



MINISTERSTWO  
**GOSPODARKI**



**PROGNOZA**  
**ODDZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO**  
**Projektu**  
**Krajowego planu postępowania**  
**z odpadami promieniotwórczymi**  
**i wypalonym paliwem jądrowym**

maj 2015 roku

Warszawa 2015

**Zespół autorski:**

*Zespół autorów pod kierownictwem mgr inż. Magdaleny Załupki*

mgr inż. Agnieszka Bartocha  
dr inż. Jacek Jaśkiewicz  
mgr inż. Elżbieta Płuska  
dr inż. Iwona Rackiewicz  
mgr inż. Marek Rosicki  
Thomas Schönfelder (BA)  
mgr Iwona Szatkowska  
mgr inż. Magdalena Załupka

weryfikacja:

mgr inż. Agnieszka Bartocha  
mgr inż. Elżbieta Płuska



**ATMOTERM<sup>®</sup> S.A.**  
Inteligentne rozwiązania aby chronić środowisko

Współpraca: Biuro Projektowo-Doradcze EKO-KONSULT

mgr Monika Bednarska  
dr inż. Andrzej Tyszecki





## Spis treści

<b>Wykaz pojęć i skrótów użytych w opracowaniu .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Streszczenie prognozy w języku niespecjalistycznym.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Wprowadzenie .....</b>	<b>8</b>
2.1. Podstawy formalno-prawne opracowania prognozy .....	8
2.2. Cel i zakres prognozy .....	8
2.3. Przedmiot prognozy – cele i zawartość projektu Planu.....	12
2.3.1. Zawartość projektu Planu .....	12
2.3.2. Główne cele i kierunki działań przyjęte w projekcie Planu .....	12
2.4. Założenia Prognozy i metodyka pracy .....	13
2.4.1. Tryb i warunki przeprowadzenia Prognozy.....	13
2.4.2. Założenia Prognozy .....	13
2.4.3. Metodologia badania i cele badawcze.....	14
2.4.4. Sposób organizacji i przeprowadzenia badania.....	15
2.4.5. Analiza ryzyk, które mogą wystąpić w trakcie realizacji badań i metody je minimalizujące .....	16
2.4.6. Zespół wykonujący prognozę.....	17
<b>3. Analiza i ocena stanu środowiska w Polsce.....</b>	<b>17</b>
3.1. Presja na środowisko .....	18
3.2. Przyroda i różnorodność biologiczna .....	19
3.2.1. Główne formy ochrony przyrody .....	19
3.2.2. Cenne siedliska i gatunki.....	21
3.2.3. Korytarze ekologiczne.....	23
3.2.4. Lasy .....	23
3.2.5. Gleby.....	25
3.2.6. Analiza i ocena istniejących problemów ochrony środowiska istotnych z punktu widzenia projektowanego Planu, w szczególności dotyczących obszarów podlegających ochronie na podstawie ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody.....	27
3.3. Zmiany klimatu .....	28
3.4. Budowa geologiczna, zasoby naturalne i odpady.....	31
3.4.1. Budowa geologiczna .....	31
3.4.2. Osuwiska .....	40
3.4.3. Zasoby.....	42
3.4.4. odpady .....	44
3.5. Środowisko, zdrowie i jakość życia .....	46
3.5.1. Stan środowiska i trendy zmienności.....	46
3.5.2. Zanieczyszczenie powietrza pyłem PM10 i PM2,5 .....	46
3.5.3. Zanieczyszczenie powietrza ozonem .....	47
3.5.4. Zanieczyszczenie powietrza benzo(a)pirenem .....	47
3.5.5. Zanieczyszczenie środowiska rtęcią .....	48
3.5.6. Hałas .....	48
3.5.7. Jakość wód powierzchniowych i podziemnych.....	48
3.5.8. Promieniowanie jonizujące.....	49
3.5.9. Pola elektromagnetyczne .....	63
3.5.10. Zestawienie problemów w dziedzinie jakości środowiska.....	64
3.6. Zasoby wodne, ochrona przeciw powodziom i suszom oraz zagadnienia gospodarki wodnej .....	65
3.6.1. Wody powierzchniowe .....	65
3.6.2. Wody podziemne.....	67
3.6.3. Zagrożenie powodziowe .....	68
3.6.4. Ryzyko wystąpienia suszy .....	69
3.6.5. Podsumowanie – czynniki niekorzystnych zmian w środowisku wodnym .....	70
3.7. Zabytki .....	71

<b>4. Informacje na temat odpadów promieniotwórczych .....</b>	<b>72</b>
4.1. Rodzaje i źródła wytwarzania odpadów promieniotwórczych .....	73
4.2. Sposoby postępowania z odpadami promieniotwórczymi .....	74
4.2.1. Składowanie odpadów promieniotwórczych.....	76
4.2.2. Krajowe składowisko odpadów promieniotwórczych – KSOP Różan .....	77
4.3. Bilans dotychczas składowanych odpadów promieniotwórczych wraz z prognozą do roku 2144.....	79
<b>5. Prognoza oddziaływania na środowisko .....</b>	<b>85</b>
5.1. Wpływ promieniowania jonizującego na organizmy żywe.....	85
5.2. Analiza skutków w przypadku odstąpienia od realizacji Planu .....	86
5.3. Analiza i ocena celów ochrony środowiska ustanowionych na szczeblu międzynarodowym, wspólnotowym i krajowym, istotnych z punktu widzenia projektowanego Planu.....	88
5.4. Analiza i ocena współzależności z prognozami oddziaływania na środowisko innych dokumentów powiązanych z Planem .....	91
5.5. Analiza i ocena przewidywanych znaczących oddziaływań na środowisko .....	93
5.5.1. Oddziaływania na różnorodność biologiczną, rośliny oraz zwierzęta .....	94
5.5.2. Oddziaływania na ludzi .....	95
5.5.3. Oddziaływania na wody .....	97
5.5.4. Oddziaływania na powietrze.....	99
5.5.5. Oddziaływania na powierzchnię ziemi, zasoby naturalne i krajobraz.....	100
5.5.6. Oddziaływania na klimat.....	102
5.5.7. Oddziaływania na zabytki i dobra materialne.....	102
5.5.8. Oddziaływania skumulowane .....	105
5.6. Informacje o oddziaływaniu radiacyjnym składowisk odpadów promieniotwórczych .....	106
5.7. Informacje o możliwym transgranicznym oddziaływaniu Planu na środowisko .....	108
5.8. Rozwiązania mające na celu zapobieganie, ograniczanie lub kompensację przyrodniczą negatywnych oddziaływań na środowisko, mogących być rezultatem realizacji Planu .....	109
5.8.1. Sposoby zabezpieczania środowiska przed promieniowaniem .....	110
5.9. Rozwiązania alternatywne do rozwiązań zawartych w Planie.....	111
<b>6. Przewidywane metody analizy skutków realizacji postanowień planu oraz częstotliwości przeprowadzania analizy .....</b>	<b>113</b>
6.1. Monitorowanie realizacji Planu .....	113
6.2. Opracowanie rekomendacji monitoringu środowiska dla potencjalnych lokalizacji składowisk odpadów jądrowych.....	115
<b>7. Wnioski i rekomendacje .....</b>	<b>116</b>
7.1. Wymagania lokalizacyjne dla składowisk odpadów promieniotwórczych .....	119
7.2. Kryteria wydzielenia rejonów poszukiwań i wyboru potencjalnych lokalizacji składowisk odpadów promieniotwórczych .....	120
<b>8. Literatura .....</b>	<b>130</b>
<b>Spis tabel.....</b>	<b>133</b>
<b>Spis rysunków .....</b>	<b>134</b>

## Wykaz pojęć i skrótów użytych w opracowaniu

- **Bq** - bekerel
- **GIOŚ** – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska
- **GUS** - Główny Urząd Statystyczny
- **JCW** – jednolita część wód
- **JCWpd** – jednolita część wód podziemnych
- **KE** – Komisja Europejska
- **KSOP Różan** – Krajowe składowisko odpadów promieniotwórczych Różan
- **MAEA** - Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej (ang. IAEA - International Atomic Energy Agency), organizacja działająca na rzecz bezpiecznego i pokojowego wykorzystania energii jądrowej
- **Mg** – megagram (1000 g = 1 tona)
- **NCBJ** – Narodowe Centrum Badań Jądrowych
- **NSPOP** – nowe składowisko powierzchniowe odpadów promieniotwórczych
- **PAA** - Państwowa Agencja Atomistyki
- **PPEJ** - Program polskiej energetyki jądrowej
- **SGOP** - składowisko głębokie odpadów promieniotwórczych
- **tHM** - tona metali ciężkich (uranowców) (ang. tons of heavy metal)
- **OOŚ** – ocena oddziaływania na środowisko
- **Plan** - Krajowy Plan Postępowania z Odpadami Promieniotwórczymi i Wypalonym Paliwem Jądrowym
- **PM10** - pył (PM- ang. particulate matter) jest zanieczyszczeniem powietrza składającym się z mieszaniny cząstek stałych, ciekłych lub obu naraz, zawieszonych w powietrzu i będących mieszaniną substancji organicznych i nieorganicznych. Pył zawieszony może zawierać substancje toksyczne takie jak wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (m.in. benzo(a)piren), metale ciężkie oraz dioksyny i furany. Cząstki te różnią się wielkością, składem i pochodzeniem. PM10 to pyły o średnicy aerodynamicznej do 10 µm, które mogą docierać do górnych dróg oddechowych i płuc
- **PM2,5** – cząstki pyłu o średnicy aerodynamicznej do 2,5 µm, które mogą docierać do górnych dróg oddechowych i płuc oraz przenikać przez ściany naczyń krwionośnych. Jak wynika z raportów Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), długotrwałe narażenie na działanie pyłu zawieszzonego PM2,5 skutkuje skróceniem średniej długości życia. Szacuje się (2000 r.), że życie przeciętnego mieszkańca Unii Europejskiej jest krótsze z tego powodu o ponad 8 miesięcy. Krótkotrwała ekspozycja na wysokie stężenia pyłu PM2,5 jest równie niebezpieczna, powodując wzrost liczby zgonów z powodu chorób układu oddechowego i krążenia oraz wzrost ryzyka nagłych przypadków wymagających hospitalizacji
- **PPEJ** – Program Polskiej Energetyki Jądrowej
- **Prognoza** – Prognoza oddziaływania na środowisko projektu Krajowego Planu Postępowania z Odpadami Promieniotwórczymi i Wypalonym Paliwem Jądrowym
- **PURL** – Polskie Podziemne Laboratorium Badawcze (ang. Polish Underground Research Laboratory)
- **ustawa ooś** – ustawa 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 (tekst jednolity Dz. U. z 2013, poz. 1235 z późn. zm.)
- **SOP** – składowisko odpadów promieniotwórczych
- **WIOŚ** – Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska

- **ZUOP** - Państwowe przedsiębiorstwo użyteczności publicznej – „Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych”

# 1. STRESZCZENIE PROGNOZY W JĘZYKU NIESPECJALISTYCZNYM

Podstawą prawną sporządzenia niniejszej Prognozy oddziaływania na środowisko jest ustawa 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<sup>1</sup>. Ustawa ta wprowadza obowiązek przeprowadzania strategicznej oceny oddziaływania na środowisko między innymi dla wszystkich polityk, strategii, planów lub programów opracowanych lub przyjmowanych przez organy administracji, wyznaczających ramy dla realizacji przedsięwzięć, mogących znacząco oddziaływać na środowisko lub których realizacja może spowodować znaczące oddziaływanie na środowisko.

Celem Prognozy oddziaływania na środowisko jest kompleksowa analiza możliwego oddziaływania na poszczególne elementy środowiska, działań wskazanych w ocenianym dokumencie. Analiza ta obejmuje również ocenę występowania oddziaływań skumulowanych, analizę możliwości zastosowania rozwiązań alternatywnych oraz ewentualnej potrzeby zastosowania działań kompensacyjnych.

Oceniany dokument „Projekt Krajowego Planu Postępowania z Odpadami Promieniotwórczymi i Wypalonym Paliwem Jądrowym”, zwany dalej Planem jest przygotowany w celu zapewnienia w Polsce efektywnego i bezpiecznego postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym. Obejmuje swym zasięgiem terytorium całego kraju. Plan wskazuje kierunki działań na lata 2015-2050 z perspektywą do roku 2144.

Zgodnie z zapisami Planu przewiduje się realizowanie następujących działań:

1. Przygotowanie do zamknięcia i ostateczne zamknięcie KSOP Różan, w tym:
  - 1.1. Ocena bezpieczeństwa dla zamknięcia istniejącego KSOP;
  - 1.2. Przygotowanie koncepcji zamknięcia KSOP w Różanie.
2. Wybór lokalizacji, budowa i rozpoczęcie eksploatacji NSPOP, w tym:
  - 2.1. Ocena bezpieczeństwa dla NSPOP;
  - 2.2. Wybór lokalizacji, budowa i rozpoczęcie eksploatacji NSPOP.
3. Postępowanie z odpadami promieniotwórczymi wysokoaktywnymi i wypalonym paliwem jądrowym, w tym:
  - 3.1. Budowa PURL [Polskiego podziemnego laboratorium badawczego, ang. Polish Underground Research Laboratory].
4. Modyfikacja zasad postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym oraz likwidacji elektrowni jądrowych, w tym:
  - 4.1. System instytucjonalno-prawny;
  - 4.2. System finansowania gospodarki odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym, uwzględniający energetykę jądrową.
5. Stworzenie programu naukowo-badawczego dotyczącego postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym.
6. Przygotowanie kadr dla krajowych instytucji i podmiotów gospodarczych zaangażowanych w postępowanie z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym oraz nadzór nad tym postępowaniem.

W ramach prowadzonego badania dokonano oceny aktualnego stanu środowiska w Polsce, które wskazuje na istnienie problemów dotyczących stanu jakości niektórych komponentów środowiska. Nie stwierdzono natomiast, w zakresie promieniowania jonizującego i elektromagnetycznego, na podstawie analizy prowadzonych pomiarów, występowania szczególnych zagrożeń. Również sposób postępowania z odpadami promieniotwórczymi jest uregulowany i prowadzony zgodnie z obowiązującymi standardami. Ze względu na konieczność zamknięcia funkcjonującego obecnie składowiska odpadów promieniotwórczych (KSOP Różan) do roku 2029 konieczne jest zintensyfikowanie działań prowadzących do wyznaczenia lokalizacji nowego składowiska powierzchniowego odpadów promieniotwórczych (NSPOP).

<sup>1</sup> Tekst jednolity: Dz. U. z 2013 r. poz. 1235



Plan przewiduje również podjęcie działań w kierunku wskazania potencjalnej lokalizacji podziemnego składowiska odpadów promieniotwórczych, tzw. głębokiego, gdzie można będzie w przyszłości składować wypalone paliwo jądrowe.

W Polsce odpady promieniotwórcze, czyli emitujące promieniowanie jonizujące pochodzą z:

- eksploataowanych dawniej kopalni rud uranu lub toru oraz z zakładów wzbogacania tych rud – są to przede wszystkim gałdy promieniotwórcze;
- eksploatacji reaktorów badawczych i likwidacji jednego z nich;
- wykorzystania izotopów promieniotwórczych w przemyśle, medycynie oraz do badań naukowych.

Ze względu na swoje właściwości, tzn. emitowane przez cały czas promieniowanie jonizujące, odpady promieniotwórcze wymagają specjalnego traktowania na każdym etapie: powstawania, transportu, przerabiania i składowania. W trakcie składowania odpady takie stopniowo obniżają swoją aktywność, czyli zmniejsza się ilość emitowanego przez nie promieniowania.

W ramach prognozy przeanalizowano, jakie byłyby skutki w przypadku odstąpienia od realizacji Planu. W takim przypadku powstałby istotny problem z powstającymi przez cały czas odpadami promieniotwórczymi. Ważnym społecznie skutkiem zaniechania realizacji Planu byłby brak możliwości stosowania preparatów izotopowych w medycynie, gdzie są wykorzystywane między innymi w leczeniu chorób nowotworowych. Doprowadziłoby to do bezpośredniego zagrożenia dla zdrowia i życia pacjentów (onkologicznych i innych) ze względu na brak możliwości leczenia oraz prowadzenia diagnostyki radiologicznej i obrazowej.

Szczególnym etapem prognozy była analiza wpływu działań wskazanych w Planie na poszczególne komponenty środowiska: różnorodność biologiczną, rośliny, zwierzęta, ludzi, wody, powietrze, klimat, powierzchnię ziemi, zasoby naturalne, dobra materialne i zabytki. Stopień ogólności ocenianego Planu oraz brak wskazanych obszarów lokalizacji inwestycji (składowisk odpadów promieniotwórczych oraz laboratorium badawczego) sprawił, że również ocena w wielu przypadkach ma charakter teoretyczny. Generalnie większość proponowanych do realizacji przedsięwzięć w ramach Planu ma pozytywny lub neutralny wpływ na środowisko. Jedynie w trakcie prowadzenia prac budowlanych (np. budowa nowego składowiska) możliwe jest wystąpienie krótkotrwałego negatywnego wpływu na różne komponenty środowiska. Negatywne oddziaływanie może wystąpić również w przypadku ewentualnych sytuacji awaryjnych, gdyby doszło do skażenia radioaktywnego. Nie sposób jednak przewidzieć miejsc występowania tego typu zdarzeń.

Realizacja ocenianego Planu nie pociągnie za sobą negatywnego transgranicznego oddziaływania na środowisko.

W Prognozie zaproponowano system monitoringu skutków realizacji projektu Planu, a także przedstawiono rozwiązania mające na celu zapobieganie ewentualnym negatywnym wpływom. Omówiono również wymagania lokalizacyjne dla składowisk odpadów promieniotwórczych. Wskazano też kryteria wydzielenia rejonów poszukiwań i wyboru potencjalnych lokalizacji składowisk odpadów promieniotwórczych. Temat ten wymaga szczegółowych i skrupulatnych analiz przy kolejnych aktualizacjach Planu.

Z pośród przedstawionych w Prognozie wniosków wyszczególnić można następujące:

- Głównym działaniem mogącym powodować oddziaływania na poszczególne komponenty środowiska jest zamknięcie KSOP Różan oraz podjęcie prac związanych z lokalizacją nowego składowiska odpadów promieniotwórczych. Brak wskazań lokalizacyjnych czyni, na tym etapie, rozważania nad oddziaływaniami wysoce teoretycznymi.
- Konieczna jest inwentaryzacja dotychczasowych doświadczeń krajowych i międzynarodowych (z ostatnich kilkudziesięciu lat) w zakresie poszukiwań lokalizacji składowisk odpadów promieniotwórczych.
- Konieczny jest przegląd wszystkich dotychczas prowadzonych badań w ramach poszukiwań lokalizacji składowisk oraz ich ponowna krytyczna analiza.
- Konieczne jest rozdzielenie działań edukacyjnych podejmowanych w celu doinformowania społeczeństwa o konieczności zlokalizowania powierzchniowego składowiska odpadów oraz innych potrzeb dotyczących głębokiego składowiska odpadów w ramach realizacji Programu Polityki

Energetyki Jądrowej. W naszej ocenie uzyskanie pozytywnego wyniku prowadzonego dialogu i akceptacji wymaga zindywidualizowania tych działań pod kątem konkretnego typu składowiska.

## 2. WPROWADZENIE

### 2.1. Podstawy formalno-prawne opracowania prognozy

Podstawą prawną opracowania Prognozy oddziaływania na środowisko Krajowego Planu postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym (zwany dalej Planem) jest ustawa 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<sup>2</sup> (zwana dalej ustawą ooś), która zawiera transpozycję do prawodawstwa polskiego dyrektywy 2001/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 czerwca 2001 r. w sprawie oceny wpływu niektórych planów i programów na środowisko<sup>3</sup>.

Zgodnie z wyżej wymienioną ustawą i dyrektywą, przeprowadzenie strategicznej oceny oddziaływania na środowisko wymagane jest dla polityk, strategii, planów lub programów w dziedzinie przemysłu, energetyki, transportu, telekomunikacji, gospodarki wodnej, gospodarki odpadami, leśnictwa, rolnictwa, rybołówstwa, turystyki i wykorzystywania terenu, opracowywanych lub przyjmowanych przez organy administracji, wyznaczających ramy dla późniejszej realizacji przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko.

Do takich dokumentów należy oceniać Plan i w związku z tym organ opracowujący projekt dokumentu zobowiązany jest do sporządzenia Prognozy oddziaływania na środowisko przedmiotowego Planu.

Ponadto do formalnej klasyfikacji przedsięwzięć z punktu widzenia ich oddziaływania na środowisko wykorzystano Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko<sup>4</sup>, wydane na podstawie delegacji art. 60 wyżej wspomnianej ustawy. W zakresie ochrony przyrody oparto się na przepisach Ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody<sup>5</sup>

### 2.2. Cel i zakres prognozy

Głównym celem opracowania Prognozy oddziaływania na środowisko Krajowego planu postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym jest ustalenie jego potencjalnego, znaczącego oddziaływania na wszystkie elementy środowiska.

Podstawowy zakres wykonywanych prognoz ustalony jest ustawą 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<sup>6</sup>. Prognoza, zgodnie z wyżej wspomnianą ustawą zawiera:

- informacje o zawartości, głównych celach projektowanego dokumentu oraz jego powiązaniach z innymi dokumentami,
- informacje o metodach zastosowanych przy sporządzaniu Prognozy,
- propozycje dotyczące przewidywanych metod analizy skutków realizacji postanowień projektowanego dokumentu oraz częstotliwości jej przeprowadzania,
- informacje o możliwym transgranicznym oddziaływaniu na środowisko,
- streszczenie sporządzone w języku niespecjalistycznym.

Ponadto Prognoza określa, analizuje i ocenia:

- istniejący stan środowiska oraz potencjalne zmiany tego stanu w przypadku braku realizacji projektowanego dokumentu,
- stan środowiska na obszarach objętych przewidywanym znaczącym oddziaływaniem,

<sup>2</sup> Dz. U. 2013 r. poz. 1235, z późn. zm.

<sup>3</sup> Dziennik Urzędowy Wspólnot Europejskich L197/30 z dn. 21.07.2001 r.

<sup>4</sup> Dz. U. 2010 r. poz. 1397 z późn. zm.

<sup>5</sup> Tekst jednolity: Dz. U. 2013 r. poz. 627, z późn. zm.

<sup>6</sup> Dz. U. 2013 r. poz. 1235, z późn. zm.

- istniejące problemy ochrony środowiska istotne z punktu widzenia realizacji projektowanego dokumentu, w szczególności dotyczące obszarów podlegających ochronie na podstawie ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody<sup>7</sup>,
- cele ochrony środowiska ustanowione na szczeblu międzynarodowym, unijnym i krajowym, istotne z punktu widzenia projektowanego dokumentu oraz sposoby, w jakich te cele i inne problemy środowiska zostały uwzględnione podczas opracowywania dokumentu,
- przewidywane znaczące oddziaływania, w tym oddziaływania bezpośrednie, pośrednie, wtórne, skumulowane, krótkoterminowe, średnioterminowe i długoterminowe, stałe i chwilowe oraz pozytywne i negatywne, na cele i przedmiot ochrony obszaru Natura 2000 oraz integralność tego obszaru, a także na środowisko, a w szczególności na:
  - różnorodność biologiczną,
  - ludzi,
  - zwierzęta,
  - rośliny,
  - wodę,
  - powietrze,
  - powierzchnię ziemi,
  - krajobraz,
  - klimat,
  - zasoby naturalne,
  - zabytki<sup>8</sup>,
  - dobra materialne,

z uwzględnieniem zależności między tymi elementami środowiska i między oddziaływaniami na te elementy.

Prognoza przedstawia również:

- rozwiązania mające na celu zapobieganie, ograniczanie lub kompensację przyrodniczą negatywnych oddziaływań na środowisko, mogących być rezultatem realizacji projektowanego dokumentu, w szczególności na cele i przedmiot ochrony obszaru Natura 2000 oraz integralność tego obszaru,
- rozwiązania alternatywne do rozwiązań zawartych w projektowanym dokumencie wraz z uzasadnieniem ich wyboru oraz opis metod dokonania oceny prowadzącej do tego wyboru albo wyjaśnienie braku rozwiązań alternatywnych, w tym wskazania napotkanych trudności wynikających z niedostatków techniki lub luk we współczesnej wiedzy.

Zgodnie z ustawą o oś dokonano uzgodnienia zakresu i stopnia szczegółowości informacji wymaganych w Prognozie oddziaływania na środowisko z Generalnym Dyrektorem Ochrony Środowiska i Głównym Inspektorem Sanitarnym. Zebrane uwagi organów właściwych do uzgodnienia zakresu i szczegółowości Prognozy zostały przedstawione w niżej załączonej tabeli.

Tabela 1. Wskazania i uwagi organów właściwych odnośnie określenia zakresu i stopnia szczegółowości Prognozy

Lp.	Treść uwag
<b>Generalny Dyrektor Ochrony Środowiska</b> (pismo z dnia 17.11.2014 r., znak DOOŚsoos.411.18.2014.DJ/JP)	
1.1	Przedstawiony projekt dokumentu ma bardzo ramowy charakter. Nie ma w nim listy potencjalnych lokalizacji oraz kryteriów ich wyboru (z wyjątkiem wskazania najkorzystniejszych struktur skalnych, w których istnieje potencjalna możliwość lokalizacji głębokiego składowiska odpadów promieniotwórczych), nie ma także jakichkolwiek innych wskazań przestrzennych. Aprzestrzenność dokumentu może rodzić problemy podczas oceny, ponieważ istnieje ryzyko, że formułowane wnioski będą zbyt ogólne, by mogły zostać wykorzystane na etapie realizacji przedsięwzięć. Zaleca się zatem rozważenie doprecyzowania informacji przestrzennych, stanowiących podstawę analiz w prognozie oddziaływania na środowisko oraz, o ile to możliwe, uszczegółowienia zapisów <i>Krajowego Planu</i> .
1.2	Prognoza oddziaływania na środowisko, sporządzana w toku strategicznej oceny oddziaływania na środowisko, powinna w pełnym zakresie odpowiadać wymaganiom, wynikającym z art. 51 ust. 2 <i>ustawy o oś</i> , przy

<sup>7</sup> Tekst jednolity: Dz. U. 2013 r. poz. 627, z późn. zm.

<sup>8</sup> Pojęcie to obejmuje również zabytki archeologiczne.

Lp.	Treść uwag
	zachowaniu warunków, o których mowa w art. 52 ust. 1 i 2 ww. ustawy. Jeżeli dany punkt art. 51 ww. ustawy o oś nie będzie miał zastosowania do projektu dokumentu, w prognozie powinno znaleźć się wyczerpujące wyjaśnienie braku zasadności przedstawiania danego elementu. Takie wyjaśnienie jest istotne, szczególnie w odniesieniu do ryzyka wystąpienia oddziaływań negatywnych, w kontekście zasady przezorności, zgodnie z którą wszelkie wątpliwości dotyczące oddziaływania należy rozstrzygać na korzyść środowiska. Przedstawienie pełnej informacji na temat spodziewanego oddziaływania (lub jego braku) pozwoli uniknąć wątpliwości co do zakresu zagadnień branych pod uwagę w toku oceny. Zalecane jest przy tym, o ile to możliwe, zachowanie układu zagadnień przedstawionego w art. 51 ust. 2 ustawy o oś.
1.3	Należy podkreślić, że prognoza powinna odnosić się do pełnej wersji projektowanego dokumentu i obejmować wszystkie planowane działania mogące znacząco oddziaływać na środowisko. Należy zatem uwzględnić i ocenić w równie wnikliwy sposób nie tylko budowę planowanych i zamknięcie istniejącego składowiska odpadów, ale także zadania z zakresu infrastruktury towarzyszącej. Prowadzone w prognozie analizy oraz proponowane zalecenia powinny być dostosowane stopniem szczegółowości do stopnia szczegółowości zapisów projektowanego dokumentu, przy założeniu maksymalnego możliwego doprecyzowania informacji o charakterze przestrzennym. Konieczne jest przyjęcie indywidualnego podejścia do omawianych celów ponieważ niektóre z nich nie zostały przypisane nawet do konkretnych rejonów geograficznych (np. budowa głębokiego składowiska wysokoaktywnych odpadów). W takich przypadkach, wobec braku możliwości uzyskania bardziej precyzyjnych informacji, opis wpływu na środowisko będzie znacznie odbiegał stopniem dokładności i ilością informacji od opisu wpływu na środowisko precyzyjnie zdefiniowanych działań, takich jak zamknięcie składowiska odpadów nisko i średnioaktywnych w gminie Różan (znana konkretna lokalizacja i uwarunkowania). Ocena powinna natomiast zostać wykonana w sposób porównywalny dla wszystkich zakładanych scenariuszy postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym. Zaleca się przedstawianie zjawisk o charakterze przestrzennym oraz interakcji tych zjawisk na mapach.
1.4	Zasadniczym celem prognozy oddziaływania na środowisko jest zidentyfikowanie istotnych skutków środowiskowych, jakie mogłyby powstać lub powstaną wskutek realizacji <i>Krajowego Planu</i> . Podczas analiz, mając na uwadze cel projektowanego dokumentu, należy odnieść się do następujących zagadnień: 1) Ilości generowanych odpadów promieniotwórczych pochodzących z różnych działalności z podziałem na kategorie wraz z prognozą ilości odpadów wygenerowanych w przyszłości dla okresu, którego dotyczy Krajowy Plan. Należy przy tym rozważyć różne warianty: eksploatacja elektrowni jądrowej bądź jej brak, wybór cyklu paliwowego i jego wpływ na ilość generowanych odpadów, przedłużenie eksploatacji reaktora badawczego Maria itp. 2) Ryzyka związane z niewypełnieniem zadań zaplanowanych w Krajowym Planie i zagrożenia wynikające z niekorzystnego przebiegu realizacji zadań. Należy szczególnie zwrócić uwagę na skutki ewentualnego odstąpienia od realizacji zadania, jakim jest budowa i eksploatacja nowego składowiska powierzchniowego odpadów nisko- i średnioaktywnych i związany z tym problem braku możliwości składowania odpadów promieniotwórczych, a co za tym idzie umieszczanie tych odpadów w składowisku w Różanie. Głównym skutkiem środowiskowym wynikającym ze scenariusza braku realizacji zadania może być znaczące zagrożenie środowiska i ludności spowodowane przyrostem ilości odpadów promieniotwórczych, brakiem możliwości ich bezpiecznego składowania, zagrożenie jakości wód podziemnych, a w konsekwencji zagrożenie dla ludności. Podobna sytuacja może zaistnieć w przypadku odstąpienia od zadania polegającego na przygotowaniu do zamknięcia oraz zamknięciu składowiska w Różanie, dlatego ten aspekt winien być uwzględniony w prognozie oddziaływania na środowisko. 3) Oddziaływania na środowisko na etapie eksploatacji oraz zamknięcia objętych projektowanym dokumentem składowisk odpadów promieniotwórczych, a także oddziaływania po zamknięciu tych składowisk. W szczególności powinno się poddać analizie izotopowe uwolnienia substancji promieniotwórczych, jakie mogą mieć miejsce w czasie eksploatacji i w okresie po zamknięciu składowiska (ich wielkość oraz skład). 4) Rozkład stężeń izotopów promieniotwórczych w gruncie, wodach powierzchniowych, wodach podziemnych i w atmosferze oraz mocy dawek promieniowania jonizującego w czasie eksploatacji oraz podczas możliwych zdarzeń radiacyjnych, a także w czasie zamykania składowisk i w okresie po zamknięciu. 5) Nie tylko skutki środowiskowe wynikające z eksploatacji istniejącego oraz przyszłych składowisk odpadów promieniotwórczych, ale również możliwe do wystąpienia skutki środowiskowe wynikające z budowy składowiska powierzchniowego oraz podziemnego laboratorium, a w późniejszym czasie głębokiego składowiska. Należy opisać na adekwatnym poziomie szczegółowości wpływ budowy, eksploatacji i zamknięcia składowisk na różnorodność biologiczną, zdrowie ludzi, zwierzęta, rośliny, wodę, powietrze, powierzchnię ziemi, krajobraz, klimat, zasoby naturalne, zabytki i dobra materialne.
1.5	Z uwagi na to, iż lokalizacja przyszłego składowiska powierzchniowego i głębokiego odpadów promieniotwórczych nie jest jeszcze znana, ocena oddziaływania na środowisko w odniesieniu do lokalizacji i rozpoznanego środowiska narażonego na potencjalne oddziaływanie może być w tych przypadkach bardziej ogólna, niż ocena dotycząca składowiska w Różanie. Należy jednak wziąć pod uwagę formacje skalne, które są najbardziej prawdopodobne do lokalizacji w nich składowiska (powierzchniowego i głębokiego). Należy także

Lp.	Treść uwag
	uwzględnić warunek zależności projektu i konstrukcji składowiska od budowy geologicznej obszaru.
1.6	W przypadku analiz wpływu realizacji postanowień dokumentu na poszczególne komponenty środowiska przyrodniczego, w tym na obszary i gatunki chronione oraz korytarze ekologiczne, prognoza powinna z podobną uwagą traktować zarówno sytuacje bezpośredniego zagrożenia dla gatunków i siedlisk przyrodniczych, jak również oddziaływania pośrednie. Ponadto prognoza powinna umożliwić wskazanie na wczesnym etapie potencjalnych kolizji z obszarami przyrodniczymi, kulturowymi oraz ewentualnych konfliktów społecznych. Prognoza powinna także w sposób uzasadniony i racjonalny przedstawić rozwiązania mające na celu zapobieganie, ograniczanie lub kompensację przyrodniczą negatywnych oddziaływań na formy ochrony przyrody.
1.7	W związku z możliwością wpływu realizacji postanowień przedmiotowego projektu na obszary Natura 2000 należy pamiętać, że zgodnie z art. 55 ust. 2 ustawy o oś projekt dokumentu nie może zostać przyjęty, jeżeli ze strategicznej oceny oddziaływania na środowisko wynika, że jego realizacja może znacząco negatywnie oddziaływać na obszary Natura 2000, a nie zostaną spełnione łącznie wszystkie przesłanki, o których mowa w art. 34 ustawy o ochronie przyrody. Zgodnie ze wspomnianym przepisem można zezwolić na realizację dokumentu mogącego znacząco negatywnie oddziaływać na obszary Natura 2000, jeśli przemawiają za tym niezbędne wymogi nadrzędnego interesu publicznego, w tym wymogi o charakterze społecznym lub gospodarczym. Powyższa przesłanka może zostać uznana tylko w przypadku braku rozwiązań alternatywnych oraz przy zapewnieniu wykonania kompensacji przyrodniczej niezbędnej do zagwarantowania spójności i właściwego funkcjonowania sieci obszarów Natura 2000. W przypadku, gdy znaczące negatywne oddziaływanie dotyczy siedlisk i gatunków priorytetowych, nadrzędny interes publiczny odnosi się wyłącznie do: ochrony zdrowia i życia ludzi, zapewnienia bezpieczeństwa powszechnego i uzyskania korzystnych następstw o pierwszorzędym znaczeniu dla środowiska przyrodniczego. W sytuacji, gdy przyjęcie dokumentu, który może znacząco negatywnie oddziaływać na siedliska i gatunki priorytetowe, wynika z innych koniecznych wymogów nadrzędnego interesu publicznego, przed przyjęciem dokumentu, wymagane jest uzyskanie opinii Komisji Europejskiej. Mając na uwadze przytoczone przepisy, w sytuacji gdy stwierdzona zostanie możliwość wystąpienia znaczącego negatywnego oddziaływania na obszary Natura 2000, należy w prognozie wykazać i uzasadnić istnienie wymienionych przesłanek.
1.8	<i>Oceniając skutki realizacji Krajowego Planu, należy również odnieść się do postanowień dyrektywy 2000/60/WE, tzw. Ramowej Dyrektywy Wodnej w kontekście ewentualnych oddziaływań na wody powierzchniowe i podziemne wskutek realizacji postanowień projektowanego dokumentu.</i>
1.9	Propozycje w zakresie metod monitoringu skutków realizacji zadań wynikających z projektowanego dokumentu powinny być opracowane tak, by pozwoliły na zbadanie rzeczywistych skutków środowiskowych realizacji postanowień Krajowego Planu, w tym na określenie, czy właściwie oceniono skalę i zasięg oddziaływania na środowisko (z uwzględnieniem obszarów Natura 2000) poszczególnych działań oraz na ocenę skuteczności zaproponowanych działań minimalizujących
1.10	Należy ponadto wnikliwie zbadać możliwość spowodowania przez realizację postanowień Krajowego Planu znaczących oddziaływań na środowisko o charakterze transgranicznym. Niezbędna jest również wnikliwa analiza rodzajów i zasięgu takich oddziaływań wraz z podaniem metodyki i sposobów ich określania. Jeżeli możliwość wystąpienia tego typu oddziaływań zostanie wykluczona prognoza powinna zawierać wyczerpujący, poparty analizami opis argumentów potwierdzających przedmiotową tezę.
<b>Główny Inspektor Sanitarny</b> (pismo z dnia 4.11.2014 r., znak GIS-HŚ-NS-073-75/EN/14)	
2.1	Zakres prognozy uwzględniać powinien również przepis art. 3 ust. 2 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, który stanowi, że ilekroć w ustawie jest mowa o oddziaływaniu na środowisko rozumie się przez to również oddziaływanie na zdrowie ludzi.

Przy ustalaniu zakresu Prognozy oddziaływania na środowisko ocenianego Planu wykorzystane zostały wytyczne do strategicznych ocen oddziaływania na środowisko<sup>9</sup> oraz wytyczne nt. integracji problemów zmian klimatu i różnorodności biologicznej w strategicznych ocenach oddziaływania na środowisko<sup>10</sup>, jak też wskazania Zamawiającego.

<sup>9</sup> Handbook on SEA for Cohesion Policy 2007 – 2013, GRDP, 2006

[http://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docoffic/working/doc/sea\\_handbook\\_final\\_foreword.pdf](http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docoffic/working/doc/sea_handbook_final_foreword.pdf)

<sup>10</sup> Guidance on Integrating Climate Change and Biodiversity into Strategic Impact Assessment, EU, 2013

<http://ec.europa.eu/environment/eia/pdf/SEA%20Guidance.pdf>

## 2.3. Przedmiot prognozy – cele i zawartość projektu Planu

### 2.3.1. ZAWARTOŚĆ PROJEKTU PLANU

Projekt Planu zawiera informacje na temat niezbędnych działań umożliwiających zagospodarowanie odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego z zachowaniem zasad bezpieczeństwa.

