICZNA UTWORÓW POWIERZCHNIOWYCH SULEJOWSKIEGO PARKU KRAJOBRAZOWEGO I JEGO OTULINY

Mapa geologiczna utworów powierzchniowych Sulejowskiego Parku Krajobrazowego i otuliny



9. ZAŁĄCZNIK NR 2 - PODZIAŁ HYDROGRAFICZNY SULEJOWSKIEGO PARKU KRAJOBRAZOWEGO

Opracowanie m. Ziulkiewicza na podstawie danych w mhp na portalu pgwp.

Zlewnie e pozio mu	Wydzielenia																									
1.	Wisła																									
2.	Wisła od Wieprza do Narwi																									
3.	Pilica																									
4.	Pilica od Czarnej (Włoszczowskiej) do Czarnej (Malenieckiej)																Czarna (Maleniecka) - od Popławki do ujścia	Pilica od Czarnej (Malenieckiej) do Wolbórki								
5.	Pilica od Biestrzówki do Ojrzanki					Ojrzanka	Pilica od Ojrzanki do Stobianki							Stobianka	Pilica od Stobianki do Czarnej (Malenieckiej)			Pilica od Czarnej (Malenieckiej) do Zb. Sulejów	Bezpośrednia zlewnia Zb. Sulejów							
6.	Pilica od Strugi Strzeleckiej do dopł. z Nosalewic	Dopływ z Nosale wic	Pilica od dopł. z Nosalewic do Jaworki	Ja wo rka	Pilica od Jaworki do Ojrzanki		Pilica od Ojrzanki do dopł. z Józefowa Starego	Dopł. z Józefowa Starego	Pilica od dopł. z Józefowa Starego do dopł. ze Starej	Dopł. ze Stare j	Pilica od dopł. ze Starej do dopł. z Paskrzyna	Dopł. z Paskrz yna	Pilica od dopł. z Paskrzyna do Stobianki		Pilica od Stobianki do dopł. z Aleksandra wa	Dopł. z Aleksan drowa			Pilica od dopł. z Aleksandra wa do Czarnej (Malenieckiej)	Bezpośredni a zlewnia Zb. Sulejów	Dop ł. z Koła	Bezpośredni a zlewnia Zb. Sulejów	St ru ga	Bezpośredni a zlewnia Zb. Sulejów		
7.						Konstantynów								Dopł. z Goleszy Dużych			Dopł. z Twardej									
A [km2]	39,76	18,97	18,96	38,93	0,12	64,87	12,62	7,47	39,39	6,84	0,29	14,25	0,38	73,33	29,08	4,76	13,23	43,97	31,61	113,94	759,56	18,34	25,82	10,30	31,95	10,57