Dokument ten stanowi podsumowanie polityki państwa wobec takich odpadów, wyznacza cele i zadania (rozdział 2.3.2) zgodnie z aktualnymi potrzebami w tym zakresie. Jest on zarazem źródłem informacji na temat dostępnych metod postępowania z różnego rodzaju odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym. W projekcie Planu przedstawiono m.in.:

- zakres zadań do realizacji,
- zasady monitorowania realizacji projektu Planu,
- koszty realizacji poszczególnych zadań oraz źródła finansowania tych prac,
- harmonogram realizacji poszczególnych działań,
- informację w zakresie zebranych i prognozowanych ilości odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego,
- metody postępowania z w/w odpadami,
- plany zamknięcia składowiska powierzchniowego w Różanie,
- możliwe kierunki badawcze i rozwojowe,
- podmioty uczestniczące w przygotowaniu dokumentu,
- wskaźniki monitorowania realizacji celów projektu Planu,
- zasady i źródła finansowania zagospodarowania tych odpadów,
- obowiązujące wymogi prawne (krajowe i międzynarodowe), umowy międzynarodowe,
- zasady informowania i zapewnienia udziału społeczeństwa w procesach związanych z zagospodarowaniem odpadów promieniotwórczych i wypalonym paliwem jądrowym.

### 2.3.2. GŁÓWNE CELE I KIERUNKI DZIAŁAŃ PRZYJĘTE W PROJEKCIE PLANU

W ocenianym Planie, jako główny cel jego przygotowania i realizacji wskazano:

**ZAPEWNIENIE W POLSCE EFEKTYWNEGO I BEZPIECZNEGO POSTĘPOWANIA Z ODPADAMI PROMIENIOTWÓRCZYMI I WYPALONYM PALIWEM JĄDROWYM**

W analizowanym dokumencie określono także szereg zadań, których realizacja będzie wypełniała ten cel. Najważniejsze z nich to:

- zamknięcie i monitorowanie Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych (KSOP) w Różanie;
- utworzenie nowego powierzchniowego składowiska odpadów promieniotwórczych (NSPOP);
- utworzenie składowiska głębokiego odpadów promieniotwórczych (SGOP) i Polskiego Podziemnego Laboratorium Badawczego (PURL);
- uwzględnienie odpadów promieniotwórczych pochodzących z energetyki jądrowej w zasadach postępowania z odpadami promieniotwórczymi;
- modyfikacja systemu finansowania postępowania z odpadami promieniotwórczymi, opartego na zasadzie „zanieczyszczający płaci”;
- stworzenie programu naukowo-badawczego dotyczącego postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym;
- przygotowanie kadr dla krajowych instytucji i podmiotów gospodarczych zaangażowanych w postępowanie z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym oraz nadzór nad tym postępowaniem.

## 2.4. Założenia Prognozy i metodyka pracy

### 2.4.1. TRYB I WARUNKI PRZEPROWADZENIA PROGNOZY

Przeprowadzenie strategicznej oceny oddziaływania na środowisko „Krajowego planu postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym” wymaga odniesienia się do proponowanych rozwiązań formalno-prawnych, organizacyjnych, instytucjonalnych i proceduralnych gospodarki odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym oraz planowanych długookresowych rozwiązań, opartych o działania związane z wyborem lokalizacji oraz realizacją i funkcjonowaniem obiektów gospodarki tymi odpadami i wypalonym paliwem.

W tym kontekście konieczne staje się odniesienie do potencjalnych, znaczących oddziaływań środowiskowych o charakterze niekonwencjonalnym, z uwzględnieniem szerokiego spektrum wymagań wynikających z obowiązujących regulacji prawa:

- jądrowego, w tym przepisów krajowych oraz Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej,
- środowiskowego i klimatycznego związanego z Dyrektywami UE oraz krajowego ustawodawstwa, w tym także przepisów z zakresu geologii i hydrogeologii,
- przestrzennego, związanego z problematyką planowania i zagospodarowania przestrzennego, infrastrukturą i istniejącymi funkcjami obszarów,
- bezpieczeństwa jądrowego, związanego z profilaktyką zdarzeń radiacyjnych,
- ochrony radiologicznej,
- bezpieczeństwa wewnętrznego, związanego z identyfikacją ryzyk w obszarze zarządzania gospodarką wypalonym paliwem oraz odpadami promieniotwórczymi.

Zakres prognozy jest określony w art. 51 ustawy ooś oraz pismach Generalnego Dyrektora Ochrony Środowiska i Głównego Inspektora Sanitarnego, które przytoczono i omówiono w rozdziale 2.2.

### 2.4.2. ZAŁOŻENIA PROGNOZY

Zakres Prognozy określony został w ramach Specyfikacji i Szczegółowego Opisu Przedmiotu Zamówienia. Prognoza wykonana została zgodnie z obowiązującymi przepisami, głównie Ustawą ooś. Ponadto dokonano uzgodnienia zakresu i stopnia szczegółowości informacji wymaganych przepisami (na podstawie art. 53 ustawy ooś) w prognozie oddziaływania na środowisko z Generalnym Dyrektorem Ochrony Środowiska oraz Głównym Inspektorem Sanitarnym.

Dodatkowe istotne założenia do Prognozy wynikają z następujących dokumentów:

- Podręcznika do strategicznych ocen oddziaływania na środowisko dla polityki spójności na lata 2007-2013 (tłumaczenie podręcznika GRDP) Ministerstwo Środowiska 2006,
- Wytycznych Komisji Europejskiej dotyczących włączenia do strategicznej oceny oddziaływania na środowisko kwestii związanych ze zmianami klimatu i bioróżnorodnością (Guidance on Integrating Climate Change and Biodiversity into Strategic Environmental Assessment), Komisja Europejska 2013,
- Projektów realizowanych m.in. w ramach programu PPEJ:
  - „Opracowanie metodyki oceny bezpieczeństwa i wskazanie optymalnej lokalizacji płytkiego składowiska odpadów promieniotwórczych nisko- i średnioaktywnych” (wybór lokalizacji KSOP).
  - IPPA (Implementing Public Participation Approaches in Radioactive Waste Disposal) poświęcony formom uczestnictwa społeczeństwa w procesie decyzyjnym związanym z budową składowiska
- Safety Guidelines wydanych przez IAEA,
- Dotychczasowych doświadczeniach z wykonywania prognoz oddziaływania na środowisko, w tym np. z ostatniego seminarium pt. Dyrektywa EIA – wyzwania i perspektywy w świetle dotychczasowych doświadczeń oraz opublikowanej ostatnio propozycji nowelizacji dyrektywy w dniach 23-24.05.2013 r.,
- Dokumentach strategicznych: międzynarodowych, UE i Polski związanych tematycznie z badanym dokumentem i określonymi przez Wykonawcę w ofercie,
- Dostępnych wynikach prac badawczych w tym obszarze i ocenach stanu środowiska.



### 2.4.3. METODOLOGIA BADANIA I CELE BADAWCZE

#### Cele badawcze

Celem Planu jest zapewnienie w Polsce efektywnego i bezpiecznego postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym. Dla jego osiągnięcia Plan określa zadania dla instytucji zaangażowanych w postępowanie z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym, ze szczególnym uwzględnieniem zasady transparentności oraz zapewnienia udziału społeczeństwa w podejmowaniu kluczowych decyzji.

W przyjętej metodzie badania szukano odpowiedzi na główne postawione problemy badawcze:

- Jaka może być docelowa gospodarka odpadami promieniotwórczymi (w tym: co w przypadku zwrotu wypalonego paliwa jądrowego do kraju producenta lub przyjęcia innego rozwiązania jednolitego w skali Unii)?
- Jak określić podstawowe kryteria oraz warunki praktycznej identyfikacji zestawu lokalizacji obiektów jądrowych (składowiska powierzchniowego oraz składowiska głębokiego dla wysokoaktywnych odpadów promieniotwórczych)?
- Jakie aspekty uwarunkowania środowiskowe obecne, historyczne i przyszłościowe, jak i społeczne są istotne dla opracowania wymagań lokalizacyjnych dla obu typów składowisk odpadów promieniotwórczych?
- Jakie należy przyjąć wytyczne i rekomendacje do monitoringu środowiska dla potencjalnych lokalizacji składowisk odpadów jądrowych?
- Jakie aspekty środowiskowe i społecznie są istotne dla procedury zamykania i długotrwałego monitoringu składowiska odpadów promieniotwórczych?
- Jaki powinien być zestaw kryteriów wydzielenia rejonów poszukiwań potencjalnych lokalizacji składowisk odpadów jądrowych?

#### Metody zastosowane przy sporządzaniu Prognozy

Kluczowe zadania i kierunki ujęte w Planie mają zróżnicowany charakter, i różny stopień oddziaływania możliwych skutków na środowisko. Do zadań organizacyjnych zaliczyć można:

- stworzenie programu naukowo-badawczego dotyczącego postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym;
- przygotowanie kadr dla krajowych instytucji i podmiotów gospodarczych zaangażowanych w postępowanie z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym oraz nadzór nad tym postępowaniem

Do zadań formalno-prawnych i realizacyjnych zaliczyć można:

- przygotowanie do budowy składowiska głębokiego odpadów promieniotwórczych (SGOP) - w tym realizacja programu Polskiego Podziemnego Laboratorium Badawczego (PURL), uruchomienie SGOP przed rozpoczęciem likwidacji pierwszej polskiej elektrowni jądrowej;
- wybór lokalizacji, budowa i rozpoczęcie eksploatacji nowego powierzchniowego składowiska odpadów promieniotwórczych (NSPOP);
- przygotowanie do zamknięcia, ostateczne zamknięcie i długotrwały monitoring Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych (KSOP) w Róźnie;
- modyfikację zasad postępowania z odpadami promieniotwórczymi pod kątem uwzględnienia odpadów promieniotwórczych pochodzących z energetyki jądrowej;
- modyfikację systemu finansowania postępowania z odpadami promieniotwórczymi, opartego na zasadzie „zanieczyszczający płaci”.

W metodyce badania skoncentrowano się na analizie zadań formalno-prawnych i możliwości wystąpienia skutków środowiskowych wynikających z planowanej realizacji tych zadań. Etap planowania zadań, koncepcji ich realizacji jest pierwszym etapem, na którym można i należy odnieść się w zakresie oceny wpływu na środowisko poprzez wskazania uwarunkowań i barier istniejących, jak i podanie wskazówek, kryteriów i rekomendacji do dalszych prac realizacyjnych. W zastosowanej metodyce dokonano analizy i oceny tych planów w odniesieniu do uwarunkowań istniejących w środowisku na ile pozwoliły na to

posiadane informacje zarówno na temat wpływu badanych obiektów, jak i istniejących danych o stanie środowiska. Problem postępowania z odpadami promieniotwórczymi ma biegunowo odmienne aspekty. Z jednej strony są stale generowane odpady promieniotwórcze z różnego rodzaju zastosowań materiałów promieniotwórczych w kraju, a z drugiej strony dotyczy wypalonego paliwa z planowanych w ramach PPEJ elektrowni jądrowych o nieokreślonej lokalizacji, technologii oraz trasach przewozu paliwa. W badaniu określono zakresy oddziaływań, jakie mogą wystąpić w przypadku realizacji poszczególnych zadań.

W badaniu brano również pod uwagę rekomendacje i zalecenia z wykonanych prac i analiz w ramach opracowań dotyczących potencjalnych lokalizacji elektrowni jądrowych oraz ich potencjalnych oddziaływań na środowisko.

Przyjęte w badanym dokumencie założenia i metody analiz obejmowały głównie analizy przyrodniczo inżynierskie, w tym uwarunkowania środowiskowe, klimatyczne, istniejące formy geologiczne, istniejącą i planowaną infrastrukturę, obecne przekształcenia i uwarunkowania historyczne, jak również w mniejszym stopniu warunki społeczno-ekonomiczne (w tym uwarunkowania prawne IAEA). Wynik analiz miały na celu umożliwić ustalenie i zebranie kryteriów do oceny oddziaływań a w szczególności zbudowanie skali dla oceny perspektywiczności różnych obszarów do realizacji zadań ujętych w Planie.

#### **2.4.4. SPOSÓB ORGANIZACJI I PRZEPROWADZENIA BADANIA**

Krajowy plan postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym określa działania w zakresie odpowiedzialnego i bezpiecznego postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem, zgodnie z art. 57c ustawy - Prawo atomowe. Oceniany Plan jest narzędziem do wdrażania zgodnych z przepisami krajowymi i wymogami międzynarodowymi zasad postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym. Podsumowuje on także politykę państwa w tym zakresie, identyfikuje nowe potrzeby i określa cele dalszych prac. Przedstawia ogólny zarys istniejących oraz nowe metody postępowania z odpadami promieniotwórczymi, z uwzględnieniem ich podziału na kategorie, jak również zapewnienia spójności w postępowaniu z tymi substancjami.

Równie istotną kwestią w postępowaniu z odpadami promieniotwórczymi jest udział społeczeństwa. Dlatego też przejrzystość, dialog i konsultacje z przedstawicielami społeczeństwa obywatelskiego znajdują się w centrum przewidzianych w Planie działań.

Plan jest wynikiem współpracy instytucji zaangażowanych w postępowanie z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym, z uwzględnieniem doświadczeń innych krajów. Pokazuje on także, że Polska ma doświadczenie i wiedzę niezbędną do zapewnienia efektywnego i bezpiecznego postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym, dokument został sporządzony zgodnie z przepisami ustawy - Prawo atomowe oraz z wytycznymi do Dyrektywy Rady 2011/70/Euratom z dnia 19 lipca 2011 r. ustanawiającej ramy wspólnotowe w zakresie odpowiedzialnego i bezpiecznego gospodarowania wypalonym paliwem jądrowym i odpadami promieniotwórczymi.

Oceniany Plan stanowi wykonanie obowiązku nałożonego na ministra właściwego do spraw gospodarki w art. 57c ustawy - Prawo atomowe oraz zobowiązań Polski wynikających ze Wspólnej konwencji bezpieczeństwa w postępowaniu z wypalonym paliwem jądrowym i bezpieczeństwa w postępowaniu z odpadami promieniotwórczymi (Wspólna konwencja) przyjętej w Wiedniu 5 września 1997 r.<sup>11</sup>.

Zgodnie z ustawą - Prawo atomowe, aktualizacja Planu będzie odbywać się co 4 lata, co pozwoli na weryfikację danych o środkach finansowych, potrzebnych do jego realizacji, jak też na wprowadzenie innych i niezbędnych zmian, w tym bezpośrednio dotyczących postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym.

Okres obowiązywania Planu określa się na lata 2015-2050, z perspektywą do 2144 roku, to jest do przewidywanego zamknięcia głębokiego składowiska odpadów promieniotwórczych.

Podstawowe etapy prac w ramach prowadzonego badania w Prognozie obejmują:

- 1) Analizę planowanych zadań w ramach Planu.

<sup>11</sup> Dz. U. z 2002 r. Nr 202, poz. 1704

- 2) Przegląd obowiązujących dokumentów polityki rozwoju powiązanych z Krajowym planem postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym (KPPOPiWPI) w zakresie zrównoważonego rozwoju, polityki informacyjnej (społecznej) i stosowanych standardów oceny strategicznej w zakresie wpływu na środowisko oraz udziału społeczeństwa w postępowaniu.
- 3) Analizę spójności i zgodności w szczególności analizę działań krajowych związanych z PPEJ, jak i wspólnotowe programy w zakresie bezpiecznego gospodarowania wypalonym paliwem jądrowym i odpadami promieniotwórczymi.
- 4) Analizę danych wejściowych, jako diagnozę stanu - podstawowe badania, jako zestaw również danych przestrzennych przygotowany na etapie diagnozy stanu, obejmujący m.in.:
  - a) analizę i oceną stanu oddziaływania emisji związanych z funkcjonowaniem obiektów energetyki jądrowej, jako oddziaływania radiologiczne,
  - b) analizę oddziaływań na obszary Natura 2000 (stan obszarów obecnie zidentyfikowany),
  - c) analizy uwarunkowań lokalizacyjnych przestrzennych dotyczące zagrożeń środowiska, zmian klimatu, obszarów występowania zasobów (w tym niekonwencjonalnych zasobów), specyfikę struktury geologicznej, uwarunkowania wodne, zagospodarowania przestrzennego, rozwoju infrastruktury, do analiz tych wykorzystano narzędzia GIS,
  - d) analizę powiązania Planu z innymi dokumentami tematycznymi,
  - e) analizę bezpieczeństwa i możliwości wystąpienia konfliktów społecznych.
- 5) Badania szczegółowe ustalenie potencjalnych znaczących oddziaływań na środowisko zadań związanych z realizacją Planu w tym analizę postawionych pytań badawczych oraz zapisy ujęte w postanowieniach Generalnego Dyrektora Ochrony Środowiska i Głównego Inspektora Sanitarnego.
- 6) Analizy rozwiązań alternatywnych, oceny skutków, wnioski i rekomendacje wynikające z przeprowadzonych badań i analiz.

Należy zdecydowanie podkreślić, że przyjęta metodyka, w której główna uwaga skupiona jest na negatywnych aspektach dla środowiska, może być bardzo myląca dla odbiorcy czytelnika i organów opiniujących. Z tego względu w opracowaniu starano się także oszacować i pokazać pozytywne dla środowiska aspekty realizacji Planu.

#### **2.4.5. ANALIZA RYZYK, KTÓRE MOGĄ WYSTĄPIĆ W TRAKCIE REALIZACJI BADAŃ I METODY JE MINIMALIZUJĄCE**

W trakcie opracowywania niniejszej Prognozy napotymano na trudności w pozyskiwaniu niektórych informacji przedstawiających w sposób kompleksowy aktualny stan informacji o środowisku w Polsce, który można by uwzględnić w diagnozie stanu aktualnego. Bazowano na dostępnych publicznie informacjach i wykorzystaniu wiedzy eksperckiej zespołu realizacyjnego, z wcześniejszych jego doświadczeń i publikacji. Wykorzystywano również analizy i oceny przeprowadzone w innych powiązanych ekspertyzach i badaniach. Przykładowe problemy pojawiające się w trakcie podejmowania próby syntetycznej oceny stanu środowiska w Polsce:

- brak kompleksowych waloryzacji przyrodniczych w skali krajowej czy regionalnej,
- brak inwentaryzacji gatunków i siedlisk na obszarach chronionych, a także brak planów zadań ochronnych (PZO) dla większości obszarów Natura 2000,
- brak jednolitych i spójnych metod i narzędzi do gromadzenia danych środowiskowych oraz bardzo zróżnicowany stopień ich szczegółowości, co uniemożliwia proste syntezywanie i wymaga dodatkowych pogłębionych czasochłonnych analiz.

Niektóre projekty o zasięgu ogólnokrajowym, jak np. przygotowanie systemu osłony przeciwosuwiskowej (SOPO), czy sporządzenie dokładnych map zagrożenia powodziowego, nie zostały jeszcze zakończone.

W związku z powyższym analizując stan środowiska w części diagnostycznej Prognozy posłużyto się różnymi źródłami danych w celu przedstawienia rzetelnych i najbardziej aktualnych informacji.

Pewnym utrudnieniem są także zmieniające się przepisy prawne np. dotyczące monitoringu wód, co powoduje problemy w interpretacji i porównywaniu wyników badań z różnych okresów.

Inny obszar problemowy wynika ze specyfiki Planu i braku wskazań lokalizacyjnych dla składowisk odpadów zarówno dla NSPOP, jak i dla SGOP. Trudno też dokonywać szczegółowych analiz np. wpływu przedsięwzięcia na obszary Natura 2000, jeżeli nieznana jest dokładna lokalizacja przedsięwzięcia, i oceniać jego wpływ na wszystkie obszary Natura 2000 na obszarze np. kraju czy województwa.

Kolejnym problemem, związanym z prowadzoną oceną dokumentu jest przekaz jego treści i odbiór społeczny. Rozumienie różnic między celem budowy GSOP i zadaniami powiązanim z PPEJ a budową NSPOP i zadaniami wskazanymi w ocenianym dokumencie w związku z zamknięciem Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych (KSOP) w Różanie. Z uwagi na to zróżnicowanie w Prognozie rozważono wariant alternatywy ograniczający się wyłącznie do budowy NSPOP.

Ewentualny problem konieczności budowy (GSOP) dla odpadów wysokoaktywnych i wypalonego paliwa pojawi się za około 30-40 lat od uruchomienia pierwszej elektrowni jądrowej, co oznacza najwcześniej około 2050 roku. Perspektywa czasowa realizacyjna dla NSPOP jest znacznie krótsza, a Plan ma ustalać szerokie ramy dla późniejszej realizacji przedsięwzięć w odniesieniu do usytuowania, rodzaju i skali tych przedsięwzięć, co jest wymagane przepisami.

#### **2.4.6. ZESPÓŁ WYKONUJĄCY PROGNOZĘ**

Prognoza została opracowana przez zespół projektowy złożony z następujących osób:

- mgr inż. Magdalena Załupka – kierownik projektu
- mgr inż. Agnieszka Bartocha
- dr inż. Jacek Jaśkiewicz
- mgr inż. Elżbieta Płuska
- dr inż. Iwona Rackiewicz
- mgr inż. Marek Rosicki
- Thomas Schönfelder
- mgr Iwona Szatkowska

przy współpracy osób z Biura Projektowo-Doradczego EKO-KONSULT:

- mgr Monika Bednarska
- dr Andrzej Tyszecki.

Podział prac polegał na osobnym wykonaniu poszczególnych części opracowania według ustalonej metodologii lub na wzajemnym uzupełnianiu części wspólnych. Całość była wzajemnie zweryfikowana przez poszczególnych ekspertów.

### **3. ANALIZA I OCENA STANU ŚRODOWISKA W POLSCE**

Celem analizy jest zidentyfikowanie najważniejszych problemów środowiska w Polsce, w tym najbardziej wrażliwych jego elementów i czynników powodujących niekorzystne zmiany w środowisku. Analiza stanu środowiska może stanowić podstawę oceny możliwości wpływania ocenianego dokumentu na rozwiązanie występujących problemów i zagrożeń, jak również oceny potencjalnych negatywnych oddziaływań projektowanych inwestycji na środowisko. Wyniki analizy przedstawiono poniżej w odniesieniu do poszczególnych dziedzin ochrony środowiska w układzie stosowanym przez Europejską Agencję Środowiska (EEA).

### 3.1. Presja na środowisko

Polską gospodarkę charakteryzuje obecnie systematycznie malejący poziom presji na środowisko ze strony źródeł przemysłowych, przy umiarkowanie rosnącej presji, związanej z konsumpcją indywidualną oraz z rozwojem usług publicznych i procesami urbanizacyjnymi.

Struktura sektorów odpowiedzialnych za presję na środowisko przedstawia się następująco:

- sektor energetyki (zawodowej, przemysłowej i ciepłownictwa) – konsumuje obecnie największą ilość zasobów paliw kopalnych i wprowadza do środowiska znaczące ładunki zanieczyszczeń charakterystycznych dla procesu spalania paliw (CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, pył) oraz ma najwyższy udział w poborach wód powierzchniowych;
- sektor gospodarki komunalnej i gospodarstw domowych – wytwarza ponad 55% wszystkich ścieków krajowych wymagających oczyszczenia i ok. 10 mln ton odpadów oraz emituje znaczące ilości zanieczyszczeń powietrza;
- transport samochodowy – wpływa na wzrost zanieczyszczenia powietrza produktami spalania paliw, na powstawanie zjawisk smogowych oraz na lokalne pogorszenie klimatu akustycznego;
- rolnictwo – powoduje takie zjawiska jak zakwaszanie i chemizacja gleb, erozja powierzchniowa, eutrofizacja rzek oraz pogorszenie wskaźników różnorodności biologicznej;
- urbanizacja – powoduje zmianę dotychczasowego charakteru wykorzystania przestrzeni, fragmentację ekosystemów i spadek różnorodności biologicznej;
- sektor przemysłu i usług – jest źródłem istotnych zanieczyszczeń powietrza i wody oraz konsumentem znaczącej ilości zasobów nieodnawialnych.

Przepisy w zakresie ochrony środowiska i ekoinnowacyjności wprowadzane systematycznie w ostatnich latach przyczyniły się do zwiększenia wydajności zasobowej wyrażonej względnym „rozłączeniem” wskaźników wykorzystywania zasobów naturalnych, emisji i wytwarzania odpadów od wskaźników wzrostu gospodarczego w pewnych dziedzinach. Całkowite „rozłączenie” i przejście do gospodarki cyrkulacyjnej, pozostaje jednak w dalszym ciągu wyzwaniem nie tylko w sektorze gospodarstw domowych. Nakreśla to obszar do podjęcia działań ukierunkowanych na usprawnienie produkcji i dystrybucji energii, procesów produkcyjnych oraz na zmianę wzorców konsumpcji w celu zmniejszenia presji na środowisko.

Transformacja w kierunku gospodarki cyrkulacyjnej jest jednym z najważniejszych kierunków dokumentów strategicznych UE dotyczących uwarunkowań zrównoważonego rozwoju Wspólnoty. Dokumenty te zostały przeanalizowane w ramach Prognozy, z czego wnioski zamieszczono w podrozdziale 5.3.

Wśród nich szczególną uwagę trzeba zwrócić na podstawową strategię *UE Europa 2020*, projekt wiodący Strategii Europa 2020 – *Europa efektywnie wykorzystująca swoje zasoby*, Plan działań nt zasobooszczędnej Europy *Ku gospodarce o obiegu zamkniętym*<sup>12</sup>: „zero odpadów” dla Europy. Według definicji Europejskiej Agencji Środowiska pojęcie gospodarki cyrkulacyjnej odnosi się do jej fizycznych i materialnych aspektów (surowców, materiałów, paliw, wody, biomasy itp.) – koncentruje się na recyklingu, ograniczeniu zużycia, ponownym użyciu oraz generalnie wykorzystaniu odpadów jako zasobów<sup>13</sup>. W związku z czym obejmuje wiele zagadnień, a szczególnie:

- zrównoważonej konsumpcji i produkcji,
- przekształcania odpadów w zasoby,
- wspierania badań i innowacji w ww. zakresie
- likwidacji szkodliwych dotacji i określenie właściwej ceny z uwzględnieniem wyczerpywania się zasobów,
- zachowania funkcji ekosystemów
- ochrony różnorodności biologicznej,
- wyczerpywania zasobów minerałów i metali,
- ochrony zasobów wody, gleb,
- ochrony powietrza,
- usprawnień w sektorze budownictwa i innych.

<sup>12</sup> Czasami pojęcie circular economy - gospodarka cyrkulacyjna jest tłumaczone jako gospodarka o obiegu zamknięty.

<sup>13</sup> EEA Report no 2/2014

Zagadnienia te są wzajemnie powiązane i w takim aspekcie należy rozpatrywać możliwe oddziaływania na środowisko rozważanej Prognozy. Krajowy Plan umożliwi rozwój energetyki jądrowej, poprzez metodyczne rozwiązanie problemów składowania odpadów radioaktywnych przez co zmniejszy się wykorzystanie zasobów węgla i ropy, w następstwie czego nastąpi zmniejszenie presji na środowisko wynikające ze zmniejszenia emisji zanieczyszczeń do powietrza wynikające ze spalania tych surowców. Jednakże związane z tym będzie zwiększenie wykorzystania zasobów paliw jądrowych. Można przypuszczać, że przy rozwoju technologii, w przyszłości, przy właściwym składowaniu odpadów radioaktywnych, można będzie myśleć o ich ponownym, częściowym wykorzystaniu, zgodnie z wyzwaniem gospodarki cyrkulacyjnej.

## 3.2. Przyroda i różnorodność biologiczna

Polska w znacznym stopniu zachowała cenne walory przyrodniczo-krajobrazowe. Większość z nich objęto różnymi formami ochrony przyrody o łącznej powierzchni 10 149,5 tys. ha (w 2012 roku), co stanowi ponad 32,5% powierzchni ogólnej kraju<sup>14</sup>. Dla porównania obszary chronione na terenie Unii Europejskiej stanowią 21% jej powierzchni.

Analizując stan zachowania różnorodności biologicznej w Polsce szczególną uwagę zwrócono na sieć obszarów Natura 2000 – spójny system obszarów chronionych na terenie UE oraz na korytarze ekologiczne, których drożność umożliwia funkcjonowanie tych obszarów. Obszary Natura 2000 pokrywają się w większości przypadków z formami ochrony przyrody przyjętymi na szczeblu międzynarodowym tj.: rezerwatami biosfery UNESCO<sup>15</sup>, obszarami wodno-błotnymi Raamsar<sup>16</sup> oraz Bałtyckimi Obszarami Chronionymi HELCOM (obszary BSPA)<sup>17</sup> oraz formami ochrony przyrody powoływanyymi na szczeblu krajowym (np. parkami narodowymi i krajobrazowymi).

### 3.2.1. GŁÓWNE FORMY OCHRONY PRZYRODY

W polskim prawodawstwie przewidzianych jest 9 obszarowych form ochrony przyrody. W tabeli poniżej przedstawiono liczbę obiektów objętych poszczególnymi formami ochrony oraz ich powierzchnię.

Tabela 2. Formy ochrony przyrody w Polsce<sup>18</sup>

Lp.	Forma ochrony przyrody	Liczba obiektów	Powierzchnia [tys. ha]	Odsetek powierzchni kraju
1.	Parki narodowe	23	314,6	1,0%
2.	Rezerваты przyrody	1480	165,7	0,5%
3.	Parki krajobrazowe	122	2 610,8	8,4%
4.	Obszary chronionego krajobrazu	385	7 092,8	22,7%
5.	Obszary Natura 2000 <sup>19</sup>	145 obszarów specjalnej ochrony ptaków (OSOP)	4 910,1	15,7%
		849 specjalnych obszarów ochrony siedlisk (SOOS)	3 456,3	11,1%
6.	Pomniki przyrody	36 353	-	-
7.	Stanowiska dokumentacyjne	162	0,9	-
8.	Użytki ekologiczne	7090	50,6	0,2%
9.	Zespoły przyrodniczo-krajobrazowe	331	95,8	0,3%

<sup>14</sup> GUS, Ochrona środowiska 2013 (łącznie z częścią obszarów sieci Natura 2000, która mieści się w granicach obszarów prawnie chronionych)

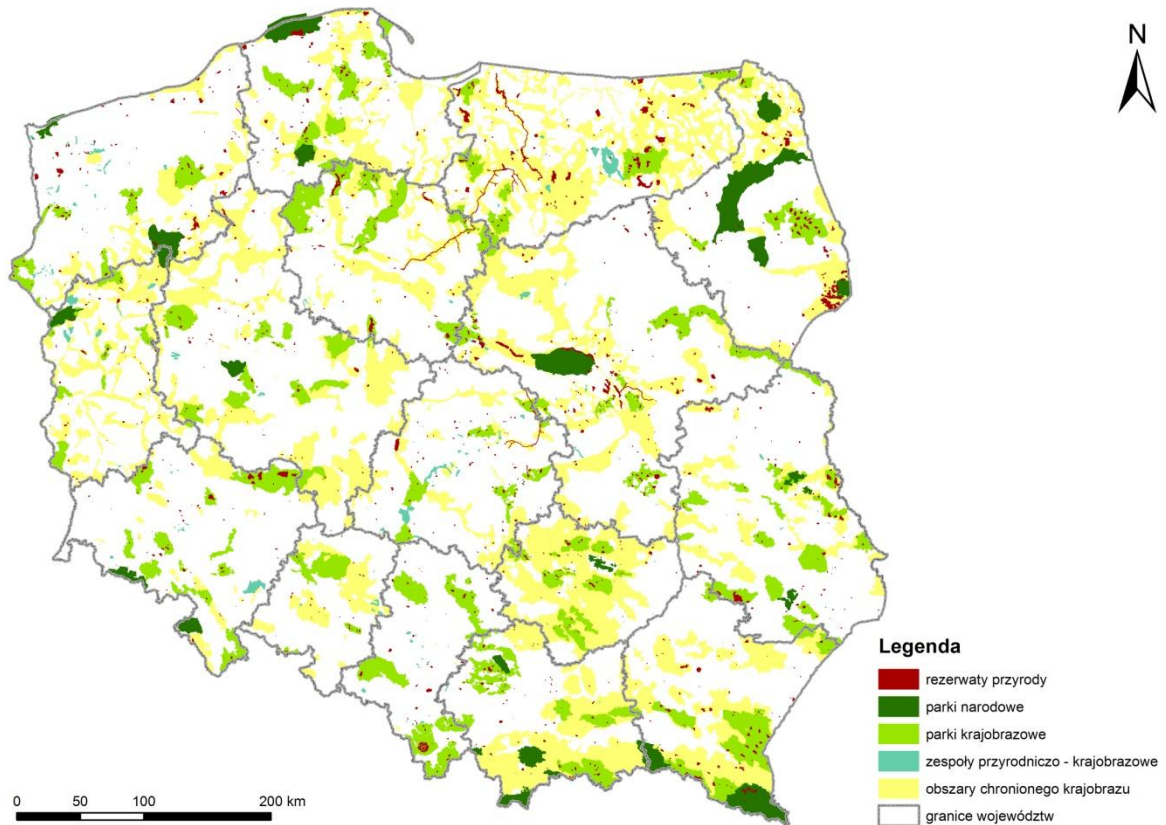
<sup>15</sup> Międzynarodowy Program Man and Biosphere - MAB ("Człowiek i Biosfera"), wprowadzony UNESCO w 1971.

<sup>16</sup> Konwencja Ramsarska, czyli Konwencja o obszarach wodno-błotnych mających znaczenie międzynarodowe, zwłaszcza jako środowisko życiowe ptactwa wodnego.

<sup>17</sup> BSPA – Baltic Sea Protected Areas – Bałtyckie Obszary Chronione utworzone w ramach Konwencji Helsińskiej.

<sup>18</sup> Źródło: opracowanie własne na podstawie Ochrona środowiska 2014, GUS

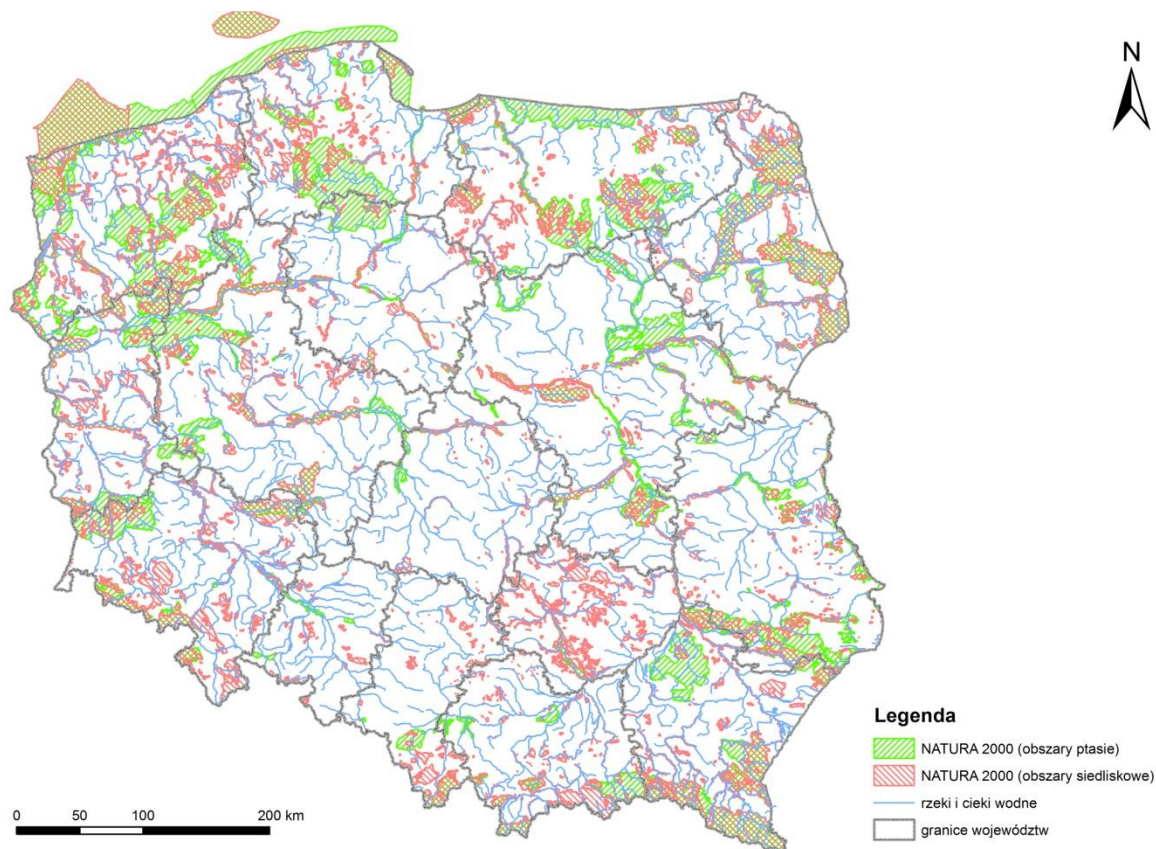
<sup>19</sup> Liczba obszarów Natura 2000 wg: GDOŚ <http://natura2000.gdos.gov.pl/strona/natura-2000-w-polsce>



Rysunek 1. Obszary ochrony przyrody w Polsce<sup>20</sup>

Znaczącą powierzchnię kraju obejmują obszary Natura 2000 – 15,7% obszary specjalnej ochrony ptaków (PLB) oraz 11,1% specjalne obszary ochrony siedlisk (PLH), tzw. obszary mające znaczenie dla Wspólnoty. Część powierzchni tych obszarów nakłada się na siebie i wchodzi w skład parków narodowych lub innych form ochrony przyrody. Rysunek poniżej przedstawia rozmieszczenie obu typów obszarów Natura 2000 w Polsce.

<sup>20</sup> Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z <http://geoserwis.gdos.gov.pl>



Rysunek 2. Obszary Natura 2000 w Polsce<sup>21</sup>

Największa powierzchnia zajmowana przez obszary Natura 2000 znajduje się na północy kraju, na terenach górskich, w dolinach rzecznych oraz na obszarach morskich. Proces wyznaczania obszarów Natura 2000 w Polsce dobiega już końca. Aktualnie najważniejszym zadaniem jest zorganizowanie odpowiedniego systemu zarządzania na tych obszarach, czemu służyć mają opracowywane plany zadań ochronnych.

### 3.2.2. CENNE SIEDLISKA I GATUNKI

Zgodnie z danymi GIOŚ<sup>22</sup> w Polsce zidentyfikowanych zostało 485 zespołów roślinnych, a 12% z nich to endemity. W przypadku zwierząt – zarejestrowanych jest 35,4 tys. gatunków dziko żyjących, przy czym szacuje się, że jest ich faktycznie około 47 tys., z czego 98% zwierząt to bezkręgowce, a jedynie 2% stanowią kręgowce. Zagrożonych lub narażonych na wyginięcie jest 1 159 gatunków zwierząt, z czego 1 080 gatunków to bezkręgowce (w tym 784 gatunki owadów) i 79 gatunków kręgowców (13 gatunków ssaków, 34 gatunki ptaków, 3 gatunki gadów i 29 gatunków ryb). W przypadku roślin zagrożonych jest 335 gatunków roślin naczyniowych, 62 gatunki mchów, 545 gatunków porostów, 637 gatunków grzybów wielkoowocnikowych i 232 gatunki glonów.

Część siedlisk i gatunków na terenie Polski stanowi przedmioty ochrony na tzw. „siedliskowych” obszarach Natura 2000, ze względu na objęcie ich ochroną na mocy Dyrektywy Siedliskowej<sup>23</sup>. Jest to 81 typów siedlisk przyrodniczych, 48 gatunków roślin i 141 gatunków zwierząt (bez ptaków), które są zagrożone w skali Europy.

Wkład Polski w ochronę zasobów przyrodniczych UE jest kluczowy w odniesieniu do niżej wymienionych gatunków i typów siedlisk przyrodniczych, które charakteryzują się znaczącym udziałem areалу siedliska lub populacji w Unii Europejskiej, i jednocześnie wymagają działań ochronnych:

<sup>21</sup> Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z <http://geoserwis.gdos.gov.pl>

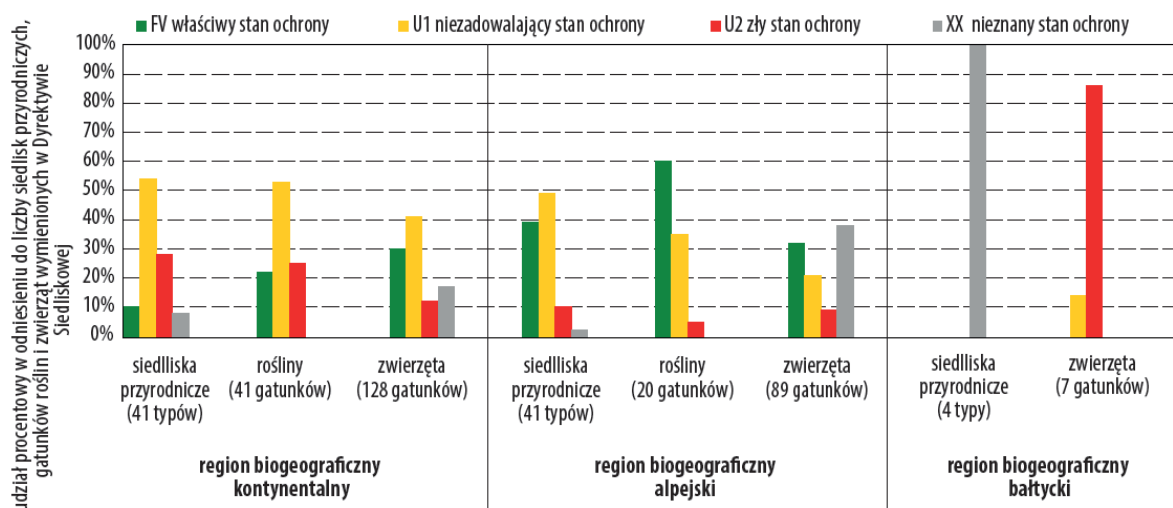
<sup>22</sup> Stan środowiska w Polsce. Raport 2014, GIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2014

<sup>23</sup> Dyrektywa Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory



- 12 typów siedlisk przyrodniczych: m.in.: wyżynny jodłowy bór mieszany, sosnowy bór chrobotkowy, ciepłolubne dąbrowy, bory i lasy bagienne, brzoźowo-sosnowe bagienne lasy borealne; łągi wierzbowe, topolowe, olszowe i jesionowe, kwaśne dąbrowy, grąd środkowoeuropejski i subkontynentalny, ciepłolubne, śródlądowe murawy napiaskowe, niżowe i górskie świeże łąki, użytkowane ekstensywnie, górskie łąki konietlicowe użytkowane ekstensywnie, starorzecza i naturalne eutroficzne zbiorniki wodne ze zbiorowiskami, lasy mieszane i bory na wydmach nadmorskich;
- 5 gatunków roślin: dziewięciol popłocholistny, rzepik szczeciniasty, przytulia krakowska, Inica wonna, dzwonek karkonoski;
- 7 gatunków zwierząt: konarek tajgowy, susel perełkowany, strzebla błotna, ponurek, pogrzybica, rozmiarz kolneński, modraszek eroides.

Dyrektywa Siedliskowa obliguje Polskę do utrzymywania odpowiedniego stanu zachowania gatunków i siedlisk. Uzyskane do tej pory wyniki monitoringu<sup>27</sup> pokazują, że na terenie regionu kontynentalnego (97% powierzchni Polski) większość siedlisk i gatunków jest w niezadawalającym stanie ochrony. Lepiej zachowane są gatunki i siedliska w regionie alpejskim (Karpaty), który obejmuje jedynie 3% powierzchni kraju. Stan gatunków jest wyżej oceniany niż stan siedlisk przyrodniczych (Rysunek 3).



Rysunek 3. Ocena stanu ochrony gatunków i siedlisk przyrodniczych występujących w Polsce<sup>24</sup>

Legenda do rysunku:

FV – stan właściwy,

U1 – stan niezadawalający,

U2 – stan zły,

XX – stan nieokreślony.

Jak wynika z powyższego wykresu, najlepiej zachowane są w Polsce siedliska w regionie alpejskim, gdzie we właściwym stanie ochrony jest 39% spośród 41 typów siedlisk. W przypadku regionu kontynentalnego, w który wpisuje się znaczna większość obszarów Natura 2000, jedynie 10% siedlisk przyrodniczych znajduje się we właściwym stanie ochrony. W obszarze morskim Morza Bałtyckiego przeważa zła ocena stanu ochrony zwierząt (dotyczy to kręgowców).

W przypadku gatunków roślin również roślinność wysokogórska cechuje się najlepszą kondycją (około 60% gatunków w dobrym stanie). Inaczej wygląda sytuacja roślin w regionie kontynentalnym, gdzie niewiele ponad 20% gatunków posiada właściwy stan ochrony.

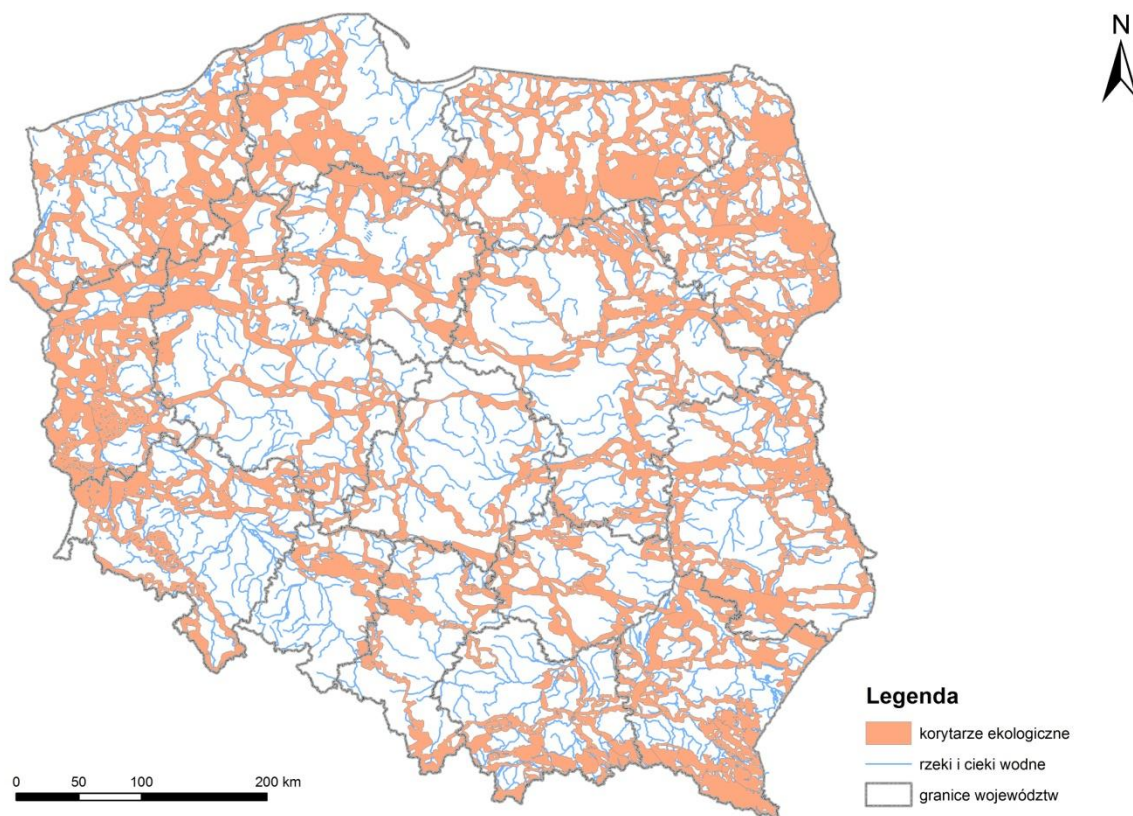
W przypadku zwierząt około jedna trzecia gatunków, które występują na terenie Polski, wykazuje właściwy stan ochrony. Problemem jest niepełna wiedza o wielu gatunkach zwierząt, zwłaszcza w regionie

<sup>24</sup> Źródło: Stan środowiska w Polsce. Raport 2014, GIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2014/ GIOŚ/PMŚ, Raport dla KE 2013

alpejskim, gdzie dla aż 38% monitorowanych gatunków wskazano ocenę „stan nieznany”. W regionie kontynentalnym status „stan nieznany” dotyczy tylko 17% gatunków.

### 3.2.3. KORYTARZE EKOLOGICZNE

Jednym z warunków skutecznej ochrony zasobów przyrodniczych jest zapewnienie powiązań oraz ciągłości ekosystemów. Łączność pomiędzy obszarami o wysokiej różnorodności biologicznej jest niezbędna dla wymiany genowej w obrębie metapopulacji roślin i zwierząt, wpływa też na zwiększenie stabilności ekosystemów. Istnienie ciągłych obszarów naturalnego krajobrazu w formie korytarzy ekologicznych jest szczególnie ważne dla wędrownych gatunków zwierząt. Rysunek 4 przedstawia korytarze ekologiczne łączące Europejską Sieć Natura 2000 w Polsce. Sieć korytarzy w miarę równomiernie pokrywa teren kraju, choć największe zagęszczenie występuje na północy. Korytarze główne łączą się z pozostałymi korytarzami wyznaczanymi na poziomie kraju i województw w celu zapewnienia wariantowości dróg migracji. Łącznie około 83% powierzchni korytarzy ekologicznych podlega ochronie prawnej ze względu na przebieg głównie przez tereny leśne (55%) oraz obszary chronionego krajobrazu, obszary Natura 2000 i inne formy ochrony przyrody, z czego znaczna część (42%) to łąki, pastwiska i uprawy rolne<sup>25</sup>.



Rysunek 4. Korytarze ekologiczne w Polsce<sup>26</sup>

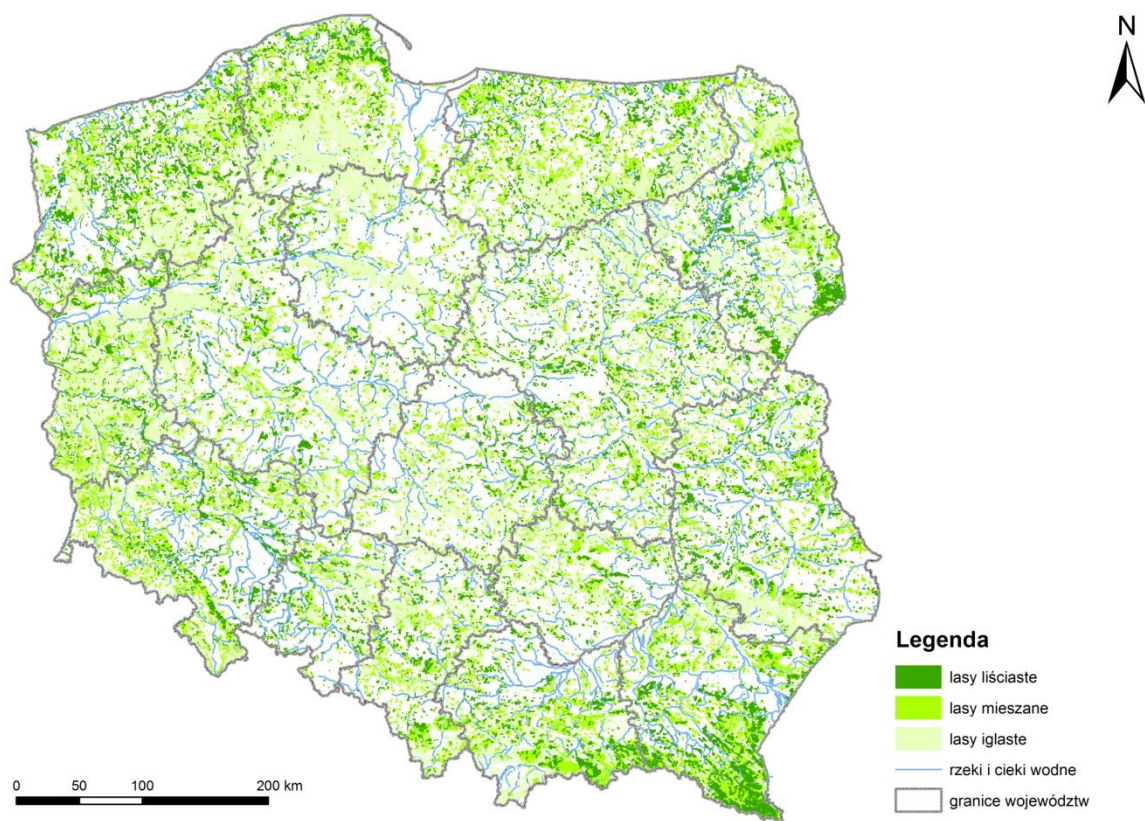
### 3.2.4. LASY

W warunkach klimatycznych naszego kraju lasy pełnią istotną funkcję zapewnienia równowagi biologicznej. Obecnie powierzchnia lasów w Polsce wynosi 9163,8 tys. ha<sup>27</sup>, co odpowiada lesistości na poziomie 29,3%, podczas gdy w Europie (bez Rosji) wynosi 32,2%. Rozmieszczenie lasów jest nierównomierne, największa lesistość występuje w północno-zachodniej Polsce oraz na terenach górskich i w rejonie północno-wschodnim, co obrazuje rysunek poniżej.

<sup>25</sup> W. Jędrzejewski, D. Ławreszuk, Ochrona łączności ekologicznej w Polsce, Zakład Badania Ssaków PAN, Białowieża, 2009

<sup>26</sup> Źródło: opracowanie własne na podstawie danych umieszczonych na stronie <http://krakow.rdos.gov.pl/korytarze>

<sup>27</sup> wg GUS – stan na dzień 31.12.2012 r.



Rysunek 5. Rozmieszczenie lasów w Polsce<sup>28</sup>

W składzie gatunkowym dominują drzewa iglaste, które występują na ponad 3/4 powierzchni lasów (w tym ponad 60% stanowi sosna), jednak można obserwować stopniowy wzrost udziału gatunków liściastych. Zwiększanie powierzchni lasów następuje wskutek zalesiania gruntów nieleśnych użytkowanych rolniczo lub stanowiących nieużytki, a także, jako efekt przekwalifikowania na lasy innych gruntów pokrytych roślinnością leśną.

Udział drzew zdrowych w Polsce w latach 2007-2010 wynosił odpowiednio: 25%, 24,5%, 24% i 21% (w Europie od 3,1% do 74,6%). Udział drzew uszkodzonych waha się w okolicy 18-20% w podanych latach, podczas gdy w Europie waha się od 8,0% do 56,7%<sup>29</sup>.

Do najważniejszych zagrożeń antropogenicznych lasów można zaliczyć:

- zanieczyszczenia powietrza pochodzące z sektorów energetyki, gospodarki komunalnej i transportu;
- zanieczyszczenie wód i gleb wynikające z działalności przemysłowej, gospodarki komunalnej i rolnictwa;
- przekształcenia powierzchni ziemi (np. górnictwo odkrywkowe);
- pożary lasu;
- szkodnictwo leśne: kłusownictwo i kradzieże, nadmierna rekreacja, masowe grzybobrania;
- niewłaściwą gospodarkę leśną: schematyczne postępowanie, nadmierne użytkowanie, zaniechanie pielęgnacji.

Zmiany klimatyczne, w szczególności wysokość opadów atmosferycznych mająca wpływ na stopień zaspokojenia potrzeb wodnych drzewostanów, należą do czynników mających wpływ na stan zdrowotny lasów. Przy spadku sumy opadów i wzroście średniej temperatury rocznej zdrowotność drzewostanów może się pogorszyć.

<sup>28</sup> Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z <http://geoserwis.gdos.gov.pl/mapy>

<sup>29</sup> Stan środowiska w Polsce. Sygnały 2011, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2011.

### 3.2.5. GLEBY

Gleba pełni wiele bardzo istotnych i niezbędnych dla istnienia człowieka i ekosystemów funkcji, m.in. jest źródłem pożywienia, biomasy i surowców oraz stanowi naturalne siedlisko dla wielu organizmów.

Przeprowadzone w latach 1995, 2000 i 2005 badania gleb ornych w Polsce wskazują na brak istotnych zmian właściwości gleb, zwłaszcza w kierunku wywołania i degradacji. Zmiany, które odnotowano nie wpływają w znacznym stopniu na przydatność rolniczą gleb. Większość gleb ornych (ponad 96%) posiada naturalną, lekko podwyższoną zawartość metali ciężkich, tj.: kadm, miedź, nikiel, ołów, cynk, co klasyfikuje je, jako gleby o wysokiej jakości, na których jest możliwa produkcja bezpiecznej żywności<sup>30</sup>. Pod względem chemicznym gleby użytków rolnych w Polsce są w dobrym stanie. Wyniki monitoringu nie wykazały pogorszenia wskaźników zasobności gleb w fosfor (P), potas (K) i magnez (Mg). Nie występuje również nadmiernie zasolenie i zanieczyszczenie siarką oraz metalami śladowymi i WWA (poza nielicznymi rejonami). W przypadku niklu, chromu, baru i kobaltu nie zaobserwowano ponadto trendu akumulacji w warstwie powierzchniowej gleb. Istnieje natomiast potrzeba wprowadzenia programów wapnowania oraz systemów produkcji sprzyjających gromadzeniu materii organicznej w glebie, ponieważ największym problemem jest zakwaszenie gleb oraz niedostatek próchnicy<sup>31</sup>.

W Polsce największy udział w powierzchni kraju zajmują użytki rolne, których powierzchnia nieznacznie jednak spada od 2005 roku (19 148 tys. ha – 2005 r., 18 770 tys. ha – 2012 r.<sup>32</sup>), co jest kontynuacją trendu spadkowego utrzymującego się od lat powojennych (od udziału rzędu 65,6% powierzchni użytków rolnych w powierzchni kraju w 1950 r. do 48,1% w 2012 r.) Znaczna część użytków rolnych, głównie na glebach V klasy, przeznaczona została pod zalesianie.

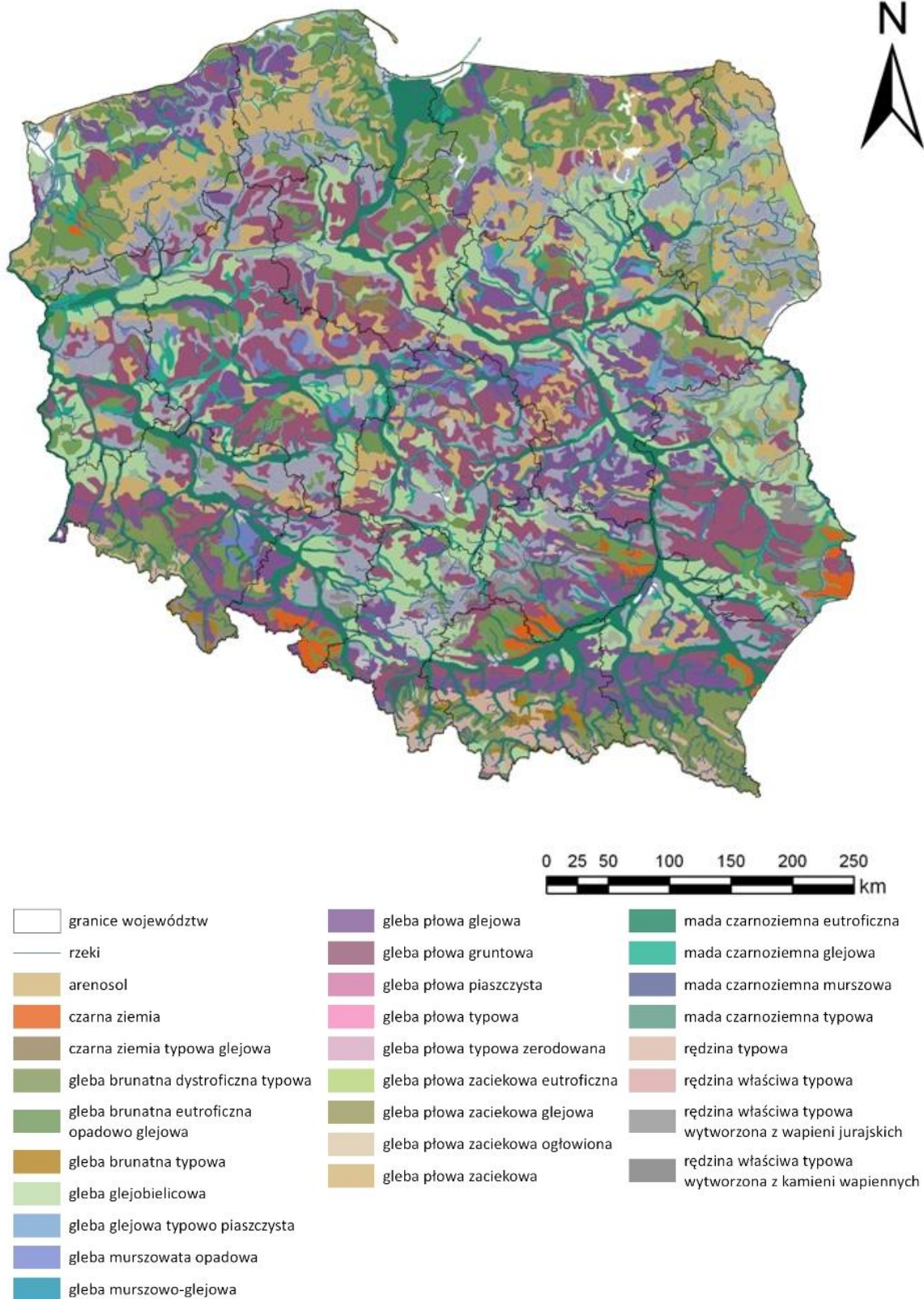
W Polsce na około 80% powierzchni dominują gleby brunatne, biellicowe i płowe, zajmując głównie tereny nizinne, co obrazuje Rysunek 6. Są to najbardziej wartościowe gleby ze względu na produkcję rolniczą.

Znaczna część tych gleb jest narażona na występowanie erozji wietrznej i wodnej. W 2011 roku zagrożenie erozją wietrzną wynosiło 27% powierzchni gleb użytkowanych rolniczo, natomiast 28,5% gruntów rolnych i leśnych zagrożonych było erozją wodną, powierzchniową. Ze względu na blisko 30% narażenie powierzchni gleb na erozję, istotne jest przeciwdziałanie temu zjawisku. Wśród czynników prowadzących do powstawania procesów erozji należy wymienić: niewłaściwie prowadzone melioracje, likwidacje miedz w procesie łączenia małych gospodarstw, usuwanie żywopłotów, zakrzewień i zadrzewień śródpolnych, zbyt intensywny wypas zwierząt, nieodpowiednią lokalizację dróg, uprawę stromych stoków oraz uprawę wzdłuż stoku.

<sup>30</sup> Monitoring chemizmu gleb ornych w Polsce w latach 2010-2012, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa Państwowy Instytut Badawczy w Puławach, Puławy 2012

<sup>31</sup> Monitoring chemizmu gleb ornych w Polsce w latach 2010-2012, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa Państwowy Instytut Badawczy w Puławach, Puławy 2012

<sup>32</sup> GUS, Ochrona środowiska 2013.



Rysunek 6. Gleby w Polsce<sup>33</sup>

<sup>33</sup> Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z [http://eu soils.jrc.ec.europa.eu/ESDB\\_Archive/ESDB/index.htm](http://eu soils.jrc.ec.europa.eu/ESDB_Archive/ESDB/index.htm)

### 3.2.6. ANALIZA I OCENA ISTNIEJĄCYCH PROBLEMÓW OCHRONY ŚRODOWISKA ISTOTNYCH Z PUNKTU WIDZENIA PROJEKTOWANEGO PLANU, W SZCZEGÓLNOŚCI DOTYCZĄCYCH OBSZARÓW PODLEGAJĄCYCH OCHRONIE NA PODSTAWIE USTAWY Z DNIA 16 KWIETNIA 2004 R. O OCHRONIE PRZYRODY

Najważniejsze zagrożenia, zidentyfikowane podczas diagnozy stanu aktualnego środowiska przyrodniczego w oparciu o monitoring przyrodniczy prowadzony przez GIOŚ, zostały przedstawione w niżej zamieszczonej tabeli.

Tabela 3. Główne czynniki wpływające na zmiany w przyrodzie<sup>34</sup>

Zmiany w przyrodzie	Czynniki zmian
Utrata siedlisk nieleśnych i wodno-błotnych dla ptaków.	Niewłaściwe prowadzenie melioracji, nadmierne nawożenie, zaniechanie użytkowania rolniczego, nieodpowiednia zabudowa hydrotechniczna, regulacja rzek, budowa infrastruktury technicznej (np. gazociągi, ropociągi, linie elektroenergetyczne) i komunikacyjnej, przemysłowe obiekty kubaturowe (np. elektrownie, elektrociepłownie), kopalnie odkrywkowe, zrzut wód kopalnianych, urbanizacja. Brak wystarczającej informacji na temat rozmieszczenia zagrożonych siedlisk i gatunków.
Fragmentacja siedlisk, w tym przerywanie korytarzy ekologicznych.	Budowa infrastruktury w tym m.in.: energetycznej, komunikacyjnej, turystycznej i intensywnej urbanizacji, nieodpowiednia zabudowa hydrotechniczna, regulacja rzek, kopalnie odkrywkowe. Brak wystarczającej informacji na temat rozmieszczenia zagrożonych siedlisk i gatunków.
Zaburzenie składu gatunkowego siedlisk przyrodniczych.	Rozwój turystyki i komunikacji, a także nowe tereny przemysłowe (w tym kopalnie) przyczyniają się do gwałtownych zmian składu gatunkowego, w tym wzrostu liczebności gatunków obcych.
Sukcesja wtórna siedlisk nieleśnych.	Zaniechanie użytkowania rolniczego, zwłaszcza zaniechanie użytkowania łąk, realizacja infrastruktury technicznej (elektroenergetycznej, gazowej).
Wypieranie gatunków typowych i rodzimych przez gatunki inwazyjne i obce.	Rozwój turystyki i komunikacji, a także nowe zagospodarowanie przemysłowe przyczyniają się do wzrostu liczebności gatunków obcych.
Zmiany jakościowe i ilościowe siedlisk przyrodniczych na skutek eutrofizacji wód.	Nadmierne nawożenie i stosowanie środków ochrony roślin, brak odpowiednich systemów oczyszczania w zakresie gospodarki ściekowej, podgrzewanie wód przez elektrownie, zasolenie wód.
Niszczenie mechaniczne rzadkich roślin i siedlisk przyrodniczych.	Budowa infrastruktury (w tym energetycznej), nowe tereny przemysłowe, kopalnie odkrywkowe, rozwój turystyki i rekreacji.
Degradacja walorów krajobrazowych.	Budowa infrastruktury komunikacyjnej, technicznej (m.in. liniowe i kubaturowe obiekty energetyczne), kopalnie odkrywkowe, infrastruktura turystyczna, urbanizacja.

Na powyższe zmiany nakładają się również zmiany klimatyczne powodujące występowanie coraz częściej gwałtownych zjawisk meteorologicznych, jak np.: powódzie, huraganowe wiatry i susze. Wymaga to przygotowania odpowiednich środków reagowania i długoterminowej strategii. Pomimo istniejących zagrożeń, tempo tych zmian w Polsce jest wolniejsze niż w wielu krajach europejskich i obejmuje mniejszą powierzchnię.

<sup>34</sup> opracowanie własne na podstawie „Sygnały 2011” i „Raport 2014” GIOŚ

Działania wynikające z Krajowego Planu postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym mogą potencjalnie oddziaływać negatywnie na środowisko przyrodnicze – szczególnie planowane działania związane z zamknięciem składowiska Różana, z budową nowego składowiska NSPOP oraz z budową podziemnego laboratorium PURL. Zadania te wiążą się z realizacją prac budowlanych i generalnie rozbudową infrastruktury. Dodatkowo istnieje zagrożenie wystąpienia awarii/zdarzenia losowego, co może skutkować uwolnieniem do środowiska izotopów promieniotwórczych i skażeniem promieniotwórczym różnych komponentów środowiska.

Za najważniejsze problemy ochrony środowiska i przyrody w szczególności można uznać: fragmentację siedlisk, w tym przerywanie korytarzy ekologicznych, niszczenie mechaniczne rzadkich roślin i siedlisk przyrodniczych oraz brak wystarczającej informacji na temat rozmieszczenia zagrożonych siedlisk i gatunków. Wymienione niekorzystne zmiany środowiskowe często wynikają właśnie z prac budowlanych i rozbudowy infrastruktury.

### 3.3. Zmiany klimatu

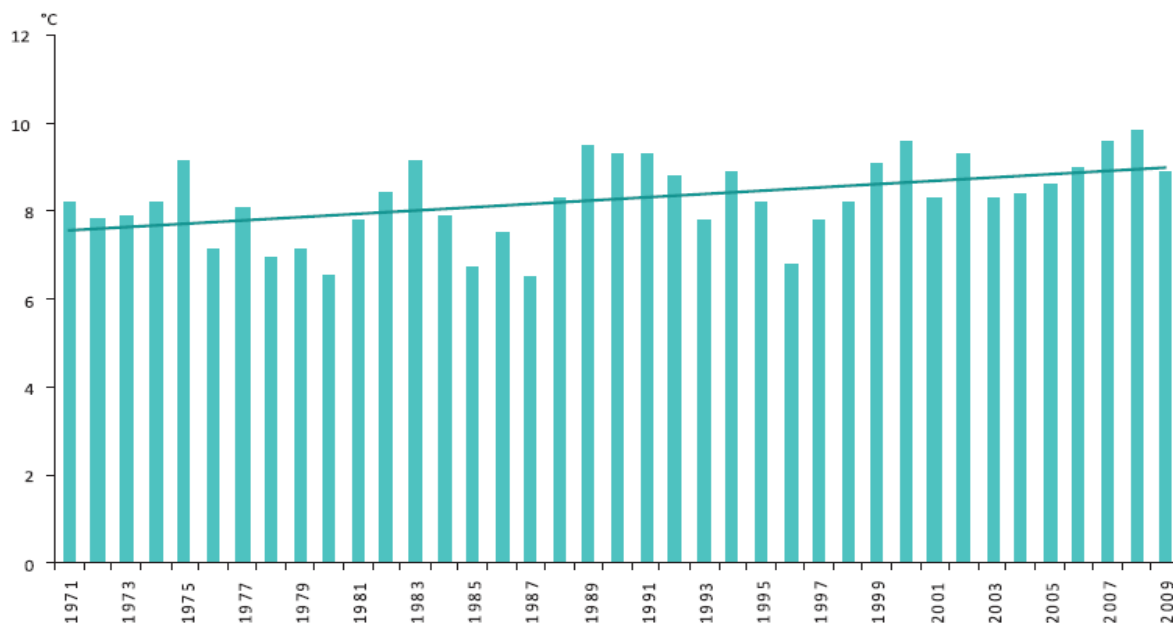
---

W Europie i na świecie coraz bardziej odczuwalne stają się skutki zmian klimatu. Średnia roczna temperatura na świecie, która obecnie jest wyższa ok. 0,8°C od poziomu sprzed epoki przemysłowej i w dalszym ciągu rośnie<sup>35</sup>. Zmieniają się naturalne procesy i struktury opadów, lodowce topnieją, podnosi się poziom morza. W ciągu ostatniej dekady (2002-2011) temperatura powietrza nad powierzchnią lądu w Europie wynosiła średnio 1,3°C powyżej poziomu sprzed epoki przemysłowej, co oznacza, że wzrost temperatury w Europie przebiega szybciej w porównaniu ze średnią światową. Odnotowano większą częstotliwość niektórych ekstremalnych zjawisk pogodowych i częstsze fale upałów, pożary lasów i susze. Przewiduje się większe opady atmosferyczne i powodzie oraz większe ryzyko występowania sztormów i erozji obszarów przybrzeżnych. Większa liczba takich zjawisk doprowadzi prawdopodobnie do zwiększenia skali klęsk żywiołowych, co z kolei spowoduje znaczące straty gospodarcze i problemy związane ze zdrowiem publicznym.

W Polsce zmiany klimatu można zaobserwować poprzez: wzrost średniej rocznej temperatury powietrza, zmianę struktury opadów atmosferycznych oraz zwiększenie częstości występowania zjawisk ekstremalnych. W latach 1951-2005 średnia roczna temperatura wzrastała o ok. 0,2°C na 10 lat na większości obszaru Polski. Trend wzrostowy średniej rocznej temperatury jest widoczny zarówno na stacjach meteorologicznych położonych na obrzeżach miast, jak i tych usytuowanych w obszarach ograniczonych wpływów antropogenicznych, jak np. na Śnieżce, gdzie wzrost ten wyniósł 0,6 °C/100 lat. Podobny wzrost średniej rocznej temperatury zanotowano na stacjach położonych nad Bałtykiem dysponujących długimi seriami pomiarowymi (Gdańsk–Wrzeszcz, Hel i Koszalin), jak również na stacji Warszawa-Okęcie. Przykładowy wzrost średniej rocznej temperatury na jednej ze stacji meteorologicznych przedstawiono niżej.

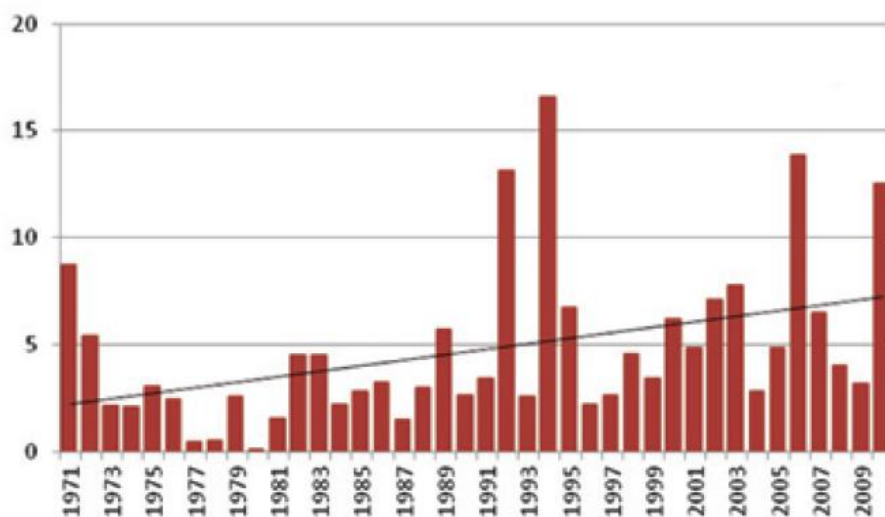
---

<sup>35</sup> Raport EEA nr 12/2012. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012, [<http://www.eea.europa.eu/publications/climate-impacts-and-vulnerability-2012>]



Rysunek 7. Średnia roczna temperatura powietrza na stacji Warszawa-Okęcie w latach 1971-2008<sup>36</sup>

W zakresie zjawisk ekstremalnych obserwuje się m.in. fale upałów i dni upalne występujące najczęściej w południowo-zachodniej części Polski, najrzadziej natomiast w rejonie wybrzeża i w górach. Trend wzrostowy ilości dni upalnych przedstawia rysunek 8. Jednocześnie na większości obszaru Polski obserwuje się tendencje spadkowe liczby dni mroźnych i bardzo mroźnych, z wyjątkiem obszarów górskich i południowo-zachodniej części Polski, długość okresów mroźnych ulega natomiast nieznacznemu wydłużeniu (z wyjątkiem obszarów nadmorskich).



Rysunek 8. Zmienność liczby dni upalnych (temp. max ≥ 30°C) w Polsce w latach 1971-2010<sup>37</sup>

Nastąpił także zdecydowany wzrost liczby dni z opadem o dużym natężeniu, szczególnie w Polsce południowej i centralnej, miejscami na północy. Przykładowo liczba dni z opadem dobowym  $\geq 10$  mm i  $\geq 20$  mm zwiększyła się odpowiednio: do 10 i do 4 dni na dekadę prawie w całej Polsce. Wzrost częstotliwości opadów o dużym natężeniu zwiększa się ryzyko wystąpienia nagłych powodzi powodujących

<sup>36</sup> Źródło: Stan Środowiska w Polsce, Sygnały 2011, GIOŚ 2011 za IMGW

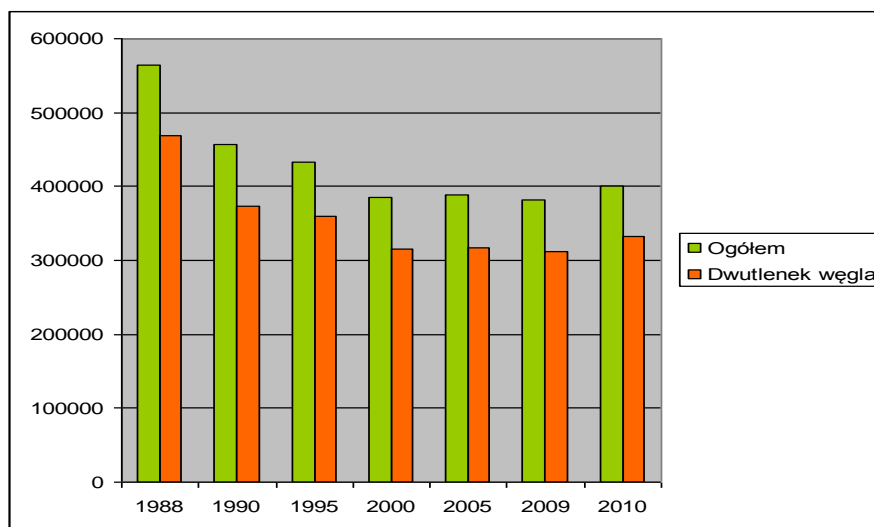
<sup>37</sup> Źródło: IMGW-PIB/ Stan Środowiska w Polsce. Raport 2014, GIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2014



znaczne szkody o zasięgu lokalnym w tym: erozję zboczy i wywoływanie osuwisk, zniszczenia drzewostanów zwłaszcza na obszarach górskich, a na obszarach zurbanizowanych podtopienia i zalania. Z kolei wysokie i intensywne opady występujące w strefie frontów atmosferycznych powodują rozległe i długotrwałe powodzie w dolinach rzecznych. Zaobserwowano również wzrost częstości występowania bardzo wysokich wezbrań sztormowych na zachodnim wybrzeżu. Nadzwyczajne zagrożenie stanowią huragany o prędkości wiatru okresowo przekraczającej 30-35 m/s. od 2005 r. nawiedzające Polskę już 11 razy. W ciągu ostatnich kilku lat obserwuje się również wzrost częstości występowania wiatru o dużych prędkościach i trąb powietrznych. Okresowe pojawianie się susz w ostatnich dziesięcioleciach jest następną cechą charakterystyczną klimatu. W latach 1951-1981 susze wystąpiły 6 razy, a w latach 1982-2011 – 18 razy w różnych regionach kraju<sup>38</sup>.

Międzynarodowy Panel Ekspertów ds. Zmian Klimatu (IPCC) stwierdza, z wysokim prawdopodobieństwem, że przyczyną obecnych i przewidywanych zmian klimatu, obok czynników naturalnych, jest aktywność człowieka, a przede wszystkim emisja gazów cieplarnianych<sup>39</sup>, spowodowana, przede wszystkim spalaniem paliw kopalnych, niekorzystnymi zmianami w użytkowaniu gruntów i powodowana przez rolnictwo oraz potęgowana zmniejszeniem potencjału sekwestracji poprzez wylesienia. W wyniku tego rośnie stężenie gazów cieplarnianych w atmosferze powodujące zmiany klimatu.

W zakresie ograniczenia emisji gazów cieplarnianych Polska zredukowała swoją emisję o ok. 30% w stosunku do roku 1988 (roku bazowego przyjętego przez Polskę w Protokole z Kioto do Konwencji Klimatycznej). Emisja gazów cieplarnianych w Polsce wg GUS<sup>40</sup> przedstawiona została w niżej zamieszczonej tabeli. Głównym, antropogenicznym, źródłem emisji gazów cieplarnianych w Polsce jest spalanie paliw (ok. 310 mln Gg CO<sub>2</sub> w 2010 r., co stanowi ok. 67% całej emisji CO<sub>2</sub>)<sup>41</sup>, a w tym głównie węgla kamiennego i brunatnego.



Rysunek 9. Emisja gazów cieplarnianych w Polsce<sup>42</sup>

W ramach prac nad Strategicznym planem adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030<sup>43</sup> sprecyzowano możliwe szkody powodowane przez zjawiska pogodowe dla najbardziej wrażliwych sektorów.

<sup>38</sup> Stan środowiska w Polsce. Raport 2014, GIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2014

<sup>39</sup> Climate Change 2007, Synthesis Report (Fourth) IPCC – [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_spm.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_spm.pdf)

<sup>40</sup> GUS, Ochrona Środowiska 2012

<sup>41</sup> GUS, Ochrona Środowiska 2012 r.

<sup>42</sup> Źródło: GUS, Ochrona Środowiska 2012

<sup>43</sup> [http://www.mos.gov.pl/g2/big/2013\\_03/e436258f57966ff3703b84123f642e81.pdf](http://www.mos.gov.pl/g2/big/2013_03/e436258f57966ff3703b84123f642e81.pdf)

Tabela 4. Zjawiska pogodowe i klimatyczne powodujące szkody społeczne oraz w gospodarce<sup>44</sup>

Sektor	Rolnictwo, różnorodność biologiczna, zasoby wodne	Leśnictwo	Zdrowie, społeczność lokalna	Infrastruktura
zjawisko powodujące szkody	powódź huragan piorun (wyładowania atmosferyczne) susza ujemne skutki przezimowania przymrozki wiosenne deszcz nawalny (powodujący podtopienia, obsunięcia ziemi) grad	powódź silne wiatry (huragan, trąba powietrzna) susza podtopienia i osunięcia gruntu (spowodowane deszczem nawalnym) okiść, intensywne opady śniegu piorun	fale upału fale zimna zdarzenia ekstremalne powodujące szkody psychospołeczne (powódź, silne wiatry, gradobicie)	powódź podtopienia huragan wyładowania atmosferyczne gradobicia

Wraz ze wzrostem temperatury nasilać się będą niekorzystne zjawiska eutrofizacji wód śródlądowych i morskich, zwiększać się będą zagrożenia dla życia i zdrowia w wyniku stresów termicznych i wzrostu zanieczyszczenia powietrza ozonem. Wzrośnie zapotrzebowanie na energię elektryczną w porze letniej. Pogorszone będą warunki chłodzenia elektrowni ciepłowniczych, co powodować może ograniczenia produkcji energii.

Biorąc pod uwagę trudności w uzgodnieniu globalnego porozumienia nt. ograniczenia emisji gazów cieplarnianych i obserwowany trend wzrostu emisji, nie można liczyć, że w przewidywalnej perspektywie emisja gazów cieplarnianych w skali światowej zostanie tak zredukowana, aby zahamować zmiany klimatu. W tej sytuacji, do priorytetów należą działania adaptacyjne do tych zmian. Problem stanowi też adaptacja ekosystemów do następujących zmian klimatu i wynikające stąd zagrożenia dla gatunków i siedlisk.

### 3.4. Budowa geologiczna, zasoby naturalne i odpady

#### 3.4.1. BUDOWA GEOLOGICZNA

Polska charakteryzuje się zróżnicowaną budową geologiczną. Na jej obszarze krzyżują się fragmenty trzech wielkich europejskich jednostek geologicznych: proterozoicznej platformy wschodnioeuropejskiej, młodszej, paleozoicznej platformy zachodnioeuropejskiej (wykazującej dodatkowo złożoną, mozaikową budowę) oraz alpejskiego łańcucha Karpat. Główna transeuropejska strefa graniczna między platformą wschodnioeuropejską a platformą zachodnioeuropejską, zwana strefą Teisseyrea-Tornquista (tzw. strefa TT) przebiega przez obszar Polski, przekątnie z północnego zachodu na południowy wschód.<sup>45</sup>

<sup>44</sup> Źródło: Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030, za E. Siwiec (IOŚ- PIB)

<sup>45</sup> [http://www.mos.gov.pl/artukul/281\\_zarys\\_budowy\\_geologicznej\\_polski/](http://www.mos.gov.pl/artukul/281_zarys_budowy_geologicznej_polski/)



Rysunek 10. Regiony tektoniczne Polski<sup>46</sup>

Platforma wschodnioeuropejska była przez całą erę paleozoiczną, mezozoiczną i kenozoiczną obszarem stabilnym, na którym osadzały się warstwy osadów o stosunkowo niewielkich miąższ ościach (do 5 km). Platforma ta składa się z dwóch części: krystalicznego fundamentu i pokrywy osadowej. Podłoże tworzą granitoidy oraz zmetamorfizowane skały krystaliczne takie jak gnejsy, łupki krystaliczne czy amfibolity.<sup>47</sup>

Z kolei obszar platformy zachodnioeuropejskiej jest pokryty grubą warstwą osadów pochodzących z ery mezozoicznej i kenozoicznej. Jedynymi obszarami wydźwigniętymi są Sudety i Góry Świętokrzyskie. Obszar ten w paleozoiku ulegał gwałtownym zmianom, które ukształtowały mozaikową budowę geologiczną tej części Polski. Od schyłku paleozoiku, zasadnicze zręby głębokiej budowy geologicznej podłoża tej części Polski pozostały ukształtowane, natomiast wzdłuż strefy TT w wyniku wzmożonej subsydencji (czyli osiadania podłoża) powstała bruzda środkowopolska. Od późnego permu po wczesną kredę utworzyły się w niej osady o znacznej miąższości, znacznie większej niż na pozostałych obszarach platformowych.<sup>48</sup>

W okresie orogenezy alpejskiej osady te uległy pofałdowaniu, pocięciu uskokami i wypiętrzeniu tworząc formę znaną dziś jako wał śródpolski. Wypiętrzeniu i pocięciu uskokami uległ obszar dzisiejszych Gór Świętokrzyskich oraz obszar Sudetów i wyżyn: Śląskiej, Krakowsko-Wieluńskiej i Lubelskiej.

Dynamiczne procesy geotektoniczne zachodziły w czasie orogenezy alpejskiej na obszarze dzisiejszych Karpat. Powstało wtedy w krótkim czasie zapadlisko z grubymi (do 3 km) osadami morskimi, w tym solnymi znanymi z Wieliczki. W pozostałej części Polski, tworzyły się cienkie osady płytkomorskie i lądowe paleogenu i neogenu w tym w tym utwory węglonośne, w których znajdują się złoża węgla brunatnego.<sup>49</sup>

Przedostatnim etapem rozwoju geologicznego Polski była epoka zlodowaceń – plejstocen, który pozostawił po sobie osady polodowcowe i charakterystyczną rzeźbę terenu, widoczną zwłaszcza w północnej części kraju. Osady czwartorzędowe grubości dochodzącej miejscami do 200 m dominują obecnie na powierzchni Polski.<sup>50,51</sup>

Poniższe rysunki obrazują zmiany zachodzące w budowie geologicznej Polski w poszczególnych okresach:

<sup>46</sup> Źródło: Regionalizacja tektoniczna Polski. A. Żelaźniewicz, P. Aleksandrowski i inni, Komitet Nauk Geologicznych PAN, Wrocław 2011

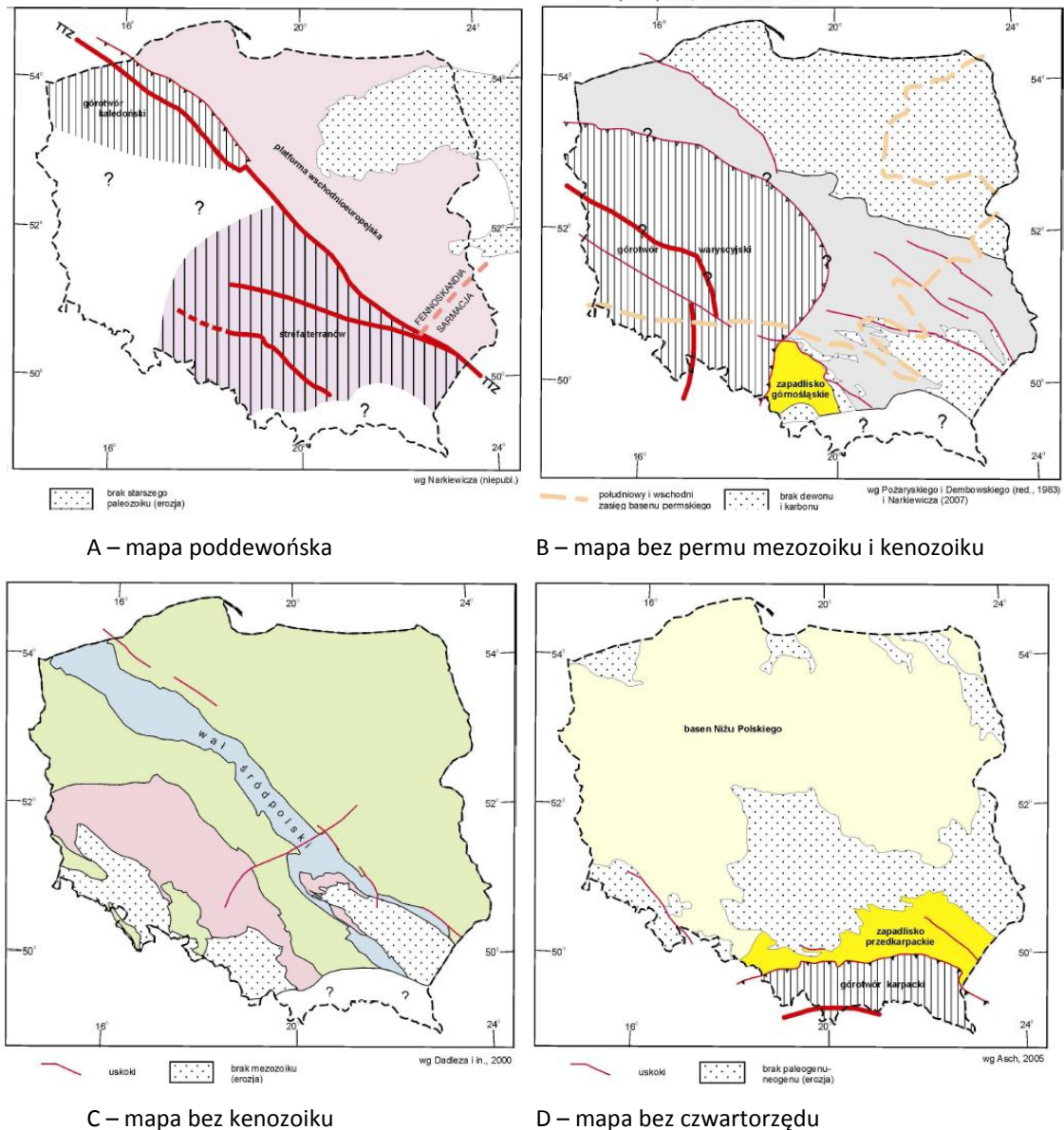
<sup>47</sup> <http://www.geologia.edu.pl/budowa-geologiczna.php>

<sup>48</sup> [http://www.mos.gov.pl/arttykul/281\\_zarys\\_budowy\\_geologicznej\\_polski/130\\_zarys\\_budowy\\_geologicznej\\_ziem\\_polskich.html](http://www.mos.gov.pl/arttykul/281_zarys_budowy_geologicznej_polski/130_zarys_budowy_geologicznej_ziem_polskich.html)

<sup>49</sup> <http://narkiewicz.eu/geolpolski-mn-23-i-2012.pdf>

<sup>50</sup> [http://www.mos.gov.pl/arttykul/281\\_zarys\\_budowy\\_geologicznej\\_polski/130\\_zarys\\_budowy\\_geologicznej\\_ziem\\_polskich.html](http://www.mos.gov.pl/arttykul/281_zarys_budowy_geologicznej_polski/130_zarys_budowy_geologicznej_ziem_polskich.html)

<sup>51</sup> <http://narkiewicz.eu/geolpolski-mn-23-i-2012.pdf>



Rysunek 11. Budowa geologiczna obszaru Polski dla poszczególnych okresów<sup>52</sup>

Mapa A – linia starego szwu tektonicznego TT (lub TTZ) - strefa Teisseyre’a-Tornquista dzieli Polskę na dwie części przekątną linią. Na północnym wschodzie od niej rozciąga się platforma wschodnioeuropejska pokryta prekambryjskim podłożem w rejonie północnego Podlasia i Suwalszczyzny. Pozostały obszar płasko przykrywają osady kambru, ordowiku i syluru, wśród których występują czarne skały ilaste (łupki gazowe). Na zachód od TTZ skały starszego paleozoiku są silnie sfałdowane w strefie górotworu kaledońskiego na Pomorzu, albo – jak na południu Polski - leżą na odrębnych niewielkich blokach litosferycznych. Szacuje się, że TTZ jako krawędź platformy wschodnioeuropejskiej powstała ostatecznie ok. 550 mln lat temu. Sama zaś platforma też nie jest monolitem, bowiem składa się na obszarze Polski z dwóch znacznie starszych elementów – płyt litosferycznych zwanych Fennoskandią obejmującą dzisiejszy Płw. Skandynawski i Sarmacją (Podole). Szew między tymi płytami, zaznaczony w rejonie Lubelszczyzny, powstał 1,8 mld lat temu. Niewielki skrawek Polski – ziemia zamojska - zawarty między tym szwem a TTZ – ma w podłożu, na głębokości niecałych dwóch kilometrów, skały krystaliczne o wieku ponad 2 mld lat.

Mapa B – na mapie zaznaczono zarys basenu permicznego – rozległej niecki ciągnącej się od rejonu Morza Północnego wypełnionej różnorodnymi osadami o grubości dochodzącej do 3 km w centrum Polski i na Pomorzu. Wśród nich występują łupki miedzionośne, a także piaskowce i dolomity zawierające złoża gazu

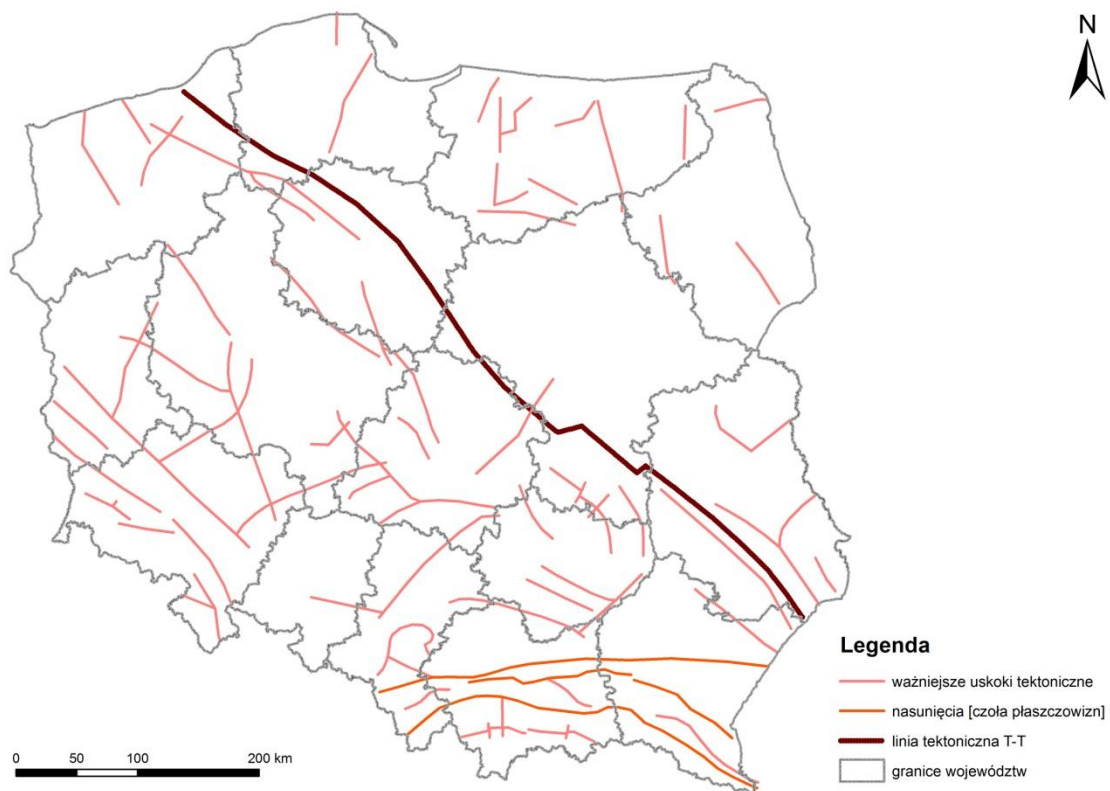
<sup>52</sup> źródło: <http://narkiewicz.eu/geolpolski-mn-23-i-2012.pdf>

ziemnego i ropy oraz osady solne w postaci ogromnych słupów przebijających się do powierzchni Ziemi na przykład w Kłodawie lub w Inowrocławiu. Południowo-zachodnią część Polski zajmuje obszar górotworu (orogenu) waryscyjskiego - strefa silnie sfałdowanych i ponasuwanych na siebie skał karbońskich i starszych. W Sudetach Zachodnich i Środkowych widoczny jest wewnętrzny górotwór o bardzo skomplikowanej, mozaikowej budowie. Przed czołem orogenu na wschodzie powstało zapadlisko górnośląskie z grubymi pokładami węgla karbońskiego. Inne osady (np. wapień i dolomity wydobywane w Górach Świętokrzyskich i w regionie krakowskim) – zaznaczone są kolorem szarym. Na Lubelszczyźnie w skałach tych występują niewielkie złoża ropy i gazu, a w karbonie okolic Łęcznej – węgla.

Mapa C – osady górnokredowe, zaznaczone są na zielono. Na południowym zachodzie występują osady starsze, w tym triasowe (różowy), a kreda górna wypełnia mniejsze niecki rozwinięte na różnych skałach starszych. Na północnym wschodzie jednolity płaszcz osadów kredy górnej.

Mapa D – na południu górotwór karpacki zbudowany jest w północnej, zewnętrznej części głównie z nasunięć łupkowo-piaskowcowych osadów fliszowych kredy i paleogenu (23-145 mln lat). Część wewnętrzna (Tatry) składa się z ponasuwanych skał starszych, związanych z odrębną płytą litosfery, która dosunęła się do płyty północnej wzdłuż szwu pienińskiego, zaznaczonego grubą czerwoną linią.<sup>53</sup>

Z kolei rysunek 12 przedstawia najważniejsze uskoki zlokalizowane na obszarze Polski.



Rysunek 12. Map najważniejszych uskoków zlokalizowanych na obszarze Polski<sup>54</sup>

### 3.4.1.1. SEJSMICZNOŚĆ OBSZARU POLSKI

Opisane wyżej położenie, budowa i ewolucja geologiczna Polski, w której dominują paleozoiczne i mezozoiczne skały osadowe, o miąższości dochodzącej niekiedy do 15 km zalegające na sztywnym podłożu platformy wschodnioeuropejskiej i w miarę ustabilizowanym obecnie fundamencie krystalicznym objętym paleozoicznymi ruchami orogenicznymi, wskazuje na asejsmiczność tego obszaru.

<sup>53</sup> <http://narkiewicz.eu/geolpolski-mn-23-i-2012.pdf>

<sup>54</sup> źródło: opracowanie własne na podstawie [http://www.adam.krynicky.net/lo/mapy/pol\\_tektonika.jpg](http://www.adam.krynicky.net/lo/mapy/pol_tektonika.jpg)

Ostatnie duże trzęsienia ziemi na obszarze kraju związane były z okresem fałdowań alpejskich ok. 150-20 mln lat temu. Wówczas zostały zmienione tektoniczne główne masywy górskie Sudetów i Gór Świętokrzyskich. Liczne trzęsienia ziemi występowały również w okolicach Pienińskiego Pasa Skałkowego, który tworzy wyraźną granicę tektoniczną między Karpatami Wewnętrzными a Karpatami Zewnętrznymi.<sup>55</sup>

Obecnie zjawiska sejsmiczne występują w Polsce pomimo uznania tego obszaru, jako asejsmicznego, jednak zjawiska te nie przybierają takich rozmiarów jak to możemy obserwować na aktywnych obszarach sejsmicznych. W Polsce wyróżnia się 11 regionów sejsmicznych (wg V. Schenk, Z. Schenkova, P. Kottnauer, B. Guterch, P. Labak - Earthquake Hazard maps for the Czech Republic, Poland and Slovakia – Rysunek 13):

- I Zachodniopomorski
- II Białostocki
- III Polski Centralnej i Pogranicza
- IV Gór Świętokrzyskich
- V Karkonoszy i Kotliny Kłodzkiej
- VI Strzelińsko - Hronowski
- VII Śnieżnika
- VIII Opawski
- IX Cieszyński
- X Pieniński
- XI Krynicki

Wielkości charakteryzujące trzęsienie ziemi podaje się często w **skali Richtera**, natomiast w Europie obecnie stosowana jest skala intensywności **EMS-98**.

**Skala Richtera** – skala logarytmiczna określająca wielkość trzęsienia ziemi na podstawie amplitudy drgań wstrząsów sejsmicznych, wprowadzona w 1935 roku przez amerykańskich geofizyków Charlesa F. Richtera i Beno Gutenberga. Obecnie używana wyłącznie przez dziennikarzy, z powodu przyzwyczajenia odbiorców i mass mediów. Współczesna sejsmologia do oceny wielkości wstrząsów sejsmicznych wykorzystuje magnitudę, skalibrowaną w taki sposób, by w przedziale typowych trzęsień ziemi (od 3 do 7) pokrywała się ze skalą Richtera. Skutki trzęsienia ziemi w zależności od jego wielkości w skali Richtera przedstawia poniższa tabela<sup>56</sup>:

Tabela 5. Skutki trzęsienia ziemi w zależności od jego wielkości w skali Richtera

Skala Richtera	Skutki	Średnia liczba trzęsień rocznie
< 2,0	Najmniejsze wstrząsy, nieodczuwalne przez człowieka ani przez sejsmograf.	ok. 2 920 000 (8000 dziennie)
2,0-3,4	Wstrząsy nieodczuwalne dla człowieka, lecz rejestrowane przez sejsmograf.	ok. 800 000
3,5-4,2	Bardzo małe wstrząsy, odczuwane tylko przez niektórych ludzi.	ok. 30 000
4,3-4,8	Odczuwane przez większość osób, nieszkodliwe.	ok. 4 800
4,9-5,4	Odczuwane przez wszystkich, powoduje bardzo niewielkie zniszczenia.	ok. 1 400
5,5-6,1	Średnie wstrząsy, powoduje mniejsze uszkodzenia budynków.	ok. 500
6,2-6,9	Duże wstrząsy, powodują znaczne zniszczenia.	ok. 100
7,0-7,3	Poważne zniszczenia.	ok. 15
7,4-8,0	Ogromne zniszczenia.	ok. 4
8,1-8,9	Ogromne zniszczenia, katastrofalne skutki dla wielu krajów.	ok. 1

<sup>55</sup> Zwoliński, Zb., 1997. Trzęsienia ziemi w Polsce. [Online] <http://www.staff.amu.edu.pl/~sgp/gw/tzpl/gwtzpl.html>, Instytut Paleogeografii i Geoekologii UAM, Poznań

<sup>56</sup> Wikipedia

Skala Richtera	Skutki	Średnia liczba trzęsień rocznie
≥ 9,0	Trzęsienie, które może zburzyć wszystkie miasta na terenie większym niż kilkanaście tysięcy km <sup>2</sup> .	ok. raz na 20 lat

**EMS-98** - 12-stopniowa skala intensywności zjawisk sejsmicznych. Niższe stopnie skali pokazują, w jaki sposób trzęsienie jest odczuwane przez ludzi, wyższe oparte są na obserwacji uszkodzeń różnego rodzaju budowli i wielkości zmian topograficznych. Skala ta powstała na bazie modyfikacji skali MSK-64 (Miedwediew - Sponheuer - Karnik) wcześniej używanej w Europie. Tabela poniżej przedstawia podział skali z opisem.<sup>57</sup>

Tabela 6. Skala EMS-98

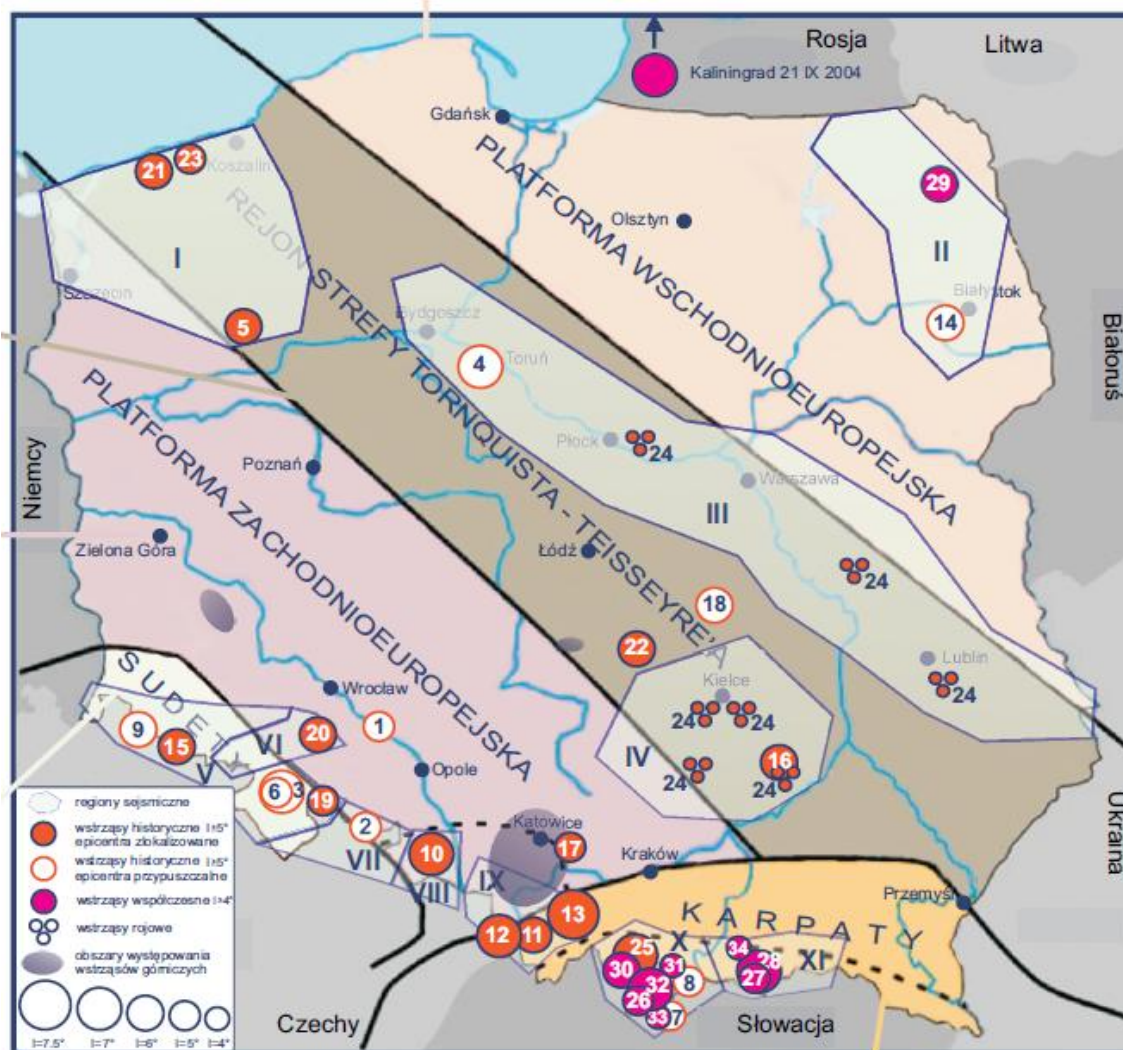
SKALA	OPIS
I Nieodczuwalne	Drgania nieodczuwalne, rejestrowane tylko przez aparaturę.
II Mało odczuwalne	Drgania odczuwane tylko przez pojedyncze osoby przebywające na wyższych piętrach budynków i będące w stanie spoczynku.
III Słabe	Drgania odczuwane tylko przez nieliczne osoby przebywające w budynkach. Osoby odpoczywające odczuwają lekkie kołysanie.
IV Powszechnie odczuwane	Drgania odczuwane tylko przez nieliczne osoby znajdujące się na zewnątrz i przez większość osób przebywających wewnątrz domów. Lekkie kołysanie przedmiotów wiszących, brzęczenie naczyń i szyb
V Silne	Drgania zauważane przez wiele osób znajdujących się na zewnątrz. W mieszkaniach odczuwają je wszyscy wskutek kołysania budynku. Osoby śpiące budzą się. Kołysanie przedmiotów wiszących, przesuwanie mebli.
VI Lekko niszczące	Powszechnie odczuwane, wiele osób opuszcza budynki. Meble przesuwają się, niekiedy przewracają, obrazy spadają ze ścian, naczynia się tłuką, na budynkach powstają rysy w otynkowaniu, odpadanie tynku.
VII Niszczące	Ludzie w panice opuszczają mieszkania. Znaczne szkody w mieszkaniach wskutek spadania, przewracania się i rozbijania różnych przedmiotów. Spękania w murach, odpadanie tynku, zsuwanie się dachówek, szczeliny w kominach.
VIII Bardzo niszczące	Budynki murowane ulegają poważnym uszkodzeniom wskutek pękania murów, wieże i kominy walą się. Budynki drewniane silnie się deformują.
IX Destrukcyjne	Mocne murowane domy ulegają zawaleniu częściowo lub w całości.
X Bardzo destrukcyjne	Większość budynków ulega zniszczeniu aż do fundamentów. Nawierzchnie dróg, szyny kolejowe, mosty są poważnie uszkodzone.
XI Pustoszące	Z budowli murowanych na ogół żadna nie zachowuje się w całości. Zniszczone są wały ziemne, rurociągi, szyny kolejowe, nawierzchnie dróg. Mogą wystąpić zmiany topograficzne
XII Całkowicie pustoszące	Wszystkie konstrukcje ulegają całkowitemu zniszczeniu. Olbrzymie zmiany topograficzne. Liczne obrywy skalne i osuwiska. Poważne zmiany w sieci wodnej i w wodach podziemnych.

Analizując dane historyczne dotyczące zjawisk sejsmicznych na terenie Polski, słabe trzęsienia ziemi (najczęściej o sile ok. 4 stopni Richtera) występowały w okolicach Karpat, Sudetów, Karkonoszy i Śląska. Zaobserwowano także zjawiska sejsmiczne na Pomorzu Zachodnim, środkowej Polsce w okolicach Płocka, Kielc, Lublina oraz w okolicach Bełchatowa. Informacje o pierwszych trzęsieniach ziemi pochodzą z roku ok. 1000. W roku 1443 w okolicach Ślezy wystąpiło najsilniejsze z odnotowanych na ziemiach polskich trzęsień ziemi ok. 6 (5,8) w skali Richtera. Wg dokumentów historycznych trzęsienie spowodowało rozległe zniszczenia kościołów i kamienic we Wrocławiu, w Krakowie (kościół św. Katarzyny) i Brzegu, zginęło ok. trzydziestu osób<sup>58</sup>. Przypadki trzęsień ziemi wydarzyło się także na Wysoczyźnie Białostockiej na Równinie

<sup>57</sup> Instytut Geofizyki Polskiej Akademii Nauk Zakład Sejsmologii i Fizyki Wnętrza Ziemi

<sup>58</sup> Zwoliński, Zb., 1997. Trzęsienia ziemi w Polsce. [Online] <http://www.staff.amu.edu.pl/~sgp/gw/tzpl/gwtzpl.html>, Instytut Paleogeografii i Geoekologii UAM, Poznań

Augustowskiej. Z ostatnich silniejszych trzęsień ziemi warto odnotować 2 wydarzenia z 2004 roku: w obwodzie kaliningradzkim o sile 5,3 (wg USSG – 5) szeroko odczuwalne w północno-wschodniej Polsce, na Litwie i Białorusi oraz niezależne zjawisko na Podhalu o sile 4,7. Podsumowując obszar Platformy Wschodnioeuropejskiej wykazuje niewielką aktywność sejsmiczną, rejonie Strefy Tornquista - Teisseyre'a nie dochodzi do silniejszych wstrząsów, spokojna jest też Platforma Zachodnioeuropejska. W rejonie Sudetów występowanie wstrząsów związane jest ze stosunkowo dużą sejsmicznością Masywu Czeskiego, natomiast obserwacje sejsmiczne prowadzone przez Stację w Książu (Wałbrzych) wskazują na niewielką aktywność ognisk sudeckich w ostatnich latach. Najbardziej aktywne sejsmicznie są Karpaty, co wiąże się z młodym wiekiem tych gór. Ogniska wstrząsów karpaccich zlokalizowane są w uskockach i wzdłuż głównych nasunięć tektonicznych. Stacja Sejsmologiczna w Niedzicy stale rejestruje słabe zjawiska z obszaru Karpat, ale trzęsienia o sile wyczuwalnej przez ludzi występują rzadko.<sup>59</sup>



Rysunek 13. Regiony sejsmiczne oraz najważniejsze wstrząsy na obszarze Polski<sup>60</sup>

Podobne wnioski wynikają z analizy mapy trzęsień ziemi w Polsce w latach 1900 – 2012 przygotowanej przez Amerykańską Służbę Geologiczną (USGS). Obserwowane trzęsienia ziemi między 1900 a 2012 rokiem na ogół zlokalizowane były na Dolnym i Górnym Śląsku, Karpatach i okolicach Bełchatowa. Przy czym wstrząsy te charakteryzowały się siłą od 4 do co najwyżej 5 stopni w skali Richtera, a ich głębokość, nie przekraczała najczęściej 69 km.<sup>61</sup> Należy też dodać, że trzęsienia ziemi w Polsce w bardzo niewielkim

<sup>59</sup> Sejsmiczność Polski Instytut Geofizyki Polskiej Akademii Nauk Zakład Sejsmologii i Fizyki Wnętrza Ziemi,

<sup>60</sup> źródło: Sejsmiczność Polski Instytut Geofizyki Polskiej Akademii Nauk Zakład Sejsmologii i Fizyki Wnętrza Ziemi

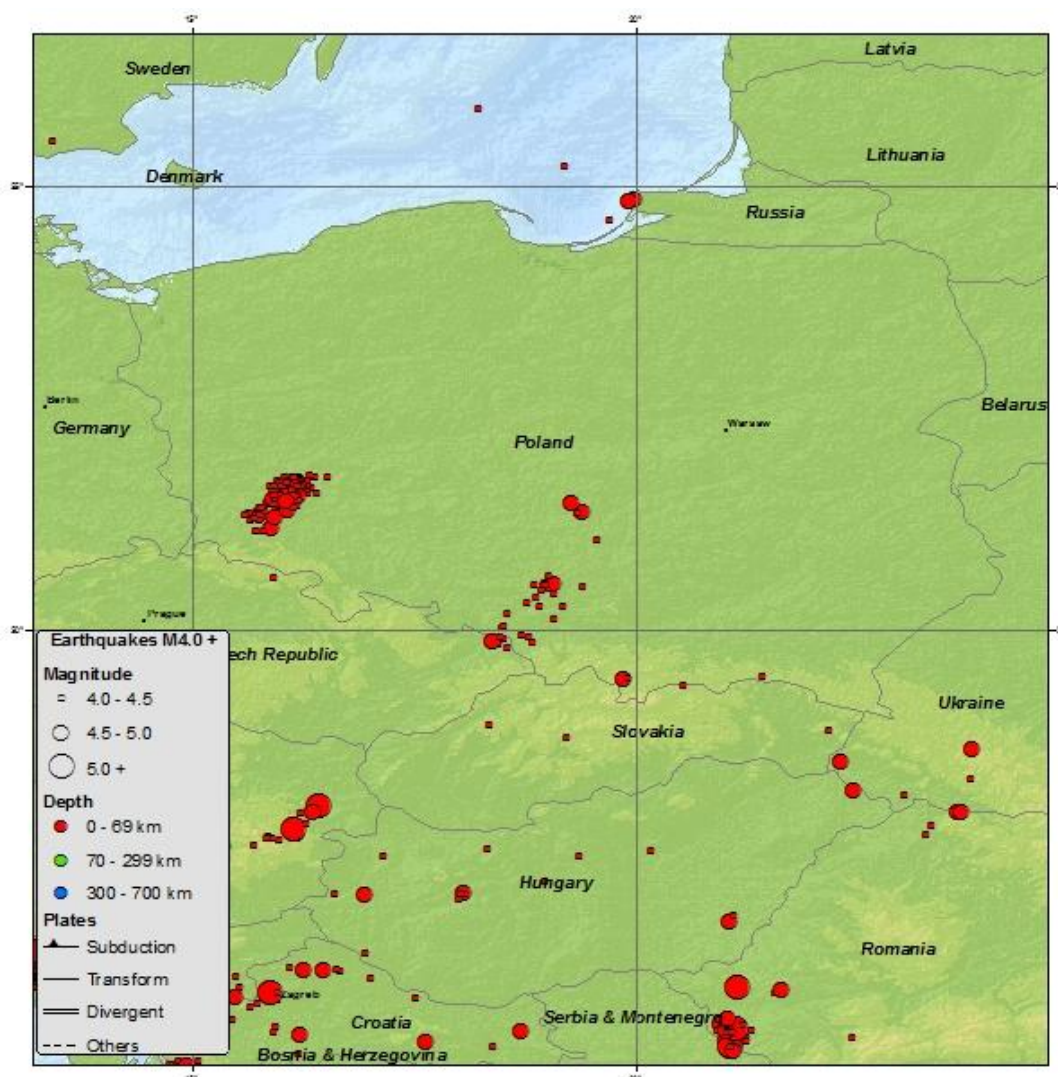
<sup>61</sup> USSG, <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/poland/seismicity.php>



stopniu mają charakter typowych trzęsień tektonicznych wywołanych naprężeniami w skorupie ziemskiej. Najczęściej są to trzęsienia zapadowe spowodowane przez:

- osiadanie stropu wyrobisk górniczych na obszarach kopalnianych (np. Górny Śląsk),
- zapadanie się stropów próżni krasowych (np. Sudety, Wyżyna Krakowsko-Częstochowska),
- zapadliska w obrębie solnych formacji diapirowych (np. Pomorze),
- ruchy wielkich mas ziemnych na skutek procesów osuwiskowych (np. Karpaty).<sup>62</sup>

Sejsmiczność indukowana, jedna z większych tego typu na świecie jest specyfiką Polski i wynika z prowadzenia prac górniczych. Wstrząsy górnicze w Polsce występują na Górnym Śląsku, w Legnicko-Głogowskim Okręgu Miedziowym oraz w rejonie Bełchatowa. Są one relatywnie mniejsze od naturalnych. Wynika to z faktu, że górotwór na mniejszej głębokości nie jest w stanie nagromadzić tak wysokich naprężeń jak na dużej głębokości.<sup>63</sup>



Rysunek 14. Mapa trzęsień ziemi w Polsce w latach 1900 – 2012<sup>64</sup>

Zjawiska sejsmiczne rejestrowane są w licznych punktach naszego globu w specjalnie utworzonej siatce stacji sejsmologicznych i geofizycznych. Informacje o najnowszych trzęsieniach ziemi przechowywane i udostępniane są na kilku serwerach, w tym: IRIS Data Management Center, serwis European-

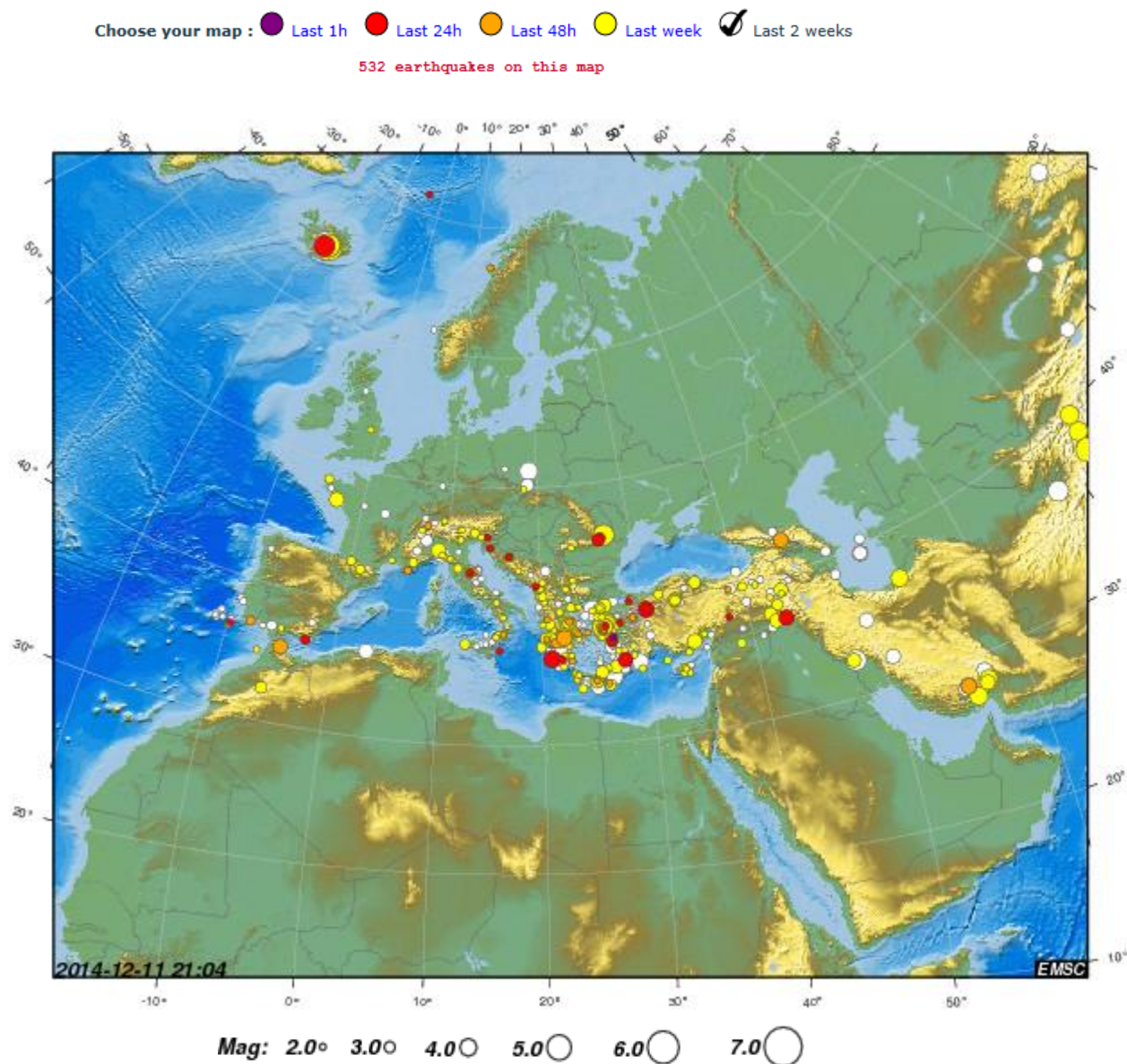
<sup>62</sup> Zwoliński, Zb., 1997. Trzęsienia ziemi w Polsce. [Online] <http://www.staff.amu.edu.pl/~sgp/gw/tzpl/gwtzpl.html>, Instytut Paleogeografii i Geoekologii UAM, Poznań, [10.12.2014 - data odwiedzenia strony]

<sup>63</sup> Instytut Geofizyki Polskiej Akademii Nauk Zakład Sejsmologii i Fizyki Wnętrza Ziemi WSTRZĄSY INDUKOWANE

<sup>64</sup> źródło: Amerykańska Służba Geologiczna (USGS), <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/poland/seismicity.php>

Mediterranean Seismological Centre czy serwis USGS (United States Geological Survey – Służba Geologiczna Stanów Zjednoczonych jedna z największych i najnowocześniejszych jednostek badawczych z zakresu nauk o ziemi),

Poniższy rysunek przedstawia zarejestrowane trzęsienia ziemi na obszarze Europy i basenu Morza Śródziemnego w przeciągu 2 ostatnich tygodni (od dnia 11.12.14). Z mapy wynika, że na tle Europy obszar Polski charakteryzuje się niską sejsmicznością – w przeciągu 2 tygodni zaobserwowano tylko 1 trzęsienie ziemi o magnitudzie większej od 4 (4.2) w okolicach Bełchatowa związane z pracami górniczymi. Na badanym obszarze w ciągu dwóch tygodni zarejestrowano 532 wstrząsów sejsmicznych zwłaszcza w pasie alpidów na południu Europy oraz w rejonie islandzkim.



Rysunek 15. Mapa trzęsień ziemi w Europie w okresie ostatnich dwóch tygodni (od daty 11.12.14)<sup>65</sup>

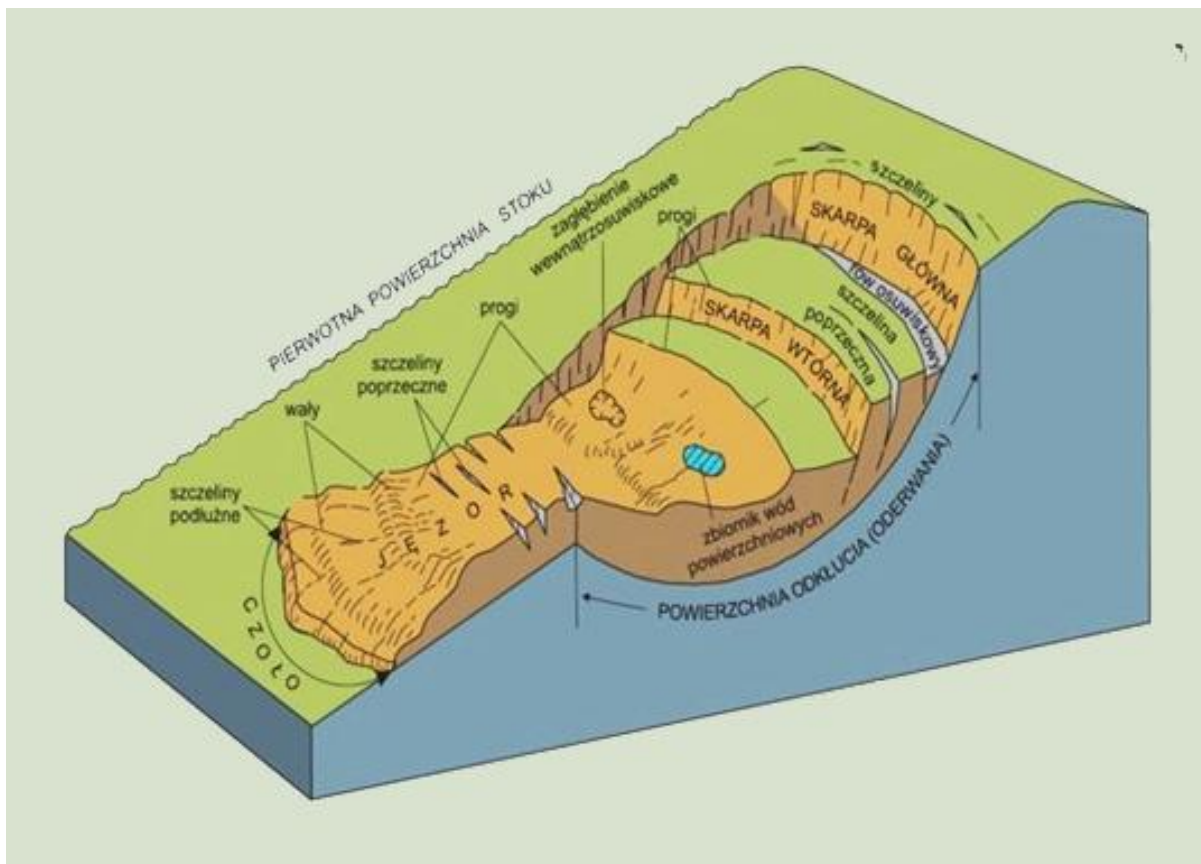
<sup>65</sup> źródło: European-Mediterranean Seismological Centre (EMSC), <http://www.emsc-csem.org/#5>

### 3.4.2. OSUWISKA

Osuwiska są jednym ze zjawisk powodujących katastrofy naturalne. Są zaliczane do ruchów masowych ziemi i charakteryzują się nagłym poślizgiem materiału skalnego lub zwietrzelinowego wzdłuż określonej strefy osłabienia określanej, jako powierzchnia poślizgu.

Powstanie tej strefy osłabienia może być całkowicie naturalnym zjawiskiem, może też być spowodowane działalnością człowieka.

Osuwiska najczęściej dotyczą naturalnych stoków, zboczy dolin i zbiorników wodnych, źródeł, wykopów i nasypów oraz wyrobisk, zwłaszcza jeśli warstwy skał przepuszczalnych i nieprzepuszczalnych występują naprzemiennie. Do uaktywnienia osuwiska dochodzi na skutek nagłego obciążenia górnej krawędzi skarpy lub zmniejszenia wytrzymałości na ścinanie, a także w wyniku takich zmian jak podcięcie dolnej części skarpy, znaczne wahania poziomu wód gruntowych, wietrzenie, nasiąknięcie gruntu w wyniku intensywnych opadów, wstrząsy sejsmiczne. Schemat budowy osuwiska zamieszczono na rysunku poniżej.



Rysunek 16. Budowa osuwiska<sup>66</sup>

W Polsce osuwiska i tereny zagrożone osuwiskami występują przede wszystkim na obszarze Karpat, w strefie brzegowej Bałtyku oraz na stokach dolin rzek nizinnych.

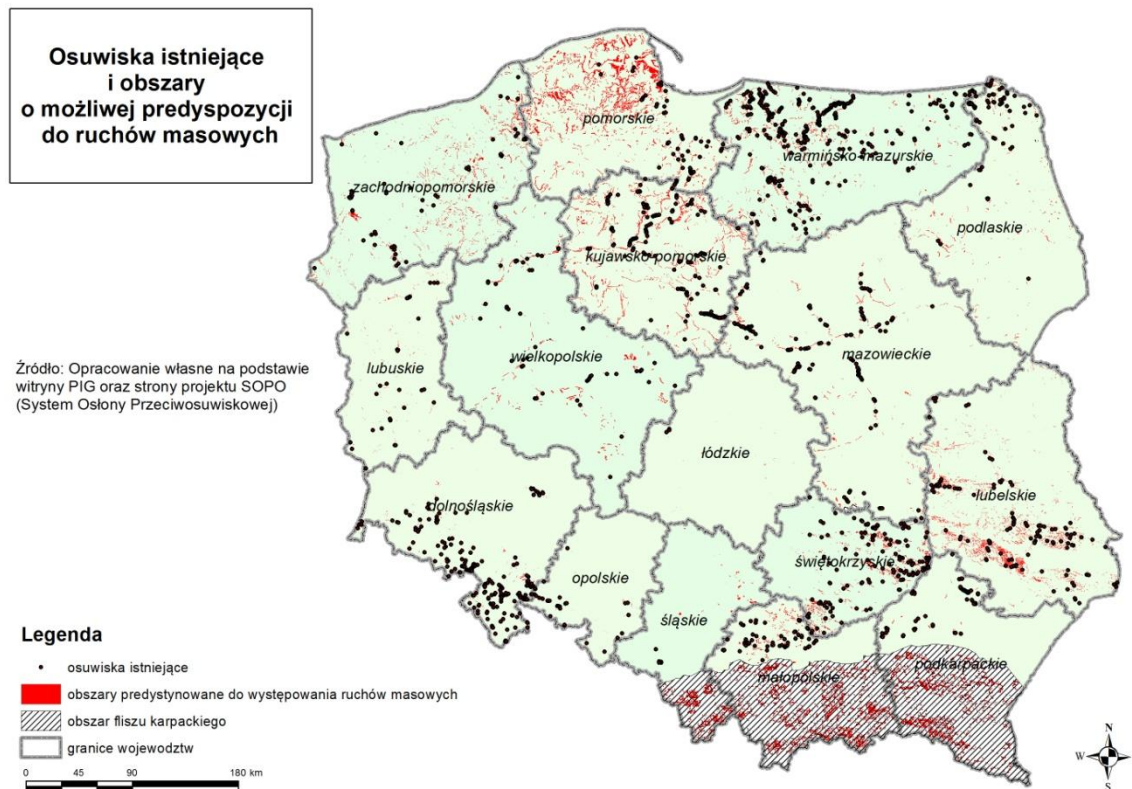
Szczególnie zagrożony jest obszar Karpat (flisz karpacki). Szacuje się, że wskaźnik określony jako obszar zagrożony osuwiskami w stosunku do powierzchni terenu ogółem w Karpatach wynosi 30-40%. Z kolei zagrożenia osuwiskowe na wybrzeżu Bałtyku są związane z rzeźbą strefy brzegowej i jej strukturą geologiczną, w tym litologią i miąższością osadów. Do rozwoju osuwisk na tym obszarze przyczynia się erozja wybrzeża, a także narastające tempo cofania się klifów w głąb lądu.

W pozostałych częściach kraju osuwiska można napotkać na obszarach rzeźby młodoglacjalnej, w północnej i środkowej części kraju oraz wzdłuż dolin dużych rzek. Największe osuwiska występują

<sup>66</sup> Źródło: Highland L.: Landslide Types and Processes, U.S. Geological Survey Fact Sheet 2004, rysunek pobrany z witryny Ministerstwa Środowiska

w okolicach Dobrzynia, Wyszogrodu, Płocka i Sandomierza, a także w niektórych częściach Sudetów (np. w Górach Bardzkich) i na obszarach powierzchniowej eksploatacji górniczej<sup>67</sup>.

Na Rysunku 17 w poglądowy sposób przedstawiono rozmieszczenie obszarów narażonych na występowanie osuwisk w Polsce.



Rysunek 17. Rozmieszczenie obszarów zagrożonych ruchami masowymi ziemi w Polsce<sup>68</sup>

Skutkiem wystąpienia osuwiska jest przede wszystkim zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi — szybkość osuwania się ziemi jest różna, ale w skrajnych przypadkach może wynosić od kilku centymetrów do kilku metrów na sekundę. Poza tym dochodzi do poważnych uszkodzeń budynków i innych obiektów infrastruktury. Powierzchnia ziemi często wymaga przeprowadzenia rekultywacji.

Możliwości przeciwdziałania osunięciom ziemi są ograniczone. Przede wszystkim konieczna jest identyfikacja osuwisk i obszarów ich potencjalnego występowania oraz ich monitorowanie. Celowe jest też zrezygnowanie z zabudowy terenów osuwiskowych, a nawet przeniesienie infrastruktury poza obszar osuwiska.

Wznoszenie budowli na osuwisku czy terenie osuwiskowym jest technicznie możliwe, jeśli następuje po wzmocnieniu zbocza i likwidacji zagrożenia osuwiskowego. Jest to proces często dość kosztowny, jednak niezbędny dla zapewnienia bezpieczeństwa budowli. To samo dotyczy przebiegu dróg i innych inwestycji liniowych, które powinno się projektować z uwzględnieniem oceny zagrożenia osuwiskowego.

Szczególna rola w monitorowaniu i udostępnianiu danych o osuwiskach w Polsce przypada Państwowemu Instytutowi Geologicznemu, który realizuje projekt System Osłony Przeciwosuwiskowej (SOPO). Celem tego projektu jest rozpoznanie, udokumentowanie i zaznaczenie na mapie w skali 1 : 10 000 wszystkich

<sup>67</sup> Ministerstwo Środowiska: Działania resortu środowiska w zakresie systemu osłony przeciwosuwiskowej w Polsce, Warszawa 2010.

<sup>68</sup> Źródło: opracowanie własne na podstawie danych zamieszczonych w witynie PIG oraz na stronie projektu SOPO

osuwick oraz terenów potencjalnie zagrożonych ruchami masowymi w Polsce oraz założenie systemu monitoringu węglanego i powierzchniowego na 100 wybranych osuwickach<sup>69</sup>.

### 3.4.3. ZASOBY

Obecność zasobów środowiska warunkuje dostęp do surowców dla gospodarki oraz wpływa na jakość życia ludzi. Zrównoważone gospodarowanie zasobami środowiska, m.in. poprzez racjonalne i efektywne gospodarowanie zasobami kopalin stanowi jeden z celów określonych w *Strategii Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko. Perspektywa do 2020 r.*

Zasoby bilansowe i wydobycie ważniejszych kopalin w Polsce są przedstawione w tabeli poniżej.

Tabela 7. Zasoby bilansowe i wydobycie ważniejszych kopalin w Polsce w 2013 r. – w mln ton; gaz ziemny i metan w mld m<sup>3</sup>; ropa i gaz (zasoby wydobywane)<sup>70</sup>

Kopalina	Liczba złóż		Zasoby bilansowe		Wydobycie (ilość/rok)
	RAZEM	ZAGOSPODAROWANE	STAN NA 31 XII 2013 R.	W TYM ZASOBY ZAGOSPODAROWANE	
surowce energetyczne					
- gazowe	340	227	217,50	137,68	5,76
- ciekłe	85	68	24,38	23,87	0,93
- stałe	241	63	74 098,46	20 999,36	134,54
Gaz ziemny	287	200	132,07	115,11	5,49
Metan z pokładów węgla	53	27	85,43	27,28	0,27
Ropa naftowa	85	68	24,38	23,87	0,93
Węgle brunatne	90	11	22 683,98	1 514,49	66,14
Węgle kamienne	151	52	51 414,48	19 484,87	68,40
surowce metaliczne	35	9	2 387,08	1 462,46	32,98
Rudy cynku i ołowiu	20	3	74,29	16,08	2,33
Rudy miedzi	14	6	1 761,96	1 446,38	30,65
Rudy molibdenowo-wolframowo-miedziowe	1	-	550,83	-	-
surowce chemiczne	48	10	86 139,96	15 124,68	4,62
Baryty	5	-	5,66	-	-
Fluoryt	2	-	0,54	-	-
Siarka	18	5	510,05	24,17	0,55
Sole potas.-magnezowe	5	-	669,84	-	-
Sól kamienna	19	6	86 098,18	15 832,48	4,20
surowce inne (skalne)	12 447	4 635	59 083,56	19 322,77	291,27

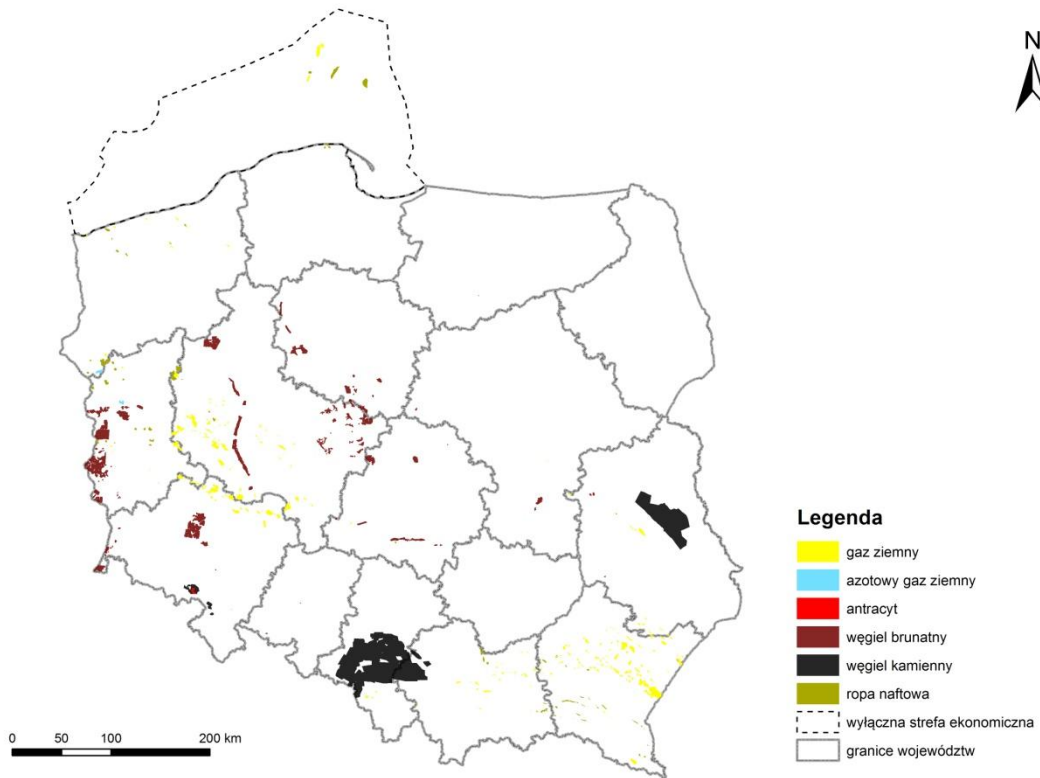
W Polsce największy udział ilościowy w wydobyciu mają surowce skalne – ok. 291 mln ton, a wśród nich piaski i żwiry (59%), kamienie łamane i bloczne (20%) oraz wapienie i margle przemysłu cementowego i wapienniczego (13%). Kolejną pozycję zajmują surowce energetyczne: węgiel kamienny i brunatny. Polska nadal posiada duże zasoby węgla. Pozostałe surowce, takie jak konwencjonalny gaz ziemny i ropa naftowa występują w małej ilości. Obecne zasoby węgla kamiennego wystarczą na ok. 240 lat, a węgla brunatnego na ok. 350 lat przy założeniu obecnego, stałego poziomu zapotrzebowania na te surowce. Natomiast okres dostępności krajowych zasobów gazu ziemnego szacuje się na 30 lat, przy stałym poziomie importu, a na 10 lat bez dostaw zagranicznych.

Rozmieszczenie występowania złóż podstawowych surowców energetycznych w Polsce przedstawiono na Rysunku 18. Z kolei na Rysunku 19 zaprezentowano główne obszary występowania niekonwencjonalnych

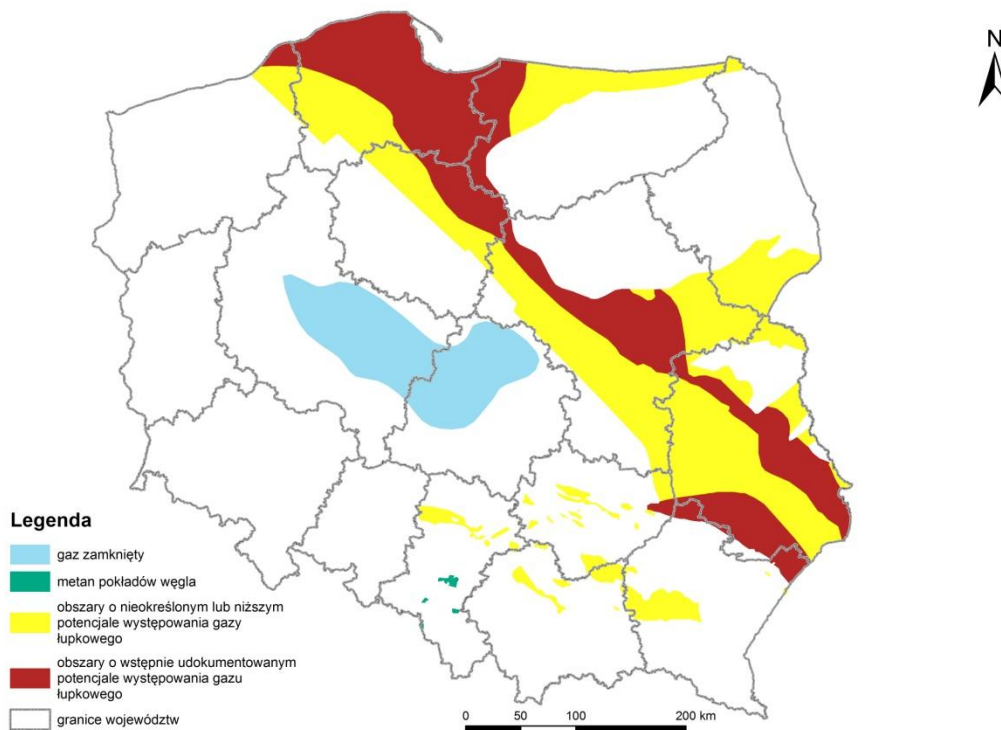
<sup>69</sup> Strona projektu: <http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO/>

<sup>70</sup> źródło: Bilans zasobów kopalin w Polsce wg stanu na 31 XII 2013 r., Państwowy Instytut Geologiczny – PIB, 2014

złóż gazu. Pomimo braku pełnego udokumentowania tego rodzaju złóż są one traktowane jako istotny potencjał surowcowy<sup>71</sup>.



Rysunek 18. Złóża surowców energetycznych w Polsce<sup>72</sup>

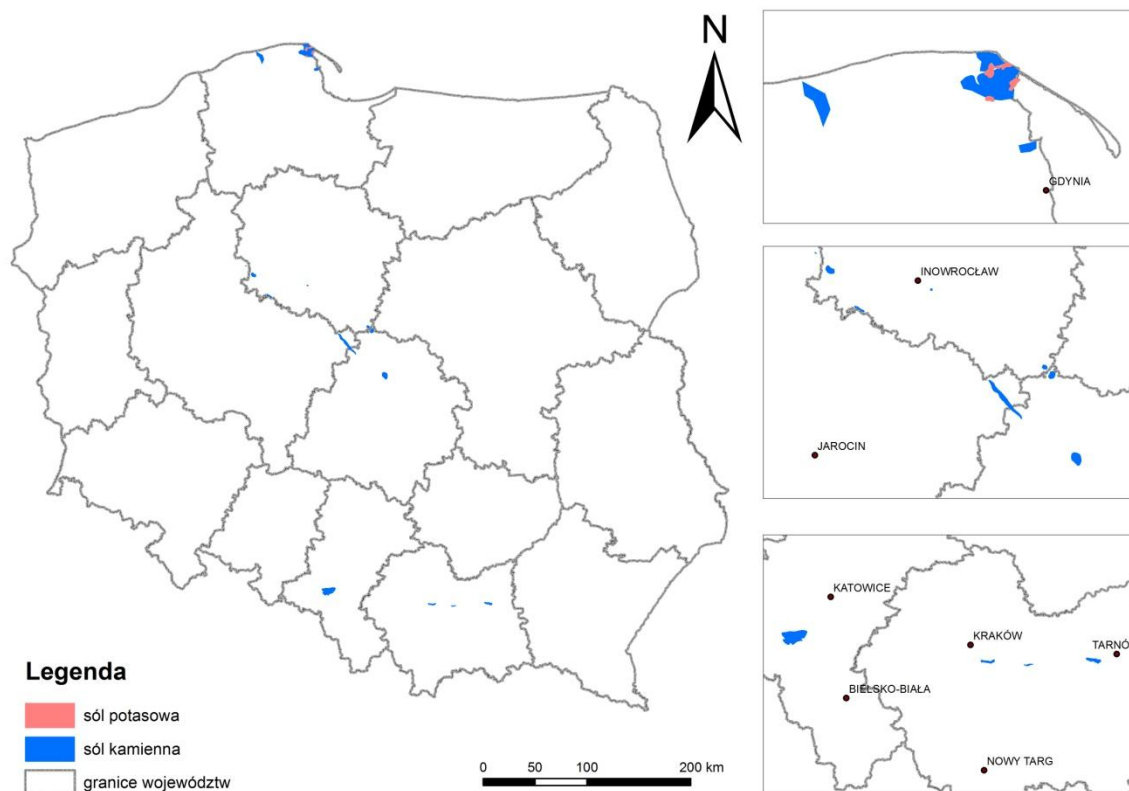


Rysunek 19. Obszary występowania niekonwencjonalnych złóż gazu w Polsce<sup>73</sup>

<sup>71</sup> Strategia Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko - perspektywa do 2020 r., M.P. 2014 poz. 469, Ministerstwo Gospodarki i Ministerstwo Środowiska

<sup>72</sup> Źródło: opracowanie własne na podstawie danych PIG-PIB [http://dm.pgi.gov.pl/dm/DownloadManager\\_v1.aspx](http://dm.pgi.gov.pl/dm/DownloadManager_v1.aspx)

W Polsce występują też złoża uranu. Za najkorzystniejsze uważa się złoża położone w Sudetach (Okrzeszyn i Grzmiąca), w województwie podlaskim (Rajsk) oraz w obszarze Bezmiechowej w Karpatach<sup>74</sup>. Wymagają one jednak dalszych badań i oceny opłacalności ich eksploatacji. Innym ważnym zasobem z punktu widzenia gospodarowania odpadami promieniotwórczymi są złoża soli. Pokłady soli ze względu na swoje własności takie jak stabilność złoża, zdolność do samozestalania, przewodność cieplną bardzo dobrze się nadają na lokalizację składowiska odpadów promieniotwórczych. Na rysunku poniżej przedstawiono lokalizację złóż soli na obszarze Polski.



Rysunek 20. Obszary występowania złóż soli w Polsce<sup>75</sup>

#### 3.4.4. ODPADY

Na przestrzeni ostatnich lat zauważa się proces wyczerpywania zasobów, w związku z czym odpady coraz bardziej zaczynają być traktowane jako źródło surowców. Dlatego też UE podejmuje działania mające na celu wdrożenie zrównoważonych wzorców konsumpcji i produkcji oraz stopniowe przechodzenie do gospodarki cyrkulacyjnej. W najbliższej przyszłości należy spodziewać się efektów tych działań również w Polsce. Istotne znaczenie ma także potencjał zasobów energii odnawialnej.

W roku 2012 pozyskano z odnawialnych źródeł energię pierwotną w ilości 356 PJ, co w przeliczeniu na udział w finalnym krajowym zużyciu energii brutto wyniosło ponad 11%<sup>76</sup>. Warunki geograficzno-klimatyczne występujące w Polsce pozwalają na stały rozwój wykorzystania energii odnawialnej

<sup>73</sup> Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z PIG-PIB i innych źródeł:

<http://www.oddzialywaniagazulupkowego.pl/menu/73,informacje-ogolne>

<http://www.instalator.pl/archi/2012/mi3%28163%29/50.pdf>

<http://www.instalator.pl/archi/2012/mi3%28163%29/51.pdf>

<sup>74</sup> Raporty z prac zamawianych przez Ministra Środowiska, Ocena możliwości występowania mineralizacji uranowej w Polsce na podstawie prac geologiczno-poszukiwawczych, A. Solecki, W. Śliwiński, I. Wojciechowska, D. Tchorz-Trzeciakiewicz, P. Syrczyński, M. Sadowska, B. Makowski, Przegląd Geologiczny, vol. 59, nr 2, 2011 r.

[[http://www.pgi.gov.pl/images/stories/przeglad/2011rok/pg\\_2011\\_02\\_04.pdf](http://www.pgi.gov.pl/images/stories/przeglad/2011rok/pg_2011_02_04.pdf)]

<sup>75</sup> Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z PIG-PIB [http://dm.pgi.gov.pl/dm/DownloadManager\\_v1.aspx](http://dm.pgi.gov.pl/dm/DownloadManager_v1.aspx)

<sup>76</sup> Strategia Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko – perspektywa do 2020 r., M.P. 2014 poz. 469, Ministerstwo Gospodarki i Ministerstwo Środowiska

pochodzącej obecnie głównie z biomasy, wody oraz wiatru. Dla rozwoju energetyki wiatrowej najlepsze obszary występują w północnej części kraju, natomiast stosunkowo najkorzystniejsze warunki do wykorzystania energii słonecznej występują w województwach wschodnich.

Zgodnie z danymi GUS<sup>77</sup> za 2012 rok, wytworzono w Polsce 135,2 mln Mg wszystkich odpadów (przemysłowych i komunalnych). W porównaniu z rokiem 2011 odnotowano nieznaczny spadek ilości wytworzonych odpadów (o ok. 0,4 mln Mg). Odpady przemysłowe stanowią ponad 90% całkowitej masy wszystkich wytworzonych odpadów. Największy udział w wytworzonych odpadach stanowią: odpady powstające przy płukaniu i oczyszczaniu kopalni – ok. 26%, odpady z flotacyjnego wzbogacania rud metali nieżelaznych – ok. 24% oraz mieszanki popiołowo-żużlowe z mokrego odprowadzania odpadów paleniskowych – ok. 8%.

Tabela 8. Wytworzone odpady (bez odpadów komunalnych) oraz sposoby ich zagospodarowania (w mln Mg)<sup>78</sup>

Wytworzone odpady i sposoby ich zagospodarowania	Rok							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Odpady wytworzone w ciągu roku (bez odpadów komunalnych)	124,6	123,5	124,4	115,0	111,1	113,5	123,5	123,1
Odzysk	98,8	94,9	95,0	86,1	81,5	84,3	88,7	89,0
Unieszkodliwienie (razem)	21,9	23,8	25,0	24,9	26,5	26,0	31,5	31,5
a) składowanie	16,7	18,8	19,5	20,3	21,4	20,7	26,6	27,0
b) termiczne przekształcanie	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
Czasowe magazynowanie	4,0	4,8	4,4	4,0	3,0	3,2	3,4	2,6
Dotychczas składowane (nagromadzone, stan w końcu roku)	1752,6	1746,0	1735,2	1731,6	1740,5	1724,5	1654,1	1649,6

W 2012 r. ok. 72% wytworzonych odpadów (z wyłączeniem odpadów komunalnych) poddano procesom odzysku, ok. 26% unieszkodliwiono, przy czym ok. 22% unieszkodliwiono poprzez składowanie. Ogólna ilość odpadów dotychczas składowanych (z wyłączeniem odpadów komunalnych) wynosiła na koniec 2012 r. 1649,6 mln Mg.

Wytworzone w 2012 r. odpady komunalne w ilości 12,1 mln Mg stanowią ok. 9% ilości wszystkich wytworzonych krajowych odpadów. Średnio na każdego mieszkańca Polski przypada rocznie 0,314 Mg odpadów komunalnych. Dla porównania średnia ilość odpadów komunalnych na jednego mieszkańca UE w skali roku wynosi 0,5 Mg.

W sposób zorganizowany zebrano ok. 9,6 mln Mg odpadów komunalnych. Nadal dominującym sposobem unieszkodliwiania odpadów w Polsce jest ich umieszczanie na składowiskach (62% ogólnej ilości odpadów komunalnych), niemniej jednak ilość składowanych odpadów stale się zmniejsza. Zdeponowano tam w 2012 r. 5,9 mln Mg odpadów (dla porównania w roku 2011 – 7 mln Mg). Do spalarni przekazano 0,05 mln Mg (0,9 %) odpadów komunalnych, a procesom kompostowania poddano 0,21 mln Mg (ok. 4 %).

Na 527 czynnych składowiskach odpadów komunalnych w 2012 r., 430 posiadało instalacje odgazowywania. Nadal niewielka ich część (zaledwie 13) posiada instalację odgazowywania z odzyskiem energii cieplnej, a 58 z odzyskiem energii elektrycznej.

Jako główne obszary problemowe w zakresie gospodarowania odpadami w Polsce należy wskazać następujące zagadnienia:

- wysoki udział unieszkodliwiania odpadów poprzez składowanie,
- nieefektywne instalacje odzysku odpadów komunalnych,
- brak zbilansowania instalacji do gospodarowania odpadami w celu osiągnięcia wymaganych poziomów odzysku i recyklingu,

<sup>77</sup> GUS: Ochrona środowiska 2013.

<sup>78</sup> źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS, Ochrona środowiska 2013



- problem z zagospodarowaniem wzrastającej ilości osadów ściekowych,
- niewystarczająca jakość odpadów poddanych recyklingowi,
- brak wystarczających działań w zakresie zapobiegania powstawaniu odpadów,
- brak wystarczającej liczby instalacji do termicznego unieszkodliwiania odpadów,
- niewielki wskaźnik selektywnej zbiórki odpadów,
- niewystarczający odzysk odpadów przemysłowych.

## 3.5. Środowisko, zdrowie i jakość życia

### 3.5.1. STAN ŚRODOWISKA I TRENDY ZMIENNOŚCI

Dane europejskie wskazują na zmniejszenie się zanieczyszczenia wody i powietrza w okresie ostatnich 20 lat. Nastąpiło m.in. znaczące obniżenie poziomów koncentracji dwutlenku siarki i tlenku węgla w powietrzu, jak również odnotowano niższe stężenia tlenków azotu i pyłów. W związku z wprowadzeniem do użytku benzyny bezołowiowej znacznie zmniejszyło się również stężenie ołowiu mierzone w pyłe zawieszonym PM10.

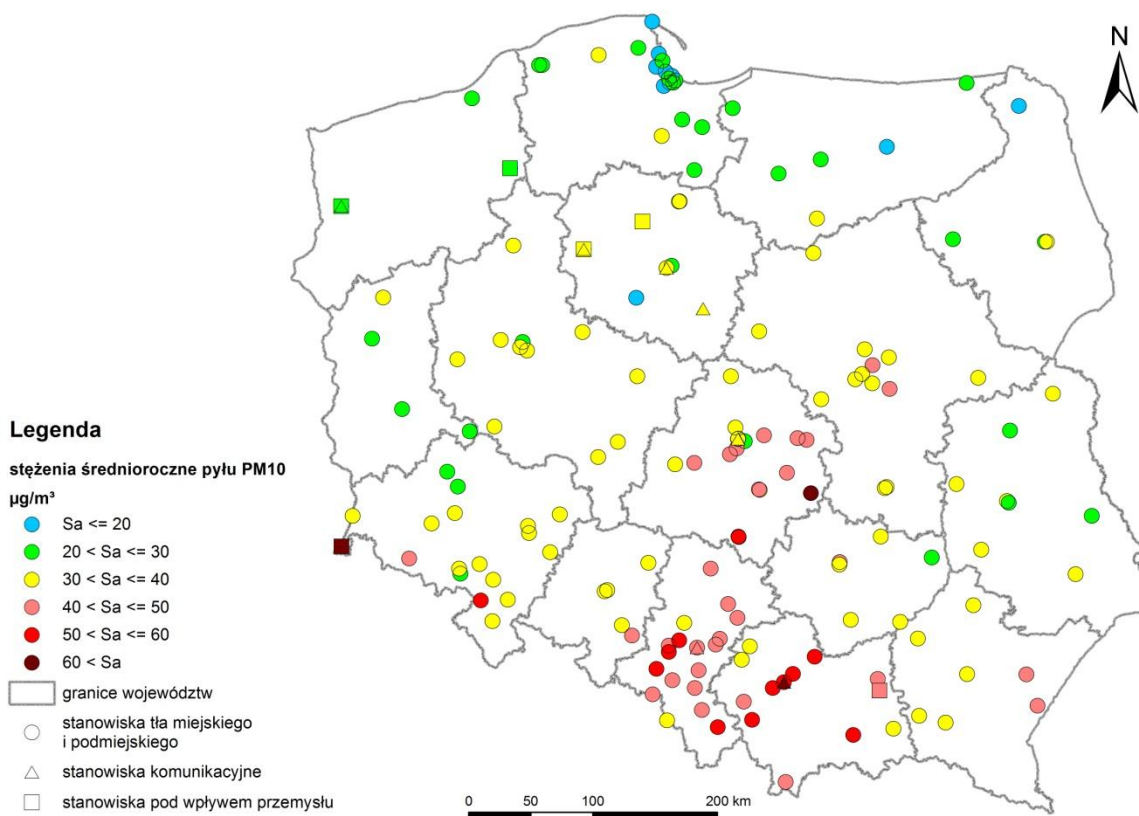
Jakość powietrza i wody pozostaje jednak niedostateczna. W szczególności trudna jest sytuacja mieszkańców miast narażonych na nadmiernie wysokie poziomy niektórych zanieczyszczeń powietrza. Najpoważniejsze konsekwencje zdrowotne wynikają z narażenia na obecność pyłu, benzo(a)pirenu i ozonu w powietrzu, co wiąże się ze skróceniem oczekiwanej długości życia, ostrymi i przewlekłymi schorzeniami układu oddechowego, chorobami układu krążenia oraz innymi dolegliwościami.

### 3.5.2. ZANIECZYSZCZENIE POWIETRZA PYŁEM PM10 I PM2,5

Od wielu lat najistotniejszym problemem jakości powietrza w Polsce są przekroczenia norm dla pyłu PM10 oraz PM2,5. Przekroczenia te mają miejsce zarówno w odniesieniu do standardu dobowego (np. PM10 –  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3 < 35$  razy), jak i rocznego (PM10 –  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i dotyczą przede wszystkim obszarów śródmiejskich dużych miast i aglomeracji.

Przekroczenia dopuszczalnych wartości dobowych stężeń PM10 z reguły mają miejsce w okresie zimowym i są związane najczęściej z emisją pyłu z indywidualnego ogrzewania budynków oraz z transportu. Na niektórych obszarach zaznacza się również wpływ emisji pierwotnej pochodzącej z zakładów przemysłowych, ciepłowni i elektrowni, a także emisji nieorganizowanej z działalności rolniczej.

Analizy wskaźnika narażenia ludności na ponadnormatywne oddziaływanie w odniesieniu do standardu średniorocznego pyłu PM10 wykazały, iż udział ludności narażonej w Polsce przekraczał średnią ogólnoeuropejską. Na Rysunku 21 przedstawiono rozkład zmierzonych stężeń średniorocznych pyłu PM10 na stacjach Państwowego Monitoringu Środowiska w roku 2012. Najwyższe stężenia odnotowano w województwach małopolskim, śląskim, łódzkim i dolnośląskim. Z kolei wartości najniższe wystąpiły w północnej części kraju, głównie w województwie pomorskim.



Rysunek 21. Średnie roczne stężenia pyłu PM10 w 2012 r. na stanowiskach miejskich i podmiejskich<sup>79</sup>

### 3.5.3. ZANIECZYSZCZENIE POWIETRZA OZONEM

Poziom stężenia ozonu troposferycznego w danym okresie i miejscu zależy przede wszystkim od warunków meteorologicznych (natężenie promieniowania słonecznego, temperatura powietrza), a także od stopnia zanieczyszczenia prekursorami ozonu (głównie  $\text{NO}_x$ , NMLZO), z których ozon powstaje na skutek procesów fotochemicznych. Stopień zanieczyszczenia powietrza ozonem mierzony jest wskaźnikami odnoszącymi stężenia ozonu do różnych skal czasowych. Powszechnie używanym wskaźnikiem jest określana w skali roku ilość przekroczeń wartości  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  przez maksima dzienne wyznaczone ze stężeń 8-godzinnych, przy czym dopuszczalna ilość przekroczeń wynosi 25. Dane pomiarowe, jak również wyniki modelowania za okres 2009–2012 wskazują na ponadnormatywne poziomy ww. wskaźnika w zachodniej i południowo-zachodniej części kraju. W rozpatrywanym okresie największe ilości przekroczeń odnotowano w kwietniu i w maju 2011 r. oraz w kwietniu, w maju i w lipcu 2012 r. Epizody wysokich stężeń ozonu w tych okresach były zjawiskiem o dużym zasięgu przestrzennym, obejmującym znaczną część kontynentu.

### 3.5.4. ZANIECZYSZCZENIE POWIETRZA BENZO(A)PIRENEM

Benzo(a)piren powstaje w trakcie niepełnego procesu spalania różnych paliw. Jest to szkodliwa substancja z grupy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) o działaniu rakotwórczym. Średnie roczne stężenia benzo(a)pirenu (zawartego w pyłe PM10), uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2012 roku na stanowiskach pomiarowych w miastach, były wysokie i wynosiły od  $0,4 \text{ ng}/\text{m}^3$  do  $15,1 \text{ ng}/\text{m}^3$  (przy wartości docelowej wynoszącej  $1,0 \text{ ng}/\text{m}^3$ ). Wartość niższą od poziomu docelowego uzyskano jedynie z pomiarów na stanowisku zlokalizowanym w Lublinie ( $0,4 \text{ ng}/\text{m}^3$ ).

<sup>79</sup> Źródło: Jakość powietrza w Polsce w roku 2012 w świetle wyników pomiarów prowadzonych w ramach PMŚ; IOŚ 2013

### 3.5.5. ZANIECZYSZCZENIE ŚRODOWISKA RTĘCIĄ

W Polsce emitowane są do środowiska znaczące ilości rtęci, głównie z powodu spalania węgla kamiennego i brunatnego w energetyce. Dla roku 2008 łączna emisja do powietrza, wód i gleby była szacowana na 25,7 Mg/rok, z czego 17,7 Mg/rok przypadało na emisję do powietrza<sup>80</sup>.

### 3.5.6. HAŁAS

Głównym zagrożeniem wpływającym na stan klimatu akustycznego w Polsce jest oddziaływanie hałasu komunikacyjnego. Hałas drogowy stanowi zagrożenie przede wszystkim na terenach zurbanizowanych. W większości dużych miast występują przekroczenia dopuszczalnych poziomów hałasu środowiskowego. W przypadku poziomów wysokich i najwyższych, po wzroście liczby takich przypadków do końca lat dziewięćdziesiątych XX w., zaczęto rejestrować ich powolny spadek. Analizy wskazują na powolne, choć w niektórych przypadkach znaczne (szczególnie w odniesieniu do linii magistralnych), zmniejszanie się ekspozycji ludności na hałas emitowany przez ruch kolejowy. Podstawowe przyczyny to zmniejszenie natężenia ruchu, rewitalizacja wielu odcinków linii kolejowych oraz systematyczna, choć powolna, wymiana taboru na mniej hałaśliwy.

Hałas samolotów na terenach otaczających porty lotnicze jest akustycznym zjawiskiem uciążliwym dla ludzi i środowiska. Można oczekiwać systematycznego wzrostu poziomu hałasu z ruchu lotniczego w związku z rozwojem lotnictwa cywilnego. Będzie on jednak hamowany wprowadzaniem nowych technologii.

### 3.5.7. JAKOŚĆ WÓD POWIERZCHNIOWYCH I PODZIEMNYCH

Kompleksową informację na temat jakości wód powierzchniowych i podziemnych zawarto w rozdziale 3.6, natomiast w tym rozdziale skupiono się na wpływie jakości wód na zdrowie ludzi.

Szacuje się, że obecnie w Polsce jest eksploatowanych ok. 9 tys. wodociągów, które pokrywają zapotrzebowanie ok. 33 mln ludności. Około 5 mln osób korzysta z własnych ujęć, w tym ze studni przydomowych.

Stan jakości wód powierzchniowych i podziemnych pośrednio wpływa na jakość wody pitnej. Stosowanie zaawansowanych technik uzdatniania wody znacząco ogranicza ewentualne zagrożenia zdrowotne dla odbiorców wody przeznaczonej do spożycia. Obowiązujące normy w zakresie wskaźników fizykochemicznych i bakteriologicznych są w Polsce generalnie przez dostawców wody pitnej dotrzymywane. Według raportu Głównego Inspektoratu Sanitarnego, dotyczącego zaopatrzenia ludności w wodę w roku 2011, woda spożywana w ramach zaopatrzenia zbiorowego w zakresie mikrobiologii w ponad 99% była bezpieczna dla zdrowia ludzi i nie stanowiła ryzyka zachorowania na choroby wodopochodne. W zakresie parametrów chemicznych około 95% konsumentów wody w systemie zaopatrzenia zbiorowego otrzymywało wodę całkowicie spełniającą obowiązujące normy, natomiast pozostałe 5% zaopatrzenia objęto procedurą czasowych odstępstw udzielanych przez organy Państwowej Inspekcji Sanitarnej. Najczęstszą przyczyną ubiegania się dostawców wody o odstępstwa były przekroczenia dopuszczalnej normy zawartości azotanów w wodzie pitnej. Skażenie wody azotanami następuje najczęściej poprzez ich przenikanie z pól uprawnych do gleby, a następnie do wód powierzchniowych i gruntowych. Skutki zdrowotne skażenia wody azotanami obejmują m.in. choroby krwi u niemowląt. Obecność azotanów w wodzie sprzyja również powstawaniu rakotwórczych nitrozoamin. Intensywny monitoring wody pitnej oraz stosowanie procedury odstępstw warunkowych mają prowadzić do minimalizacji problemu azotanów i ich negatywnego wpływu na zdrowie.

Z punktu widzenia oceny warunków środowiskowych wpływających na jakość życia i zdrowie istotna jest również jakość wody w kąpieliskach. Wg danych za rok 2012 w Polsce 98,2% kąpielisk spełniała minimalne standardy jakości wody, zaś w 68,3% jakość wód była wysoka.

<sup>80</sup> D. Panasiuk i in.; Scenariusze emisji rtęci do powietrza, wód i gleby w Polsce do roku 2020; EC Opole 2012

### 3.5.8. PROMIENIOWANIE JONIZUJĄCE

Promieniowanie jonizujące – promieniowanie (elektromagnetyczne lub korpuskularne) powodujące jonizację materii<sup>81</sup> tj. oderwanie przynajmniej jednego elektronu od atomu lub cząsteczki albo wybitcie go ze struktury krystalicznej. Promieniowanie może jonizować materię bezpośrednio lub pośrednio. Promieniowanie jonizujące bezpośrednio to strumień cząstek obdarzonych ładunkiem elektrycznym: promieniowanie alfa ( $\alpha$ ) i promieniowanie beta ( $\beta$ ). Promieniowanie jonizujące pośrednio to promieniowanie składające się z obiektów nieposiadających ładunku elektrycznego.

Do tego rodzaju promieniowania należy promieniowanie neutronowe (n) oraz promieniowanie elektromagnetyczne (promieniowanie rentgenowskie (X), promieniowanie gamma ( $\gamma$ ); o energiach wyższych od energii nadfioletu)<sup>82</sup>. Promieniowanie gamma to promieniowanie elektromagnetyczne o długości fali od około  $10^{-11}$  do  $10^{-8}$  cm powstające w wyniku przejść kwantowych między poziomami energetycznymi jąder atomowych<sup>83</sup>.

Na promieniowanie jonizujące pochodzenia naturalnego składa się promieniowanie kosmiczne i promieniowanie radionuklidów naturalnych obecnych w środowisku Ziemi. **Promieniowanie kosmiczne** pierwotne to głównie protony oraz cząstki alfa, które oddziałują z jądrami pierwiastków znajdujących się w atmosferze emitując mezony, fotony, protony i neutrony o bardzo dużych energiach.

**Radionuklidy naturalne** z kolei utworzone w okresie formowania się systemu słonecznego (np. jądra toru <sup>232</sup>Th oraz uranu <sup>235</sup>U i <sup>238</sup>U) mają długie okresy połowicznego zaniku, porównywalne z wiekiem Ziemi (dokładniej, z wiekiem najstarszych skał skorupy ziemskiej, ocenianym na ok. 5 miliardów lat) i dlatego mogły przetrwać w skorupie ziemskiej w ilościach obserwowalnych.<sup>84</sup> Rozpadając się, dają początek całym szeregom (rodzinom) promieniotwórczym. Radionuklidy tych szeregów są emiterami promieniowania alfa, beta i gamma. W środowisku Ziemi są obecne radionuklidy trzech naturalnych szeregów promieniotwórczych: uranowo-radowego, torowego oraz uranowo-aktynowego. Każdy szereg składa się z jąder promieniotwórczych, które powstają w drodze kolejnych rozpadów  $\alpha$  lub  $\beta$  jednego z wymienionych jąder wyjściowych, i kończą się na jądrze trwałym. Ważnym izotopem naturalnie promieniotwórczym, z uwagi na jego duży udział w ziemskim tle promieniowania jonizującego, jest potas <sup>40</sup>K, stanowiący 0,0119% potasu naturalnego. <sup>40</sup>K emituje promieniowanie beta i gamma. Drugą grupę radionuklidów naturalnych stanowią radionuklidy powstające w wyniku reakcji jądrowych zachodzących między cząstkami promieniowania kosmicznego z jądrami niektórych pierwiastków występujących w powietrzu. Najważniejszymi radionuklidami tej grupy są <sup>3</sup>H, <sup>7</sup>Be, <sup>22</sup>Na i <sup>14</sup>C.

Wartości stężeń promieniotwórczych radionuklidów szeregu uranowo-radowego, szeregu torowego i potasu <sup>40</sup>K w glebach zależne są od radioaktywności skał, z których te gleby powstały oraz od procesów glebotwórczych. Stężenia naturalnych radionuklidów z uwagi na ich bardzo długie okresy połowicznego zaniku praktycznie nie ulegają zmianom w czasie, ale mogą różnić się między sobą o kilka rzędów wielkości, w zależności od naturalnych i sztucznie wytwarzanych warunków lokalnych. Na ich stężenia może mieć wpływ działalność człowieka np. działalność przemysłu wydobywczego i energetycznego w tym powstawanie wysypisk, hałd i stawów osadowych czy nawożenie związkami fosforu i potasu.

**Radioaktywność pochodzenia sztucznego** w środowisku wynika z wybuchów jądrowych oraz powstaje na skutek działalności elektrowni jądrowych i innych zakładów techniki jądrowej oraz w szczególności ich awarii. Innymi źródłami radioaktywności pochodzenia sztucznego w środowisku są radioizotopy stosowane w medycynie, przemyśle i badaniach naukowych.

W wyniku awarii elektrowni jądrowej (np. awaria EJ w Czarnobylu oraz awaria w elektrowni jądrowej Fukushima Dai-ichi w Japonii) do środowiska mogą się wydostać sztuczne radionuklidy będące emiterami promieniowania alfa, beta i gamma. To, jakie konkretnie izotopy wydostaną się w wyniku awarii do środowiska może się różnić w zależności od typu elektrowni, tj. użytego paliwa, moderatora, itp. Większość z nich ma krótki okres połowicznego rozpadu. Natomiast izotopy o długim, wieloletnim okresie połowicznego rozpadu jak cez <sup>137</sup>Cs ( $T_{1/2} = 30,15$  lat), stront <sup>90</sup>Sr ( $T_{1/2} = 28,78$  lat), radionuklidy plutonu

<sup>81</sup> Atlas radiologiczny Polski 2011, GIOŚ, Warszawa, Biblioteka Monitoringu Środowiska, 2012

<sup>82</sup> Adam Strzałkowski: *Wstęp do fizyki jądra atomowego*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1978

<sup>83</sup> Atlas radiologiczny Polski 2011, GIOŚ, Warszawa, Biblioteka Monitoringu Środowiska, 2012

<sup>84</sup> Fizyka jądrowa, (Opracowanie popularne), Adam Sobiczewski, Instytut Problemów Jądrowych im. Andrzeja Sołtana, Warszawa

$^{239}\text{Pu}$  ( $T_{1/2} = 24110$  lat) i  $^{240}\text{Pu}$  ( $T_{1/2} = 6563$  lata), a w początkowym okresie po awarii również cez  $^{134}\text{Cs}$  ( $T_{1/2} = 2,06$  lat), mogą znacznie dłużej zanieczyszczać środowisko. Radionuklidy  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{239}\text{Pu}$  i  $^{240}\text{Pu}$  są mniej lotne niż izotopy cezu, stąd ich depozycja jest bardziej ograniczona do obszarów położonych bliżej miejsca awarii niż depozycja  $^{137}\text{Cs}$ .<sup>85</sup>

Sytuacja radiacyjna w Polsce jest monitorowana przez Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki i uwzględnia badania prowadzone na zlecenie GIOŚ w ramach Programu Państwowego Monitoringu Środowiska. Prowadzone są pomiary mocy dawki promieniowania gamma w określonych lokalizacjach na terenie kraju oraz pomiary zawartości izotopów promieniotwórczych w głównych komponentach środowiska (woda, powietrze, gleba). Na zlecenie GIOŚ w 2013 roku badania były prowadzone:

- w wodach powierzchniowych, osadach dennych i glebie przez Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej,
- w powietrzu atmosferycznym przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy.

### 3.5.8.1. MONITORING PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO W PRZYZIEMNEJ WARSTWIE ATMOSFERY<sup>86</sup>

W 2013 roku przeprowadzono badania:

- mocy dawki promieniowania gamma w powietrzu z rejestracją wartości średnich godzinowych i średnich dobowych na 9 stacjach pomiarowych sieci wczesnego wykrywania skażeń promieniotwórczych (w Warszawie, Gdyni, Włodawie, Świnoujściu, Gorzowie Wlkp., Lesku, Zakopanem, Legnicy i Mikołajkach);
- radioaktywności próbek aerozoli powietrza na 7 stacjach sieci (we Włodawie, Świnoujściu, Gorzowie Wlkp., Lesku, Zakopanem, Legnicy i Mikołajkach) z rejestracją średnich godzinowych i średnich dobowych wartości aktywności promieniotwórczej emiterów promieniowania alfa i beta oraz wyznaczanej aktywności sztucznych emiterów beta promieniotwórczych;
- globalnej aktywności beta próbek dobowego opadu całkowitego oraz próbek miesięcznego opadu całkowitego na 9 stacjach pomiarowych (w Warszawie, Gdyni, Włodawie, Świnoujściu, Poznaniu, Lesku, Zakopanem, Legnicy i Mikołajkach);
- aktywności  $^{137}\text{Cs}$  i wybranych naturalnych izotopów gamma promieniotwórczych w zbiorczych próbkach miesięcznego opadu całkowitego;
- aktywności  $^{90}\text{Sr}$  w zbiorczych próbkach miesięcznego opadu całkowitego.

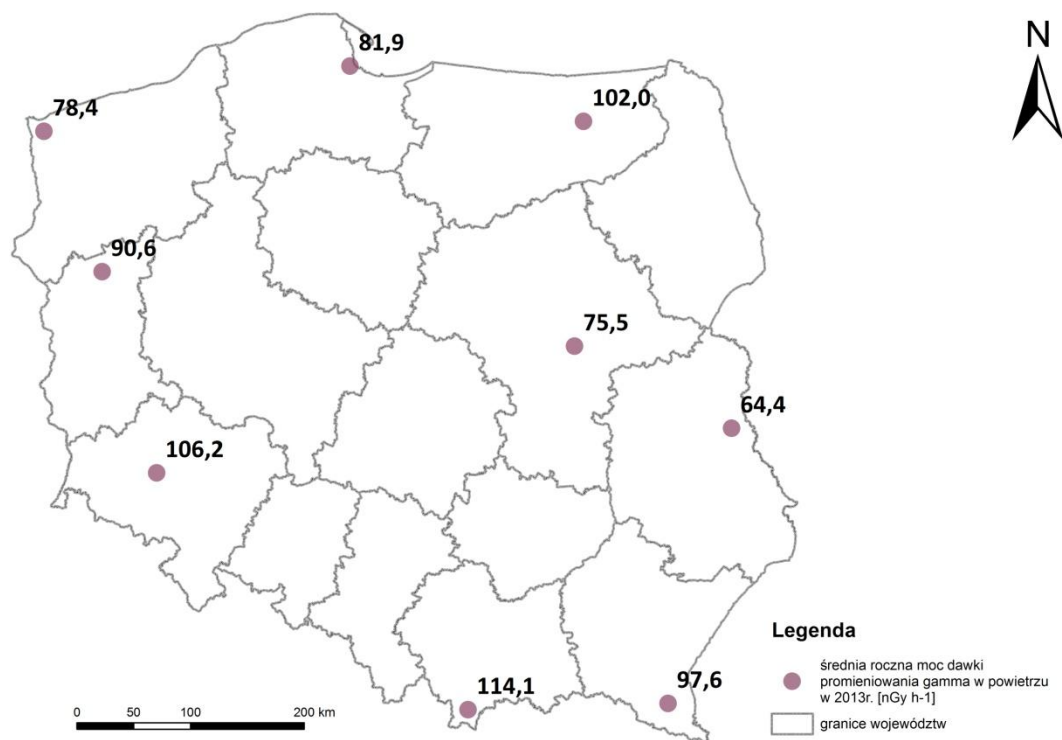
#### Moc dawki promieniowania gamma

Średnia roczna moc dawki promieniowania gamma w powietrzu wyznaczona na podstawie danych dobowych zmierzonych<sup>87</sup> na 9 stacjach w 2013 roku wynosiła  $90,1 \text{ nGy}\cdot\text{h}^{-1}$ . Najniższe wartości w ciągu całego roku rejestrowano na stacji Włodawa (roczna wartość średnia wynosiła  $64,4 \text{ nGy}\cdot\text{h}^{-1}$ ), najwyższe natomiast na stacji Zakopane z wartością średnią  $114,1 \text{ nGy}\cdot\text{h}^{-1}$ . Wysokie wartości zmierzono także na stacjach w Mikołajkach  $102,0 \text{ nGy}\cdot\text{h}^{-1}$  i Legnicy  $106,2 \text{ nGy}\cdot\text{h}^{-1}$ . Rysunek poniżej przedstawia wyniki średniej rocznej mocy dawki promieniowania gamma w powietrzu w 2013 roku.

<sup>85</sup> Atlas radiologiczny {Polski 2011, GIOŚ, Warszawa, Biblioteka Monitoringu Środowiska, 2012

<sup>86</sup> Wykonywanie pomiarów w sieci wczesnego wykrywania skażeń promieniotwórczych. Raport za rok 2013; IMGW 2014

<sup>87</sup> Wykonywanie pomiarów w sieci wczesnego wykrywania skażeń promieniotwórczych. Raport za rok 2013; IMGW 2014



Rysunek 22. Średnia roczna moc dawki promieniowania gamma w powietrzu w 2013 r.<sup>88</sup>

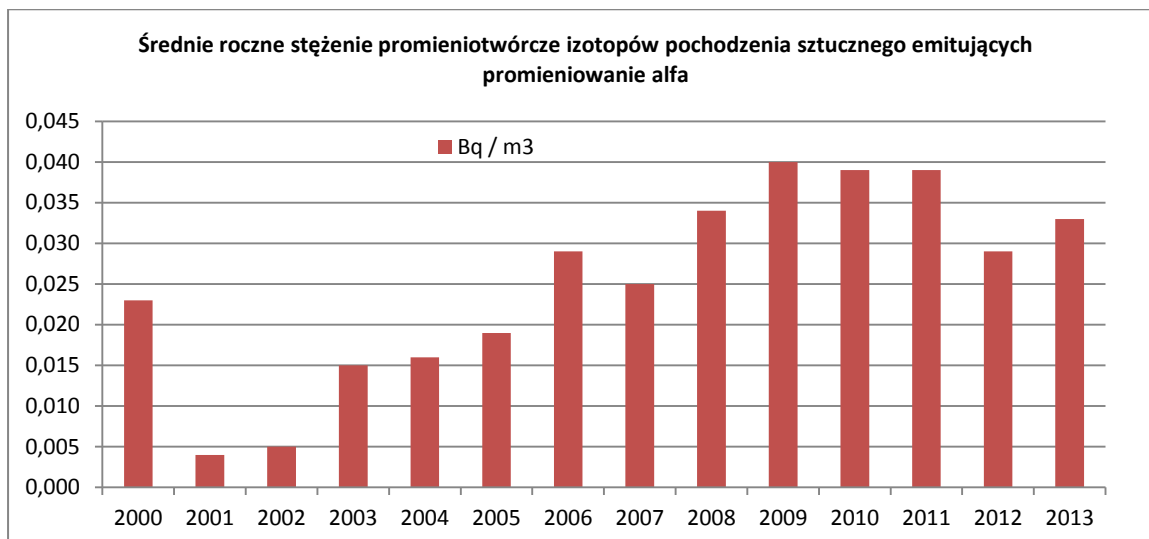
Głównym elementem determinującym moc dawki promieniowania gamma jest lokalizacja geograficzna, wyniki wykazują natomiast brak zmienności sezonowej. W latach 2000-2013 nie obserwowano wyraźnych trendów ani istotnych zmian średniej mocy dawki promieniowania gamma charakterystycznej dla obszaru Polski. W latach 2000-2013 wartości mocy dawki promieniowania gamma zmieniały się w stosunkowo wąskim przedziale od 89,6 nGy·h<sup>-1</sup> w 2010 roku do 99,1 nGy·h<sup>-1</sup> w roku 2000. Średnia wartość uzyskana ze średnich rocznych w badanych latach wyniosła 95,0 nGy·h<sup>-1</sup>.

### Radioaktywności próbek aerozoli powietrza

Średnie roczne stężenie promieniotwórcze izotopów naturalnych emitujących promieniowanie alfa w aerozolach zawieszonych w powietrzu w 2013 roku wynosiło 5,3 Bq/m<sup>3</sup> i było niższe zarówno od wartości średniej dla roku 2012 (6,0 Bq/m<sup>3</sup>), jak i wartości średniej wyznaczonej dla okresu 2000-2013 (6,9 Bq/m<sup>3</sup>). W przypadku izotopów pochodzenia sztucznego średnie roczne stężenie promieniotwórcze wyniosło 0,033 Bq/m<sup>3</sup>. Na dwóch stacjach w Mikołajkach i Świnoujściu odnotowano miesięczne wartości minimalne pozostające poniżej limitów detekcji. Na pozostałych stacjach poziom średnich rocznych stężeń wahał się od 0,004 Bq/m<sup>3</sup> do 0,105 Bq/m<sup>3</sup> w Gorzowie Wielkopolskim. Poziom promieniowania alfa pochodzenia sztucznego przyjmuje niskie wartości na poziomie tła i stanowi tylko ok. 0,6% poziomu radioaktywności związanego z promieniowaniem alfa ze źródeł naturalnych.

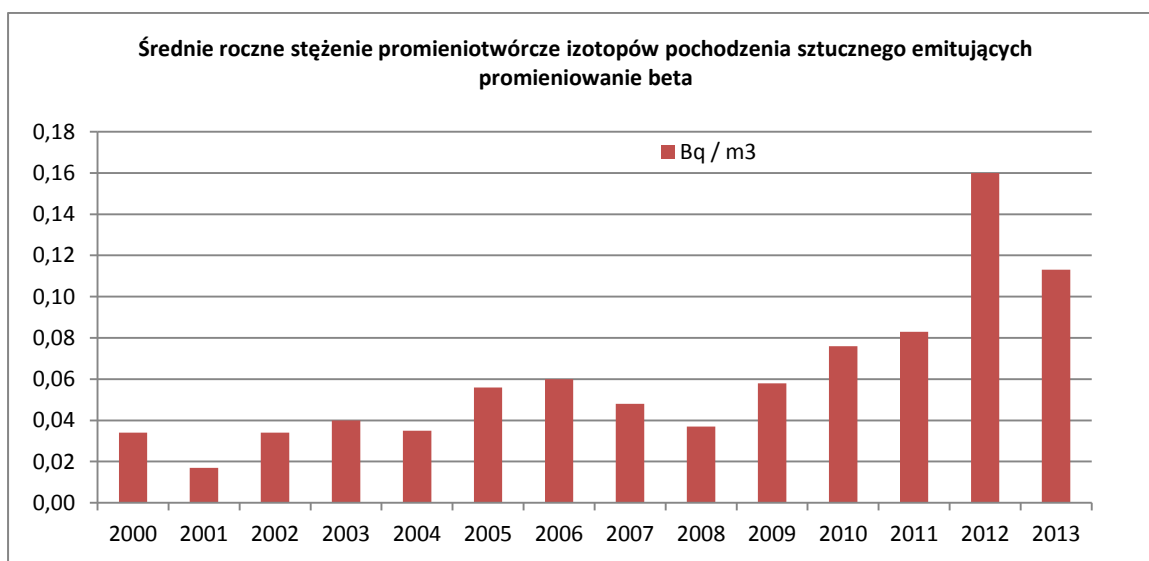
Rysunek 23 prezentuje zmienność średniego rocznego stężenia promieniotwórczego izotopów pochodzenia sztucznego w latach 2000 i 2013. W badanym okresie najniższe średnie roczne stężenie 0,004 Bq/m<sup>3</sup> odnotowano w 2001 roku, najwyższe zaś w roku 2009 (0,040 Bq/m<sup>3</sup>).

<sup>88</sup> Źródło: opracowanie własne na podstawie raportu Wykonywanie pomiarów w sieci wczesnego wykrywania skażeń promieniotwórczych. Raport za rok 2013; IMGW 2014



Rysunek 23. Zmienność średniego rocznego stężenia promieniotwórczego izotopów pochodzenia sztucznego emitujących promieniowanie alfa w latach 2000 i 2013 r.<sup>89</sup>

W roku 2013 średnie wyniki stężeń izotopów pochodzenia sztucznego emitujących promieniowanie beta dla poszczególnych miesięcy dosyć często pozostawały poniżej limitu detekcji stosowanej metody pomiarowej. Stężenia promieniotwórcze izotopów emitujących promieniowanie beta w aerozolach zmieniały się w bardzo szerokim zakresie od średniej wartości rocznej równej 0,001 Bq/m<sup>3</sup> obserwowanej na stacji Włodawa do wartości 0,311 Bq/m<sup>3</sup> w Gorzowie Wielkopolskim.



Rysunek 24. Zmienność średniego rocznego stężenie promieniotwórczego izotopów pochodzenia sztucznego emitujących promieniowanie beta w latach 2000 - 2013<sup>90</sup>

Najwyższa wartość w okresie 2000-2013 była zarejestrowana w 2012 roku i wynosiła 0,160 Bq/m<sup>3</sup>. Niezależnie od wahań wartości są one na poziomie tła.

### Aktywność beta opadu atmosferycznego

W 2013 roku średnia roczna aktywność izotopów emitujących promieniowanie beta całkowitego opadu atmosferycznego (0,3 Bq/m<sup>2</sup>) była najniższa w okolicach Świnoujścia, co może mieć związek z częstszymi

<sup>89</sup> Źródło: opracowanie własne na podstawie raportu Wykonywanie pomiarów w sieci wczesnego wykrywania skażeń promieniotwórczych. Raport za rok 2013; IMGW 2014

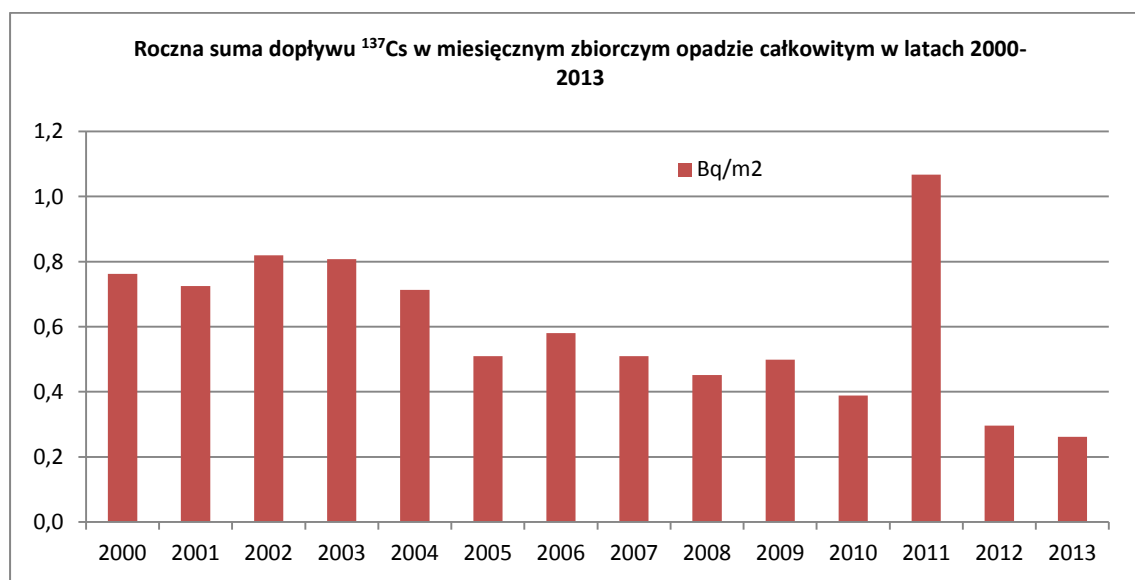
<sup>90</sup> Źródło: opracowanie własne na podstawie raportu Wykonywanie pomiarów w sieci wczesnego wykrywania skażeń promieniotwórczych. Raport za rok 2013; IMGW 2014

i bardziej intensywnymi wiatrami występującymi w strefie nadmorskiej. Najwyższe średnie roczne aktywności beta ( $1,1 \text{ Bq/m}^2$ ) zmierzone zostały w Mikołajkach i Legnicy. Średnia aktywność beta w miesięcznym opadzie całkowitym charakterystyczna dla roku 2013 ( $7,3 \text{ Bq/m}^2$ ) była identyczna z wartością średnią obliczoną w poprzednim roku, a także zbliżona do wartości średniej wyznaczonej dla okresu 2000-2013. Wartości otrzymane dla poszczególnych lat zmieniały się w zakresie od  $6,0$  do  $8,2 \text{ Bq/m}^2$ .

Z kolei średnie roczne wartości aktywności beta wody opadowej w 2013 roku wahały się od  $181,2 \text{ mBq/l}$  w Świnoujściu do  $425,5 \text{ mBq/l}$  w Mikołajkach. Średnia roczna dla całego obszaru Polski wynosiła  $315 \text{ mBq/l}$  i jest najniższą wartością obserwowaną w latach 2000-2013.

### Stężenie promieniotwórcze $^{137}\text{Cs}$ i $^{134}\text{Cs}$ dla całkowitego opadu miesięcznego

W 2013 roku średnie stężenie promieniotwórcze  $^{137}\text{Cs}$  w zbiorczych próbkach całkowitego opadu miesięcznego wynosiło  $0,025 \text{ Bq/m}^2$ , przy czym w miesiącach wiosenno – letnich rejestruje się zazwyczaj wyższe stężenia. Jednocześnie stężenie promieniotwórcze  $^{134}\text{Cs}$  nie przekroczyło limitu detekcji stosowanej metody pomiarowej. Porównanie wyników z lat poprzednich wskazuje, że wzrost stężeń  $^{137}\text{Cs}$  w okresie wiosenno-letnim jest powtarzalny. Maksymalne stężenia  $^{137}\text{Cs}$  w okresie 2000 – 2013 odnotowano w 2011 roku jako efekt dopływu bardziej skażonych mas powietrza po awarii elektrowni atomowej Fukushima Daichii w Japonii (marzec 2011). W roku 2011 nastąpił również znaczny wzrost stężeń  $^{134}\text{Cs}$ , podczas gdy w latach poprzednich jego aktywność pozostawała poniżej progu detekcji stosowanej metody analitycznej, co może być potwierdzeniem wyraźnego wpływu awarii. Wyższe stężenia cezu utrzymywały się w okresie od marca do ok. maja 2011 roku i związane były z przemieszczaniem się mas powietrza zawierających podwyższone stężenia radionuklidów pochodzenia sztucznego (m.in. cezu  $^{137}\text{Cs}$ ) nad terytorium Polski. W kolejnych miesiącach stężenie  $^{137}\text{Cs}$  w przyziemnej warstwie atmosfery wróciło do stanu sprzed awarii. Wg polskiego dozoru jądrowego – Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki substancje uwolnienia do atmosfery w wyniku awarii w elektrowni Fukushima Dai-ichi nie stanowiły żadnego zagrożenia dla ludzi i środowiska.<sup>91</sup> Pomijając rok 2011, obserwuje się systematyczny spadek sumarycznego dopływu  $^{137}\text{Cs}$  z atmosfery, co ilustruje rysunek poniżej. Zmiany stężeń  $^{137}\text{Cs}$  spowodowane są rozpadem promieniotwórczym ( $T_{1/2} = 30$  lat).



Rysunek 25. Zmienność rocznej sumy dopływu  $^{137}\text{Cs}$  w miesięcznym zbiorczym opadzie całkowitym w latach 2000-2013<sup>92</sup>

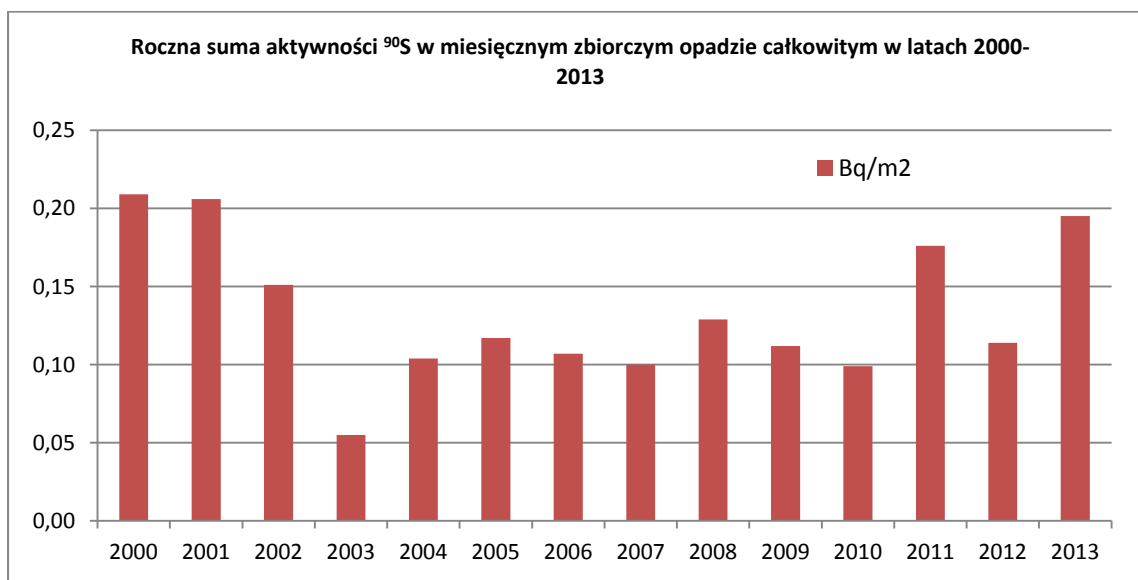
<sup>91</sup> <http://paa.gov.pl/bezpieczenstwo-jadowe-i-ochrona-radiologiczna/fukushima/skazenie-promieniotworcze-powietrza-w-polsce>

<sup>92</sup> Źródło: opracowanie własne na podstawie raportu Wykonywanie pomiarów w sieci wczesnego wykrywania skażeń promieniotwórczych. Raport za rok 2013; IMGW 2014



### Stężenie promieniotwórcze $^{90}\text{Sr}$ dla całkowitego opadu miesięcznego

W 2013 roku roczna suma obliczona z wartości miesięcznych wynosi  $0,195 \text{ Bq/m}^2$ . Porównując roczne sumy aktywności  $^{90}\text{Sr}$  w latach 2000-2013 z Rysunku 26 można zaobserwować brak w przypadku  $^{90}\text{Sr}$  jednoznacznego trendu spadkowego jak w przypadku  $^{137}\text{Cs}$ . Największe aktywności  $^{90}\text{Sr}$  obserwowano w latach 2000-2002 i następnie w 2011 roku w wyniku dopływu związanego z awarią w Fukushima. Główną przyczyną tego może być inny chemizm izotopu strontu i inna dystrybucja w atmosferze. Stosunkowo wysoki w porównaniu z poprzednimi latami sumaryczny dopływ  $^{90}\text{Sr}$  w 2013 może mieć związek ze specyficznym transportem mas powietrza. Należy też zauważyć, że ilość strontu wprowadzona w wyniku awarii w 2011 była zdecydowanie niższa niż miało to miejsce w przypadku cezu.



Rysunek 26. Zmienność rocznej sumy aktywności  $^{90}\text{Sr}$  w miesięcznym zbiorczym opadzie całkowitym w latach 2000-2013<sup>93</sup>

### Stężenie promieniotwórcze izotopów naturalnych: $^{226}\text{Ra}$ , $^7\text{Be}$ , $^{228}\text{Ac}$ , $^{40}\text{K}$ dla całkowitego opadu miesięcznego

Roczna suma aktywności  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^7\text{Be}$ ,  $^{228}\text{Ac}$ ,  $^{40}\text{K}$  w roku wynosi odpowiednio:  $0,848 \text{ Bq/m}^2$ ,  $790,772 \text{ Bq/m}^2$ ,  $0,069 \text{ Bq/m}^2$ ,  $22,519 \text{ Bq/m}^2$ . W przypadku wszystkich izotopów obserwowano pewną zmienność sezonową: niższe aktywności w miesiącach zimowych oraz wzrost stężeń w sezonie letnim. Analizując zmienność aktywności w poszczególnych latach, izotopy pochodzenia naturalnego nie wykazują widocznych trendów zmian stężeń promieniotwórczych w zbiorczym natomiast podlegają zmienności w środowisku ziemskim. Jednak wartości mieszczą się w pewnych charakterystycznych dla siebie rzędach wielkości, które jednocześnie wyznaczają poziom tła.

### Podsumowanie

Wskaźniki charakteryzujące poziom promieniowania jonizującego w przyziemnej warstwie atmosfery począwszy od lat 90-tych ubiegłego wieku przyjmują niskie, stabilne wartości. W 2013 roku poziom promieniotwórczości w przyziemnej warstwie atmosfery związany z obecnością izotopów promieniotwórczych sztucznych i naturalnych nie odbiegał w sposób zasadniczy od poziomu, który obserwowano w latach poprzednich.

#### 3.5.8.2. MONITORING ZAWARTOŚCI IZOTOPÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH W GLEBIE

W roku 2012 prowadzone pomiary obejmowały pomiary stężenia  $^{137}\text{Cs}$  i radionuklidów naturalnych:  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ac}$  i  $^{40}\text{K}$  w 254 próbkach pobranych z powierzchniowej (0-10) cm warstwy gleby oraz w 10 próbkach

<sup>93</sup> Źródło: opracowanie własne na podstawie raportu Wykonywanie pomiarów w sieci wczesnego wykrywania skażeń promieniotwórczych. Raport za rok 2013; IMGW 2014

pobranymi z warstwy (0-25) cm. Łącznie uzyskano wyniki dla 264 próbek pobranych w październiku 2012 roku z terenu całej Polski.

## Cez

W 2012 roku stężenie powierzchniowe  $^{137}\text{Cs}$  w glebie wahało się dla Polski w granicach od 0,22 kBq/m<sup>2</sup> do 17,97 kBq/m<sup>2</sup>, wartość średnia wynosiła 1,53 kBq/m<sup>2</sup>. Stężenie  $^{137}\text{Cs}$  w ponad 60% badanych próbek (dla 160 próbek), pobranych z warstwy (0-10) cm gleby zawiera się w granicach od 0,5 do 1,5 kBq/m<sup>2</sup>.

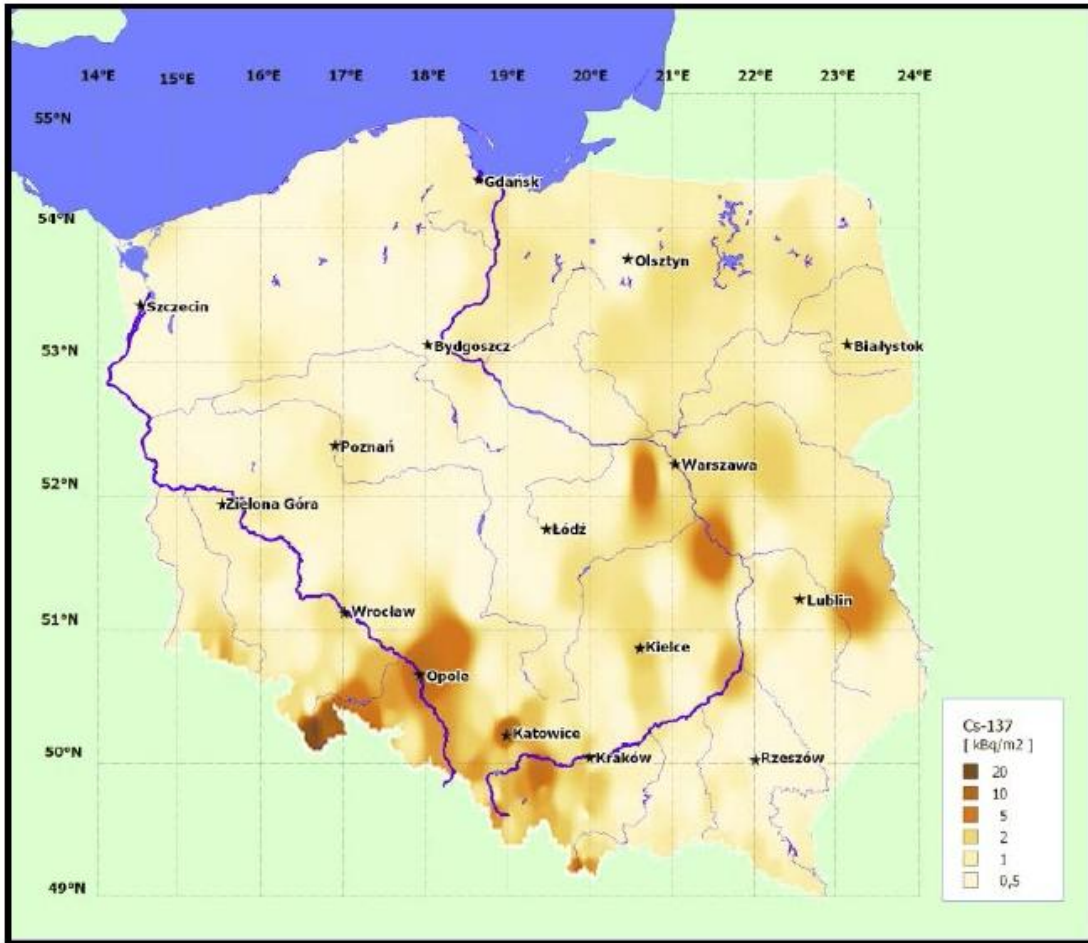
Maksymalne wartości depozycji  $^{137}\text{Cs}$  otrzymano dla próbek gleby pobranych w województwie dolnośląskim i śląskim w następujących miejscowościach:

- Długopole Zdrój (woj. dolnośląskie) - 17,97 kBq/m<sup>2</sup>,
- Łądek Zdrój (woj. dolnośląskie) - 12,00 kBq/m<sup>2</sup>,
- Bolesławów (woj. dolnośląskie) - 10,22 kBq/m<sup>2</sup>,
- Katowice (woj. śląskie) - 7,84 kBq/m<sup>2</sup>.

Stężenie promieniotwórczego izotopu  $^{137}\text{Cs}$  w glebie związane jest przede wszystkim ze skutkami awarii elektrowni jądrowej w Czarnobylu z 1986 roku. Obserwowana na terenie Polski nierównomierność stężeń izotopu  $^{137}\text{Cs}$  w glebie wynika zarówno z przebiegu trajektorii przenoszenia się mas skażonego powietrza powstałych w efekcie awarii elektrowni jądrowej w Czarnobylu jak i rozkładu występowania opadów atmosferycznych bezpośrednio po katastrofie. Badania wieloletnie<sup>94</sup> potwierdzają, że charakter rozkładu powierzchniowych stężeń  $^{137}\text{Cs}$  nie zmienia się. Najwyższe wartości występują w województwach dolnośląskim, śląskim, opolskim i mazowieckim, co przedstawia rysunek poniżej.

---

<sup>94</sup> Monitoring stężenia  $^{137}\text{Cs}$  w glebie w latach 2012-2013; Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej, 2014

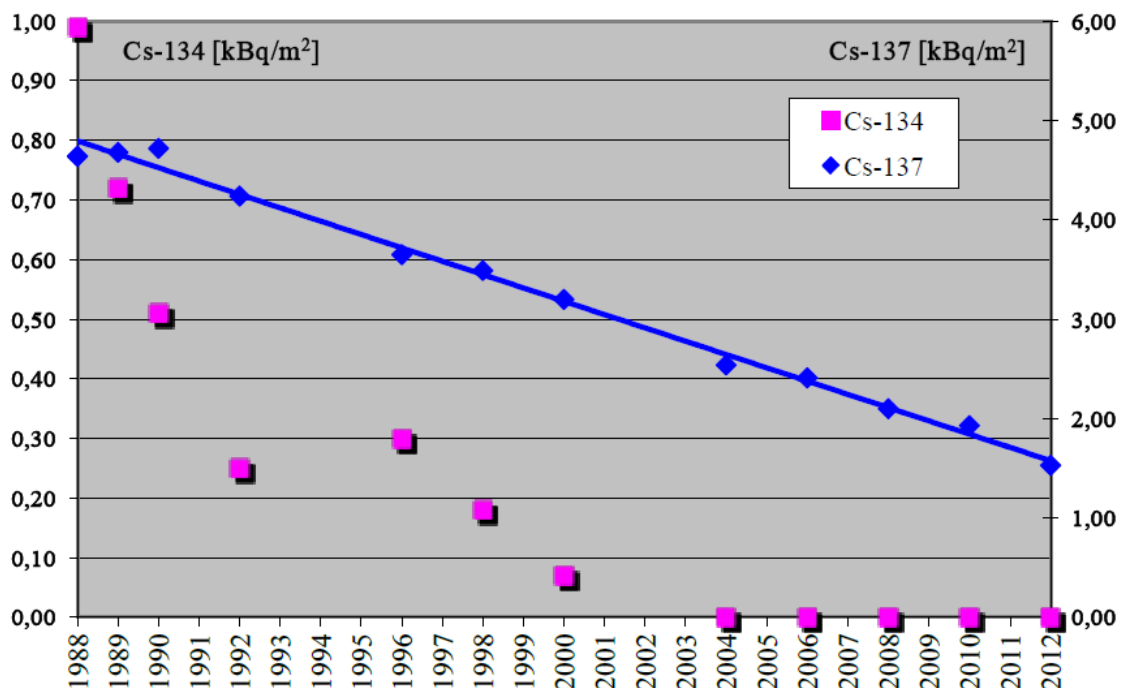


Rysunek 27. Powierzchniowe stężenie  $^{137}\text{Cs}$  w [Polsce ( $\text{kBq}/\text{m}^2$ ) w próbkach gleby pobranych w 2012 roku<sup>95</sup>

Stężenia cezu dla warstwy (0-10) cm w są niższe od stężeń cezu dla warstwy (0-25) cm, co wskazuje, że poczynobylski  $^{137}\text{Cs}$  nie tylko pozostaje na powierzchni, ale również wnika w głębsze warstwy. Średnie dla Polski stężenie  $^{137}\text{Cs}$  wyrażone w [ $\text{kBq}/\text{m}^2$ ] mało od wartości 4,64 w roku 1988 do 1,52 w roku 2012 (Rysunek 28). Zmiany stężeń  $^{137}\text{Cs}$  spowodowane są rozpadem promieniotwórczym ( $T_{1/2} = 30$  lat), oraz procesami migracji w środowisku głównie wnikaniem cezu w głębsze warstwy gleby.

Stężenie  $^{134}\text{Cs}$  we wszystkich punktach poboru gleby na terenie kraju w roku 2012 było poniżej dolnej granicy detekcji stosowanej metody pomiarowej. Stężenie  $^{134}\text{Cs}$  w okresie 1988-2012 zmieniało się zgodnie z okresem połowicznego zaniku wynoszącym, ok. 2 lat i radionuklid obecnie nie występuje w glebach Polski.

<sup>95</sup> Źródło: Monitoring stężenia  $^{137}\text{Cs}$  w glebie w latach 2012-2013, Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej, Zakład Dozymetrii na zlecenie GIOŚ w ramach Programu PMŚ, 2014



Rysunek 28. Zmiany stężeń cesów <sup>137</sup>Cs oraz <sup>134</sup>Cs [w kBq/m<sup>2</sup>] w powierzchniowej warstwie gleby w Polsce w latach 1988-2012<sup>96</sup>

W ramach pomiarów badano wpływ awarii w elektrowni jądrowej Fukushima Dai-Ichi w Japonii. W wyniku awarii nad terytorium naszego kraju dotarły masy skażonego powietrza zawierającego kilka radionuklidów pochodzenia sztucznego (m.in. <sup>137</sup>Cs oraz <sup>134</sup>Cs). Analizy wykazały brak widocznego wpływu awarii na wzrost stężeń izotopów promieniotwórczych pochodzenia sztucznego w powierzchniowej warstwie gleby w Polsce. W jednym przypadku w badanej glebie stwierdzono obecność cesu <sup>134</sup>Cs (woj. pomorskie, 0,05 kBq/m<sup>2</sup>), w kilku przypadkach stwierdzono wzrost depozycji <sup>137</sup>Cs w badanych próbkach, ale nie można jednoznacznie stwierdzić, że ich przyczyną była sucha depozycja związana z przechodzeniem nad Polską skażonych mas powietrza z nad Fukushima.

Podsumowując należy stwierdzić, że:

- występowanie radionuklidu <sup>137</sup>Cs w glebie związany jest przede wszystkim z oddziaływaniem katastrofy czarnobylskiej, a jego koncentracja ulega powolnemu spadkowi, wynikającemu przede wszystkim z rozpadu promieniotwórczego,
- średnia zawartość <sup>137</sup>Cs w glebie jest dwadzieścia razy niższa od średniej zawartości naturalnego radionuklidu <sup>40</sup>K.<sup>97</sup>

Dodatkowo warto podkreślić, że wg polskiego dozoru jądrowego – Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki: „W wyniku awarii w elektrowni Fukushima Dai-ichi doszło do uwolnienia do atmosfery produktów rozszczepienia, w szczególności radioaktywnego jodu, cesu 134 i cesu 137. (...) Należy z całą mocą stwierdzić, iż substancje te wykryte zostały w nieznacznych ilościach, i nie stanowiły żadnego zagrożenia dla ludzi i środowiska. W Polsce nie zaszła konieczność podejmowania żadnych działań interwencyjnych.”<sup>98</sup>

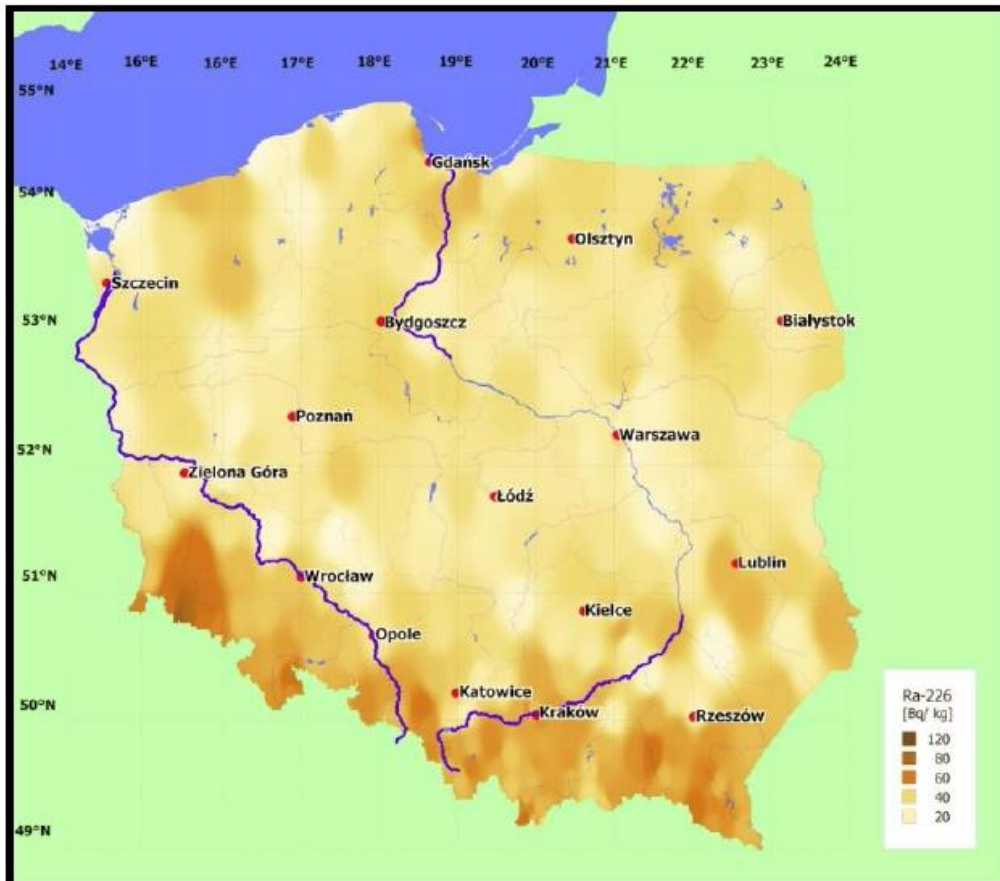
<sup>96</sup> Źródło: Monitoring stężenia <sup>137</sup>Cs w glebie w latach 2012-2013, Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej, Zakład Dozymetrii na zlecenie GIOŚ w ramach Programu PMŚ, 2014

<sup>97</sup> Raport Roczny Działalności Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki oraz ocena stanu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej w Polsce w 2013 roku, Państwowa Agencja Atomistyki, Warszawa, 2014

<sup>98</sup> źródło: <http://paa.gov.pl/bezpieczenstwo-jadrowe-i-ochrona-radiologiczna/fukushima/skazenie-promieniotworcze-powietrza-w-polsce>

## Radionuklidy naturalne

W 2012 najwyższe zmierzone stężenia  $^{226}\text{Ra}$  zlokalizowane były w województwie dolnośląskim i wynosiły w Jakuszycach 128,3 Bq/kg, i w Szklarskiej Porębie: 97,3 Bq/kg. Najniższe stężenia rzędu 4-5 Bq/kg występowały w województwie zachodniopomorskim i podkarpackim, średnie stężenie radionuklidu wynosi 24,8 Bq/kg. Rozkład przestrzenny radonu przedstawia Rysunek 29.



Rysunek 29. Powierzchniowe stężenie  $^{226}\text{Ra}$  w [Polsce (kBq/kg) w próbkach gleby pobranych w 2012 roku<sup>99</sup>

Rozkład stężenia  $^{226}\text{Ra}$  wskazuje na większe stężenia tego radionuklidu na południu Polski (szczególnie w woj. dolnośląskim).  $^{226}\text{Ra}$  jest radionuklidem pochodnym  $^{238}\text{U}$  stąd jego rozkład ma związek z budową geologiczną kraju. Największe w Polsce stężenia uranu w warstwie powierzchniowej gleby występują w Sudetach.

Największe stężenia  $^{228}\text{Ac}$  – radionuklidu pochodnego  $^{232}\text{Th}$  także występują na terenie Polski południowej. Średnie stężenie  $^{228}\text{Ac}$  dla Polski wyniosło 23,8 Bq/kg, najwyższe stężenie 101,7 – Bq/kg.

Stężenia potasu  $^{40}\text{K}$  charakteryzują się większą jednorodnością rozkładu na terenie Polski. Jednak i w tym przypadku można także zaobserwować pewne prawidłowości, związane z występowaniem w glebach potasu naturalnego. Maksymalne stężenia  $^{40}\text{K}$  zarejestrowano w województwie dolnośląskim: w Szklarskiej Porębie 924 Bq/kg, i w Jakuszycach 911 Bq/kg. Średnie stężenia dla Polski wynosi 415 Bq/kg.

Zmiany stężeń radionuklidów naturalnych w powierzchniowej warstwie gleby w latach 1988-2012 są niewielkie - mieszczą się w granicach niepewności pomiaru.

<sup>99</sup> Źródło: Monitoring stężenia  $^{137}\text{Cs}$  w glebie w latach 2012-2013, Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej, Zakład Dozymetrii na zlecenie GIOŚ w ramach Programu PMŚ, 2014

Na podstawie stężeń radionuklidów naturalnych w glebie w 2012 roku obliczono średnią dla Polski wartość mocy dawki ziemskiego tła promieniowania gamma, która wyniosła 44,5 nGy/h i jest zbliżona do wartości obliczanych w latach poprzednich.

### **3.5.8.3. MONITORING ZAWARTOŚCI IZOTOPÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH W WODZIE I OSADACH DENNYCH**

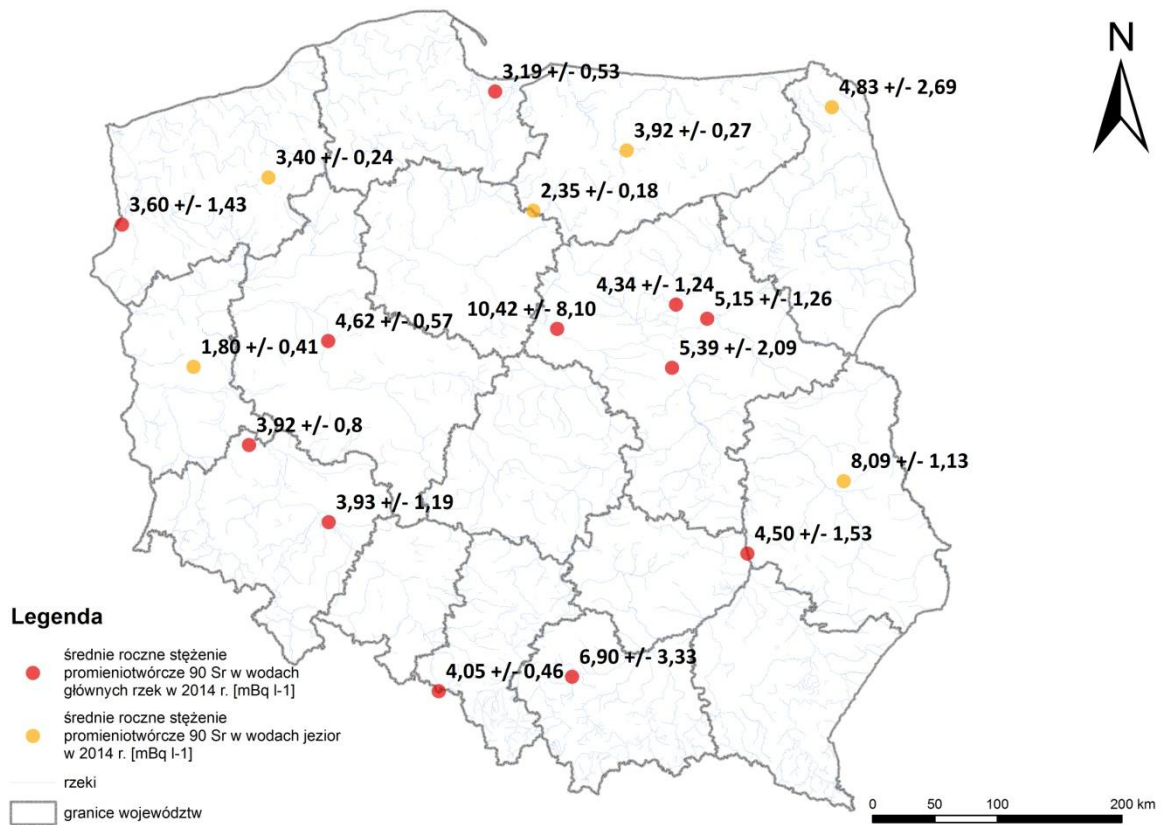
Pomiary izotopów promieniotwórczych prowadzone są w kilkunastu punktach pomiarowych obejmujących następujące rzeki: Wisłę, Odrę, Narew, Buk, Wartę oraz jeziora: Wigry, Wadąg, Wielkie Partęczyny, Drawsko, Niestysz, Rogóźno. Monitoring obejmował dwukrotny pobór (wiosną i jesienią) próbek wody i osadów.

#### **Wody powierzchniowe i jeziora**

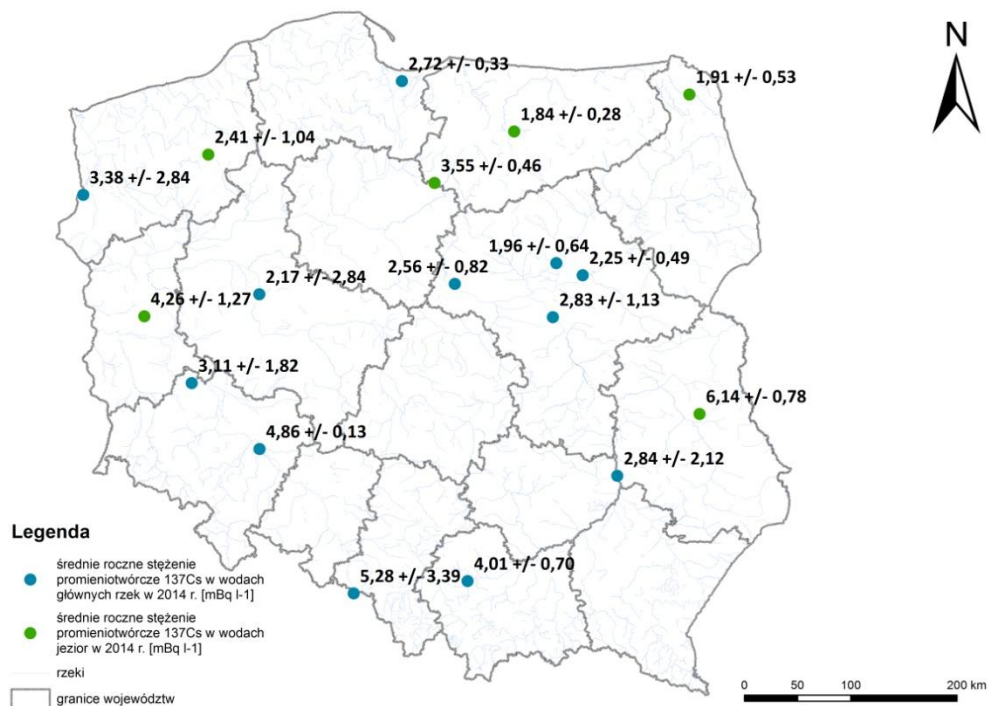
W 2014 roku stężenia  $^{137}\text{Cs}$  w wodach powierzchniowych wahały się od 2,57 mBq/l w wodach dorzeczy Odry w okresie jesiennym do – 4,94 mBq/l oznaczonego również jesienią w wodach dorzecza Odry. Oznaczone stężenia promieniotwórcze  $^{137}\text{Cs}$  w wodach jezior z kolei mieściły się w granicach od 1,53 mBq/l jesienią w jeziorze Wigry do 6,69 mBq/l w jeziorze Rogóźno również jesienią. Najwyższe wartości stężenia promieniotwórczego  $^{137}\text{Cs}$  notuje się w próbkach wody z jeziora Rogóźno. Wpływ na poziom badanych pierwiastków może mieć ilość i rodzaj cieków wodnych wpływających do jeziora szczególnie, że jezioro Rogóźno nie jest jeziorem przepływowym, a to może powodować kumulację badanych nuklidów. Generalnie średnie roczne stężenia promieniotwórcze  $^{137}\text{Cs}$  w wodach dorzeczy i jezior były na wyrównanym poziomie 3,06 - 3,39 mBq/l.

Średnie stężenia promieniotwórcze  $^{90}\text{Sr}$  w próbkach wody były na wyrównanym poziomie. Notowane stężenia zawierały się w przedziale od 3,65 (jeziora, jesień) do 6,29 mBq/l (dorzecze Wisły, jesień). Średnie roczne stężenie promieniotwórcze  $^{90}\text{Sr}$  w dorzeczu Wisły wynosiło 5,70 mBq/l, w dorzeczu Odry 4,02 mBq/l, a w jeziorach 4,06 mBq/l.

Prawie we wszystkich próbkach (oprócz dwóch) wody pobranej z rzek stężenie  $^{90}\text{Sr}$  było większe niż  $^{137}\text{Cs}$ , w jeziorach w dwóch przypadkach stężenie  $^{137}\text{Cs}$  przewyższało stężenie  $^{90}\text{Sr}$ . Rozkład przestrzenny wyników pomiarów izotopów promieniotwórczych w rzekach i jeziorach przedstawiają poniższe rysunki.



Rysunek 30. Średnie roczne stężenia 90Sr w rzekach i jeziorach w 2014 roku<sup>100</sup>

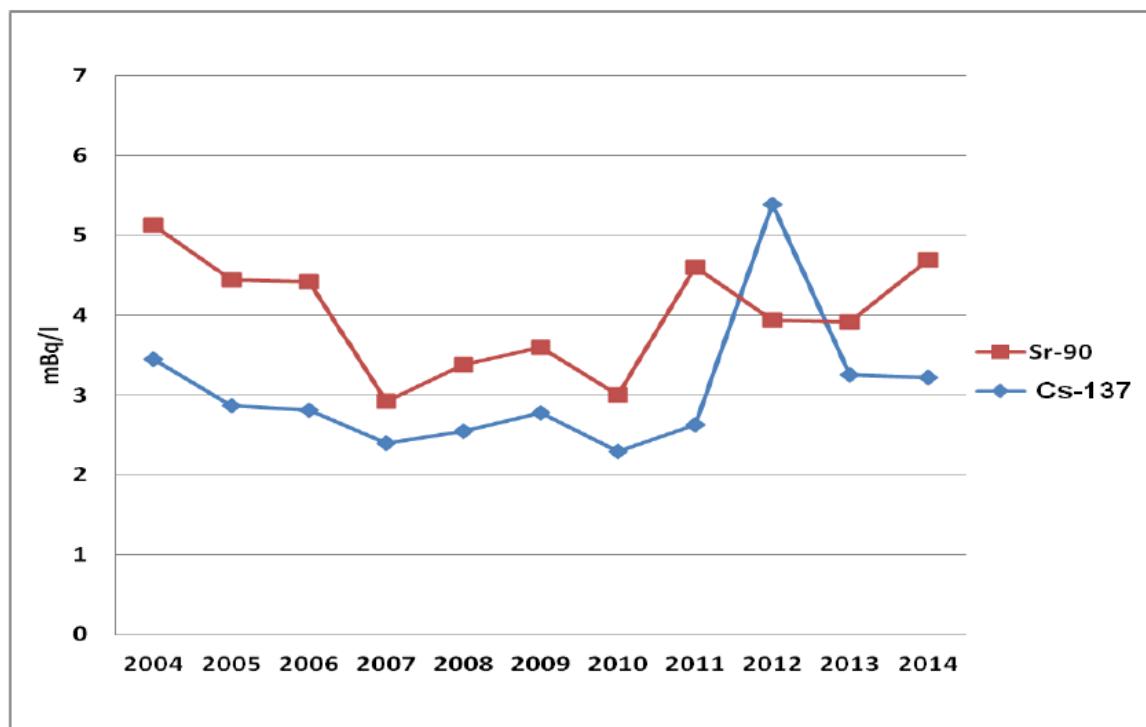


Rysunek 31. Średnie roczne stężenia <sup>137</sup>Cs w rzekach i jeziorach w 2014 roku<sup>101</sup>

<sup>100</sup> Źródło: Monitoring skażeń promieniotwórczych wód powierzchniowych i osadów dennych w latach 2013-2015 Etap II, Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej, na zlecenie GIOŚ w ramach programu PMŚ, Listopad 2014

<sup>101</sup> Źródło: Monitoring skażeń promieniotwórczych wód powierzchniowych i osadów dennych w latach 2013-2015 Etap II, Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej, na zlecenie GIOŚ w ramach programu PMŚ, Listopad 2014

Czasowy przebieg średnich rocznych stężeń promieniotwórczych  $^{137}\text{Cs}$  i  $^{90}\text{Sr}$  w wodach rzek i jezior w latach 2004 – 2014 przedstawia Rysunek 32. Generalnie stężenia promieniotwórcze  $^{137}\text{Cs}$  i  $^{90}\text{Sr}$  w badanych wodach pozostają na niskim poziomie i wykazują niewielką zmienność w poszczególnych latach. Najniższe wartości rocznych średnich stężeń promieniotwórczych dla obu radionuklidów uzyskano w latach 2007 i 2010, gdzie miały miejsce wiosenne powodzie w naszym kraju. Może to się wiązać z rozcieńczaniem izotopów przez duże masy wody. Tezę potwierdzają wyższe stężenia  $^{137}\text{Cs}$  i  $^{90}\text{Sr}$  uzyskane w 2011 i 2012 roku, gdzie pobór prób odbywał się przy niskich i bardzo niskich poziomach wód. W stosunku do ubiegłego roku stężenie promieniotwórcze  $^{137}\text{Cs}$  utrzymuje się na tym samym poziomie, natomiast odnotowano nieznaczny wzrost stężenia  $^{90}\text{Sr}$ .



Rysunek 32. Średnie roczne stężenie promieniotwórcze  $^{137}\text{Cs}$  i  $^{90}\text{Sr}$  w wodach rzek i jezior w Polsce w latach 2004-2014<sup>102</sup>

### Odsady denne

W 2014 roku wartości średnich rocznych stężeń promieniotwórczych  $^{239,240}\text{Pu}$  w osadach dennych rzek wahały się od 2,98 mBq/kg w osadzie z Odry (Krajnik) do 87,49 mBq/kg również w osadzie z Odry (Głogów) (w jednym przypadku zawartość izotopów  $^{239,240}\text{Pu}$  była poniżej granicy oznaczalności (2 mBq/kg)). W osadach dennych jezior średnie roczne stężenie  $^{239,240}\text{Pu}$  zawierało się w 2014 roku w granicach od 2,61 mBq/kg w jeziorze Drawsko do 43,63 mBq/kg w jeziorze Nieśłysz. W trzech z spośród badanych próbek osadów zawartość izotopów  $^{239,240}\text{Pu}$  była poniżej granicy oznaczalności. Średnie roczne stężenie promieniotwórcze  $^{239,240}\text{Pu}$  w osadach rzecznych było na wyrównanym poziomie i wynosiły 33,47 mBq/kg dla dorzecza Wisły i 36,20 mBq/kg dla dorzecza Odry, w jeziorach stężenie było dwukrotnie niższe i wynosiło 14,64 mBq/kg.

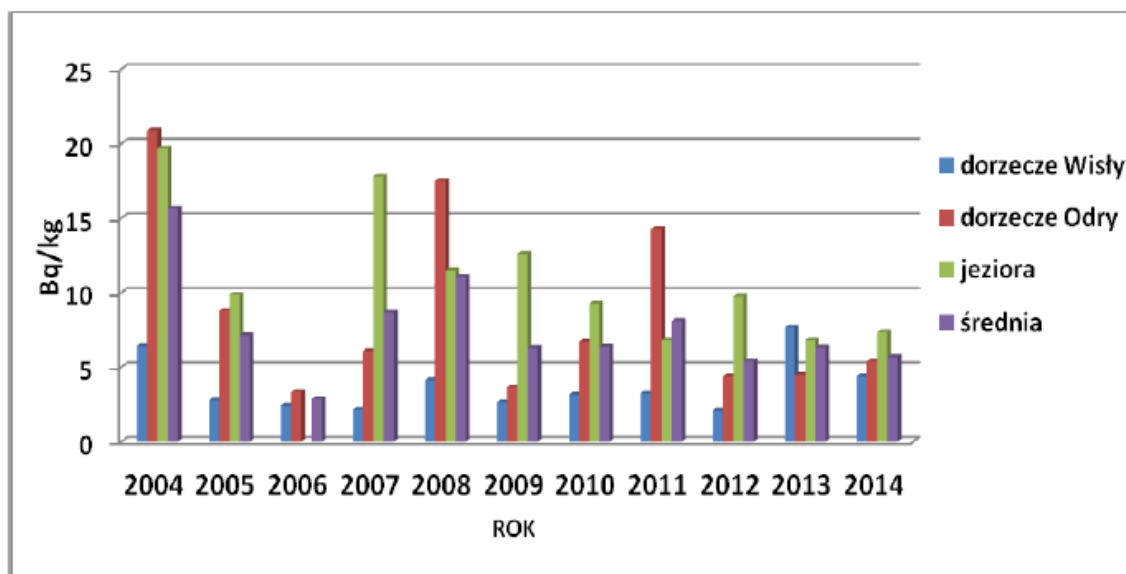
Stężenie promieniotwórcze  $^{238}\text{Pu}$  w osadach dennych (podobnie jak w roku ubiegłym) było w większości przypadków mniejsze od granicy detekcji (2 mBq/kg).  $^{238}\text{Pu}$  został oznaczony tylko w 8 z spośród 24 pobranych próbek osadów i stężenia wahały się od 3,09 mBq/kg w dorzeczu Wisły jesienią do 14,04 mBq/kg w dorzeczu Odry w okresie wiosennym. Z kolei w osadach dennych jezior stężenie  $^{238}\text{Pu}$  było w większości przypadków mniejsze od granicy detekcji (2 mBq/kg).  $^{238}\text{Pu}$  został oznaczony w 3 z spośród 12 próbek osadów i jego stężenie zawierało się od 3,51 mBq/kg do 4,36 mBq/kg.

<sup>102</sup> Źródło: Monitoring skażeń promieniotwórczych wód powierzchniowych i osadów dennych w latach 2013-2015 Etap II, Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej, na zlecenie GIOŚ w ramach programu PMŚ, Listopad 2014



Stężenia  $^{137}\text{Cs}$  w 2014 roku wynosiły od 0,35 Bq/kg do 13,75 Bq/kg, w obu przypadkach zmierzone w osadach dennych dorzecza Odry. Średnie roczne stężenia promieniotwórcze tego izotopu zawierały się w granicach od 0,43 Bq/kg do 11,90 Bq/kg. W osadach dennych jezior średnie roczne stężenia  $^{137}\text{Cs}$  zawierały się w granicach od 3,17 Bq/kg w osadzie pobranym z jeziora Wigry do 18,78 Bq/kg w osadzie pobranym z Rogóźnia. Na ogół w jeziorze Rogóźno obserwowane są większe wartości stężenia promieniotwórczego  $^{137}\text{Cs}$  (jak i pozostałych badanych izotopów).

Średnie roczne stężenia promieniotwórcze wszystkich badanych nuklidów jak i dane uzyskane dla pojedynczych próbek badanej wody i osadów dennych nie odbiegają od wyników uzyskiwanych w poprzednich latach, co obrazuje przykładowo poniższy rysunek.



Rysunek 33. Średnie roczne stężenia promieniotwórcze  $^{137}\text{Cs}$  w osadach dorzecza Wisły, Odry i jezior w latach 2004-2014<sup>103</sup>

## Podsumowanie

Wyniki pomiarów w roku 2014 wskazują, że wszystkie oznaczane radionuklidy zarówno w wodzie, jak i w osadach pozostają na niskim poziomie. Średnie roczne stężenia promieniotwórcze wszystkich badanych nuklidów oraz dane uzyskane dla pojedynczych próbek badanej wody i osadów dennych nie odbiegają od wyników uzyskiwanych w poprzednich latach. Stężenia radionuklidów  $^{137}\text{Cs}$  oraz  $^{90}\text{Sr}$  w wodach są na poziomach obserwowanych w innych krajach europejskich. Nie zaobserwowano także nowych uwolnień izotopów promieniotwórczych do środowiska.<sup>104</sup>

### 3.5.8.4. NARAŻENIE LUDZI NA PROMIENIOWANIE

Roczna dawka efektywna promieniowania jonizującego otrzymywana przez statystycznego mieszkańca Polski wyniosła w 2013 r. 3,31 mSv<sup>105</sup>, z czego 73,5% przypadło na promieniowanie pochodzące ze źródeł naturalnych, a 26% na promieniowanie pochodzące ze źródeł sztucznych (przede wszystkim związanych z diagnostyką medyczną). Narażenie statystycznego mieszkańca na promieniowanie pochodzące od

<sup>103</sup> źródło: Monitoring skażeń promieniotwórczych wód powierzchniowych i osadów dennych w latach 2013-2015 Etap II, Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej, na zlecenie GIOŚ w ramach programu PMŚ, Listopad 2014

<sup>104</sup> Monitoring skażeń promieniotwórczych wód powierzchniowych i osadów dennych w latach 2013-2015 Etap II, Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej, na zlecenie GIOŚ w ramach programu PMŚ, Listopad 2014, Państwowa Agencja Atomistyki: Ocena stanu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej w Polsce w 2013 roku

<sup>105</sup> Państwowa Agencja Atomistyki: Ocena stanu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej w Polsce w 2013 roku

sztucznych radionuklidów zawartych w środowisku i żywności oszacowano na poziomie 0,013 mSv/rok, co stanowi 1,3% dawki granicznej dla ludności<sup>106</sup>.

### 3.5.9. POLA ELEKTROMAGNETYCZNE

Ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska<sup>107</sup> definiuje pola elektromagnetyczne, jako pola elektryczne, magnetyczne oraz elektromagnetyczne o częstotliwościach z zakresu 0 Hz do 300 GHz. Pole elektromagnetyczne (PEM) jest naturalnym elementem środowiska, jednak w związku z intensywnym rozwojem technologicznym i wzrostem zapotrzebowania na energię elektryczną środowisko poddawane jest coraz większej presji ze strony źródeł sztucznie wytwarzających PEM<sup>108</sup>. Wpływ pola magnetycznego na organizm nie jest jednoznacznie określony. W środowisku naukowców istnieje przekonanie, iż pola magnetyczne o częstotliwości 50 Hz i intensywności spotykanej w środowisku życia nie mają działania genotoksycznego (nie reagują bezpośrednio z DNA), natomiast według niektórych badań promieniowanie może wykazywać działania epigenetyczne (tzn. niezwiązane bezpośrednio z DNA, ale działającego na komórki zmienione lub uwrażliwione przez związki genotoksyczne), np. hamowanie procesów naprawczych aparatu genetycznego komórki.<sup>109</sup>

W Polsce poziom PEM w środowisku jest badany i oceniany w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ) na trzech typach terenu dostępnych dla ludności:

- w centralnych dzielnicach lub osiedlach miast o liczbie mieszkańców przekraczającej 50 tys.,
- w pozostałych miastach,
- na terenach wiejskich,

Pomiarów dokonuje się w przedziale częstotliwości, co najmniej, od 3 MHz do 3000 MHz (tj. częstotliwości radiowych).

Wyniki pomiarów promieniowania elektromagnetycznego prowadzone w ramach PMŚ od 2008 r. dla miejsc dostępnych dla ludności wskazują, iż poziom sztucznie wytwarzanych pól elektromagnetycznych jest bardzo niski i stanowi jedynie kilka procent wartości dopuszczalnej wynoszącej 7 V/m. W żadnym punkcie pomiarowym (719 punktów pomiarowych w 2012 roku) nie odnotowano przekroczenia dopuszczalnego poziomu PEM w środowisku. Zmierzone natężenia pola elektromagnetycznego mieściły się w większości w przedziale 0,1-0,5 V/m (rysunek 10).<sup>110</sup>

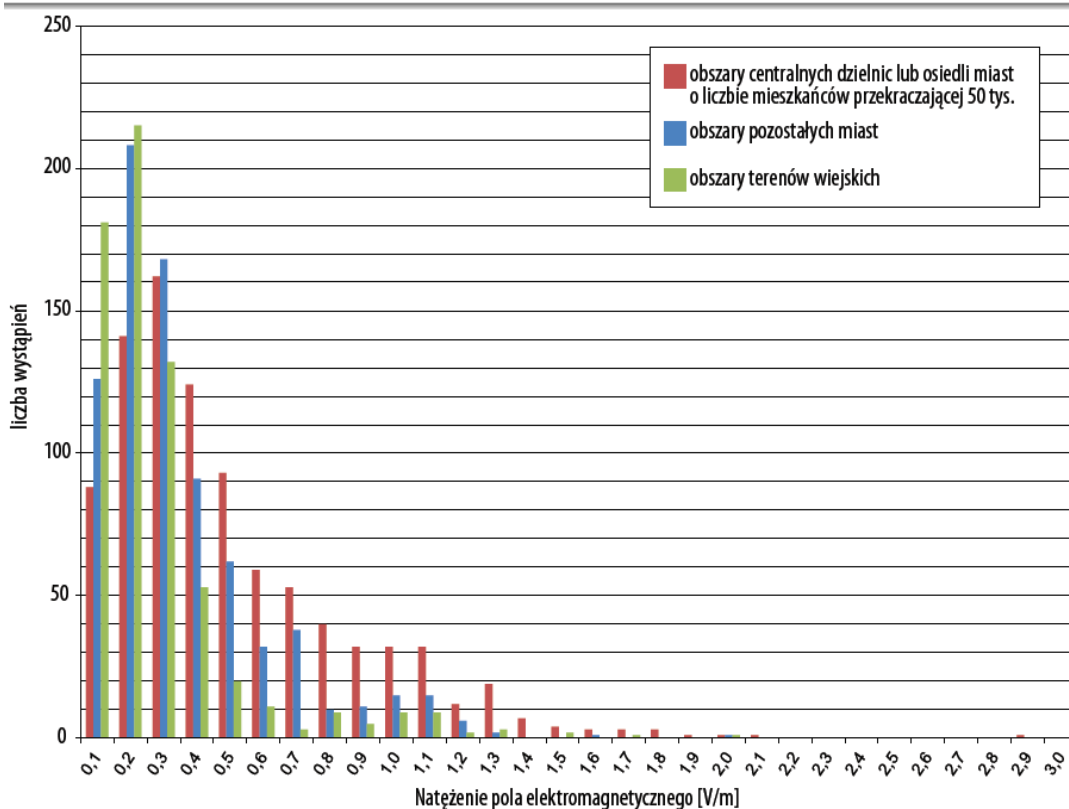
<sup>106</sup> Zgodnie z rozporządzeniem Rady Ministrów z dn. 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (Dz. U. z 2005, poz. 168)

<sup>107</sup> Tekst jednolity Dz. U. z 2013 r. poz. 1232, z późn. zm.

<sup>108</sup> Stan środowiska w Polsce. Raport 2014, GIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2014

<sup>109</sup> Stan środowiska w Polsce. Raport 2014, GIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2014

<sup>110</sup> Stan środowiska w Polsce. Raport 2014, GIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2014



Rysunek 34. Wyniki z monitoringu pól elektromagnetycznych w środowisku wykonanych w latach 2008-2012<sup>111</sup>

### 3.5.10. ZESTAWIENIE PROBLEMÓW W DZIEDZINIE JAKOŚCI ŚRODOWISKA

Poniżej przedstawione zostały najważniejsze problemy zidentyfikowane w obszarze jakości środowiska i wpływu na zdrowie.

Tabela 9. Główne problemy jakości środowiska na obszarze objętym Planem.

Problem jakości środowiska	Czynniki zmian
<b>Powietrze</b>	
Przekroczenia wartości normatywnych pyłu PM10, pyłu PM2,5, benzo(a)pirenu i NO <sub>2</sub> .	Emisje z indywidualnych źródeł ciepła komunalnych i działalności rolniczej, spalanie indywidualne odpadów, emisja komunikacyjna.
Narażenie mieszkańców niektórych miast (w tym grup wrażliwych) na ponadnormatywne stężenia zanieczyszczeń powietrza wywołujące poważne skutki zdrowotne.	Gęsta zabudowa, przestarzałe systemy ogrzewania, społeczno-ekonomiczny problem przechodzenia na czystsze formy pozyskiwania energii cieplnej.
Ryzyko wystąpienia długoterminowych skutków zdrowotnych również przy ekspozycji na poziomy zanieczyszczeń niższe od dopuszczalnych (np. NO <sub>2</sub> ).	Zbyt duże natężenie ruchu pojazdów w centrach miast, emisje zanieczyszczeń do powietrza.
Wysoka emisja gazów cieplarnianych (głównie dwutlenku węgla)	Oparcie gospodarki energetycznej na węglu.
<b>Hałas</b>	
Przekroczenia dopuszczalnych poziomów hałasu środowiskowego występujące w miastach.	Źródła emisji hałasu transportowego (intensywny ruch samochodowy, tramwaje, rzadziej koleje).
Rosnące negatywne oddziaływanie hałasu lotniczego.	Dynamiczny wzrost międzynarodowego ruchu lotniczego.

<sup>111</sup> źródło: GIOŚ/PMŚ/ Stan środowiska w Polsce. Raport 2014, GIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2014

Problem jakości środowiska	Czynniki zmian
<b>Woda</b>	
Zagrożenia przekroczenia dopuszczalnej normy zawartości azotanów w wodzie pitnej.	Przenikanie azotanów z pól uprawnych do gleby, a następnie do wód powierzchniowych i gruntowych.
Brak dostępu mieszkańców do systemów zbiorowego zaopatrzenia w wodę pitną.	Luki infrastrukturalne, szczególnie w małych miejscowościach i obszarach wiejskich.
Zanieczyszczenie wód powierzchniowych i podziemnych.	Niedostateczne oczyszczanie ścieków, brak oczyszczalni ścieków, zaległości w realizacji infrastruktury wodno-ściekowej.
Eutrofizacja wód powierzchniowych.	Spływy powierzchniowe w zlewniach rzek.

## 3.6. Zasoby wodne, ochrona przeciw powodziom i suszom oraz zagadnienia gospodarki wodnej

### 3.6.1. WODY POWIERZCHNIOWE

W Polsce znajduje się dziesięć obszarów dorzeczy, z których wszystkie mają charakter międzynarodowy. Najdłuższymi polskimi rzekami są Wisła i Odra, a ich obszary dorzeczy zajmują blisko 88% powierzchni kraju. Obie te rzeki odprowadzają wody do Morza Bałtyckiego. Na ogólną powierzchnię kraju – 31 268,0 tys. ha, powierzchnię 645,3 tys. ha zajmują grunty pokryte wodami.

W myśl przepisów ustawy – Prawo wodne<sup>112</sup> dla potrzeb gospodarowania wodami, wody dzieli się na jednolite części wód (jcw - *oddzielny i znaczący element wód*). Podczas tworzenia aktualnie obowiązujących *Planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy* na terenie Polski wyznaczono 4586 jednolitych części wód dla rzek i 1038 dla jezior. Ocenę stanu jednolitych części wód powierzchniowych prowadzi się w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska. Obecnie prowadzi się trzy rodzaje monitoringu: diagnostyczny (848 punktów kontrolno-pomiarowych dla 698 jcw), operacyjny (3036 punktów kontrolno-pomiarowych dla 2500 jcw) oraz badawczy.

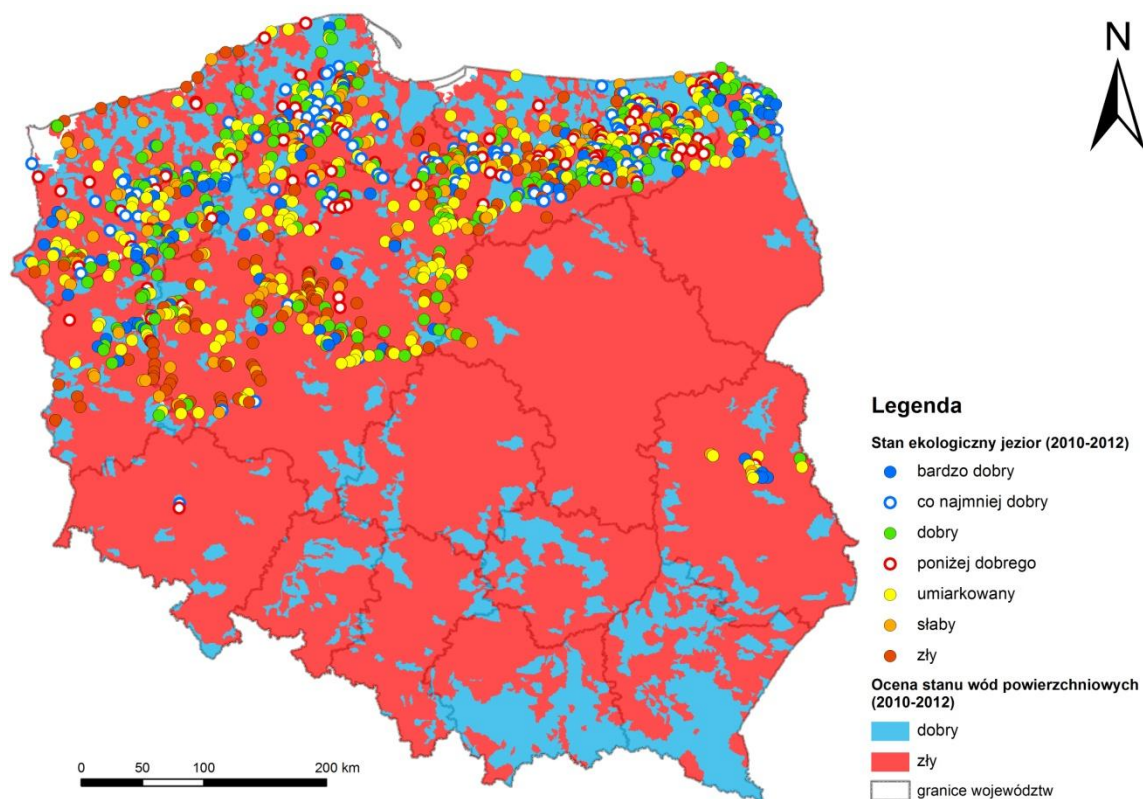
Podstawowym pojęciem określającym jakość wód powierzchniowych jest *stan wód*, który określa się poprzez łączną ocenę stanu ekologicznego (potencjału ekologicznego w przypadku jcw sztucznych i silnie zmienionych) oraz stanu chemicznego. Ocena stanu (potencjału) ekologicznego i stanu chemicznego wymaga oznaczenia szeregu wskaźników i porównania ich z wartościami odniesienia.

W ramach badań prowadzonych przez służby Państwowego Monitoringu Środowiska w latach 2010-2012 stwierdzono, iż spośród ocenianych 1799 jednolitych części wód rzecznych, jedynie 118 wykazuje dobry stan. Zły stan stwierdzono dla 1315 jcw rzecznych (pozostałych badanych jcw nie oceniono). Analogiczne wyniki przeprowadzonej oceny stanu 379 jcw jezior wyglądają następująco: 46 – stan dobry, 256 – stan zły<sup>113</sup>.

Wyniki zrealizowanego monitoringu wskazały, że podstawowym zagrożeniem dla jcw jezior jest w większości przypadków nadmierne obciążenie substancjami biogennymi pochodzenia zarówno rolniczego, jak i komunalnego.

<sup>112</sup> Ustawa Prawo wodne z dnia 18 lipca 2001 r. – Prawo wodne, tj. Dz. U. z 2012 poz. 145, z późn. zm.

<sup>113</sup> Główny Urząd Statystyczny, Departament Badań Regionalnych i Środowiska: *Ochrona środowiska 2012*, materiał na konferencję prasową w dniu 30 listopada 2012 r.



Rysunek 35. Ocena stanu jednolitych części wód powierzchniowych (rzecznych i jeziornych) objętych Państwowym Monitoringiem Środowiska w okresie 2010-2012<sup>114</sup>

W przypadku jcw rzek uznanych za zagrożone nieosiągnięciem dobrego stanu najczęściej o wyniku oceny przesądziły wyniki klasyfikacji elementów biologicznych (fitobentos i makrofity). W grupie wskaźników fizykochemicznych najczęściej przekroczenia dotyczyły ChZTMn oraz fosforanów. O złym stanie jcw będących zbiornikami zaporowymi przesądziły wyniki oceny wskaźników biologicznych (flora), a w grupie wskaźników fizykochemicznych najczęściej przekroczenia dotyczyły wskaźników takich jak BZT<sub>5</sub>, ChZT<sub>Mn</sub> oraz OWO.

Obiekty energetyczne wpływają na wody powierzchniowe zarówno pod względem ilościowym jak i jakościowym. Główny problem w gospodarce wodnej elektrowni cieplnych i elektrociepłowni dotyczy wody chłodzącej skraplacze. W obiektach energetycznych stosowane są dwa podstawowe rodzaje obiegów chłodzących:

- otwarty – z jednokrotnym użyciem wody pobranej z rzeki,
- zamknięty – z wodą krążącą w układzie skraplacz-chłodnica.

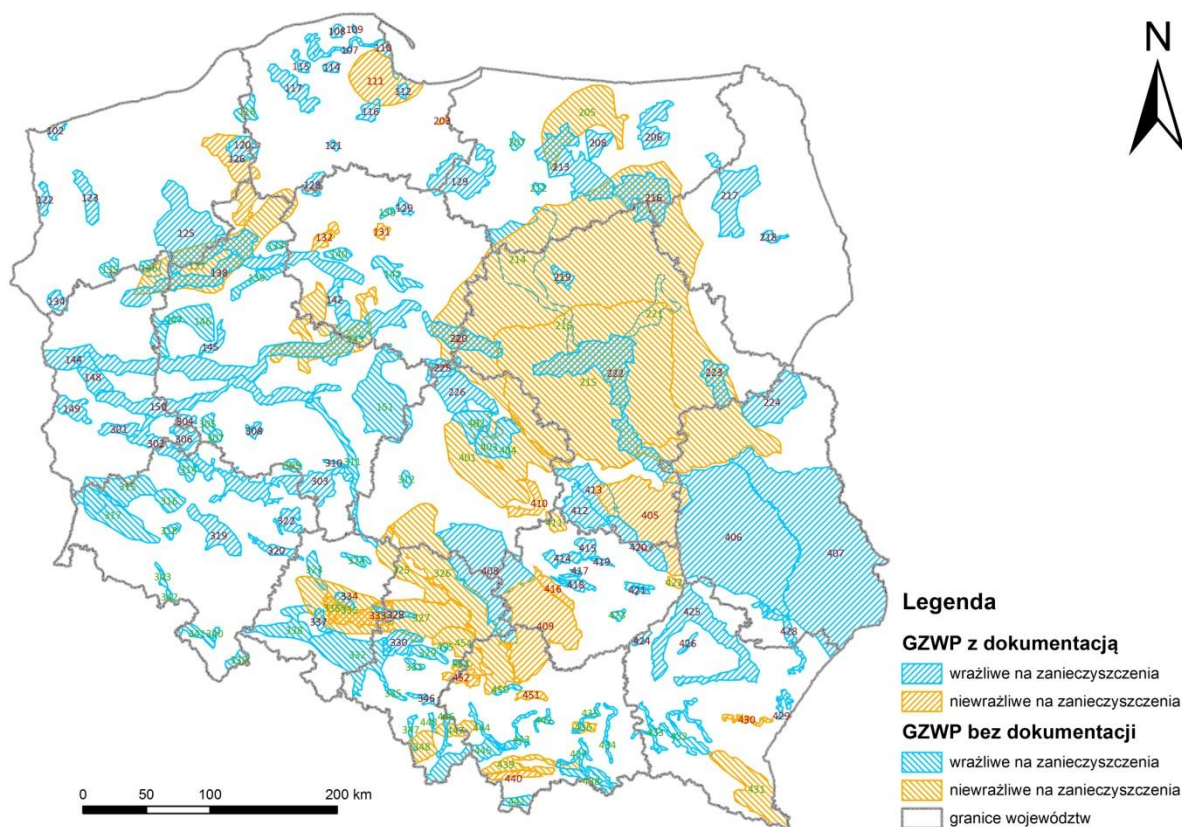
Wpływ zamkniętego obiegu chłodzenia na środowisko, w zależności od zastosowanej technologii, może przejawiać się zmniejszeniem zasobów wodnych regionu, wpływem na mikroklimat, natężeniem hałasu oraz zrzutem ścieków o znacznym zasoleniu. W przypadku stosowania otwartego rzeczno obiegu chłodzenia poniżej miejsca zrzutu wód podgrzanych tworzą się strugi ciepłej i zimnej wody. Strefa chłodzenia w czasie przepływu w rzece może rozciągać się na długości 30-70 km latem oraz 13-30 km w okresie zimowym.

Wprowadzanie do wód powierzchniowych dużych ilości ciepła wpływa na zmiany w ekosystemach wodnych. Do najważniejszych parametrów, które ulegają zmianie należą: temperatura wody, gęstość i lepkość wody, zawartość rozpuszczonych gazów – tlenu i dwutlenku węgla, zawartość substancji rozpuszczonych. Wzrost temperatury w rzekach może wynosić 2-4°C, a w zbiornikach bezodpływowych średnio 4-6 °C.

<sup>114</sup> Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GIOŚ

### 3.6.2. WODY PODZIEMNE

Wody podziemne są uznawane za posiadające wyższą jakość niż wody powierzchniowe, stąd często są wykorzystywane jako źródło wody pitnej. Użytkowe poziomy wodonośne z zasobami wód podziemnych wysokiej jakości występują na ok. 80% powierzchni kraju. Około 70% zasobów wód podziemnych znajduje się w czwartorzędowych warstwach wodonośnych, wykształconych w porowych ośrodkach skalnych. Znajdują się one na głębokości od kilku do nawet ok. 200 m poniżej powierzchni terenu. Należy jednak zauważyć, że płytko położone, słabo izolowane od powierzchni gruntu czwartorzędowe utwory wodonośne bardzo często wykazują dużą wrażliwość na zanieczyszczenie związkami migrującymi z powierzchni ziemi. Na rysunku poniżej przedstawiono w poglądowy sposób rozmieszczenie granic Głównych Zbiorników Wód Podziemnych wrażliwych i niewrażliwych na zanieczyszczenia pochodzące z powierzchni gruntu.



Rysunek 36. Granice Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) podatnych i niepodatnych na zanieczyszczenie<sup>115</sup>

Istnieje powiązanie pomiędzy systemem wód podziemnych i powierzchniowych. W wielu przypadkach wody podziemne są głównym źródłem zasilania w wodę ekosystemów wód śródlądowych.

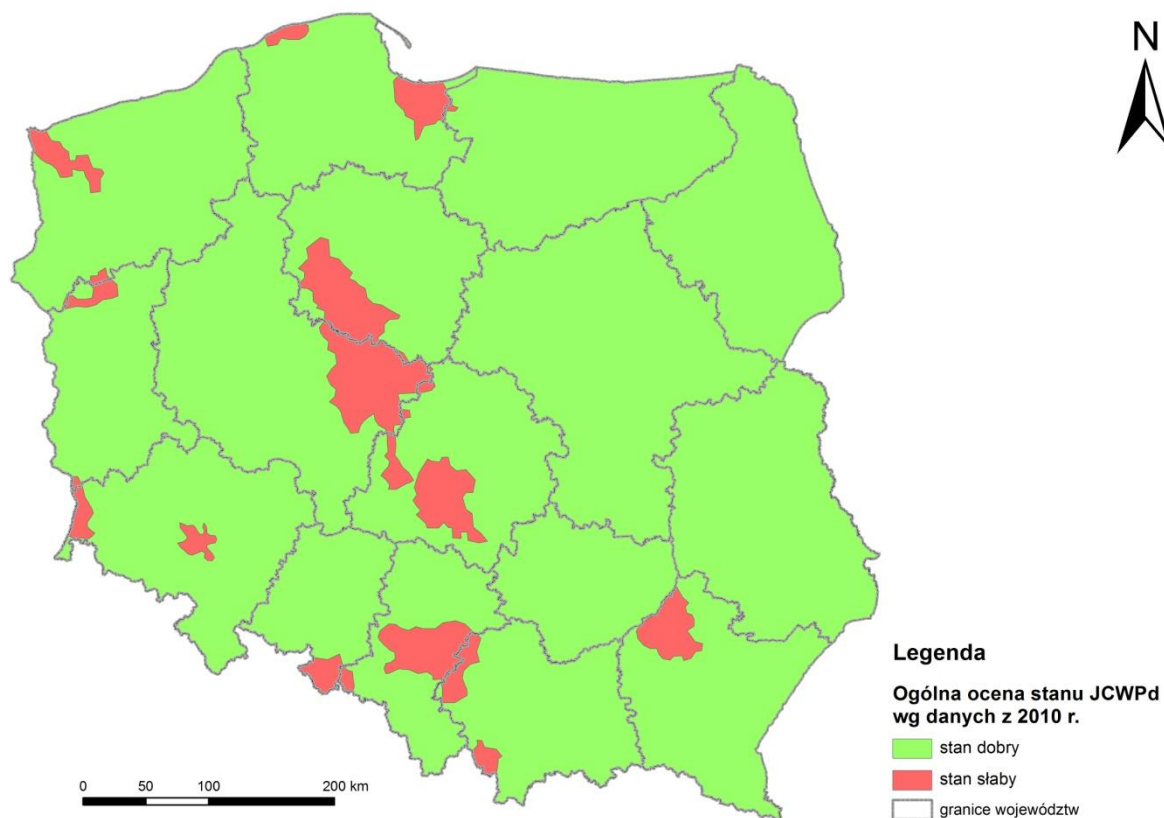
Podobnie jak w przypadku wód powierzchniowych, wyróżnia się jednolite części wód podziemnych (jcwpd). Są to jednostki hydrogeologiczne wyodrębnione na podstawie kryterium hydrodynamicznego uwzględniającego system krążenia wód. Niekiedy uwzględnia się dodatkowe kryteria, związane z zasięgiem struktur wodonośnych. Na terenie Polski wydzielono 161 jcwpd, które są objęte Państwowym Monitorowaniem Środowiska.

W odróżnieniu od wód powierzchniowych, dobry stan wód podziemnych jest definiowany poprzez łącznie występujący dobry stan chemiczny i dobry stan ilościowy.

W 2013 roku Państwowy Instytut Geologiczny dokonał oceny stanu jcwpd za rok 2012 w sposób zgodny z wymaganiami Ramowej Dyrektywy Wodnej<sup>116</sup>, tzn. po przeprowadzeniu odrębnej oceny stanu

<sup>115</sup> Źródło: opracowanie własne na podstawie danych zawartych w witrynie PIG-PIB oraz „Mapy wrażliwości wód podziemnych na zanieczyszczenie” opracowanej przez Dudę R., Witczaka S., Żurek A., Kraków 2011

chemicznego i stanu ilościowego na podstawie wyników monitoringu chemicznego i ilościowego. Zgodnie z przyjętą metodyką, ogólny stan jcwpd uznawano za słaby, gdy wynik choćby jednego z testów dawał ocenę stanu chemicznego bądź ilościowego jako słabą. Na 161 jcwpd w 152 wyniki wszystkich testów wykazały ich dobry stan chemiczny i ilościowy. W 8 jcwpd jeden lub większa liczba testów dała wynik słaby i z tej przyczyny ogólny stan jcwpd określono również, jako słaby, co obrazuje rysunek poniżej. W jednym przypadku nie określono stanu ze względu na brak danych.



Rysunek 37. Ocena stanu jednolitych części wód podziemnych w 2012 roku<sup>117</sup>

Poza kwestiami związanymi z jakością wód podziemnych na części obszaru Polski zauważa się problemy z obniżaniem się zwierciadła wód. Ma to bardzo negatywne konsekwencje, zarówno dla części ekosystemów zależnych od wód podziemnych, jak i dla człowieka. Obniżanie się zwierciadła wód podziemnych jest następstwem zjawisk naturalnych (takich jak utrzymująca się susza hydrologiczna) i wynikiem antropopresji (nadmierne pobory wód, eksploatacja górnictwa i odwodnienia związane z innymi formami działalności ludzi).

### 3.6.3. ZAGROŻENIE POWODZIOWE

Powodzie należą do naturalnych zjawisk. Niektóre działania człowieka (np. przyrost zabudowy mieszkaniowej i wzrost wartości majątku na obszarach zalewowych, a także obniżenie naturalnego potencjału retencyjnego zlewni w związku z zagospodarowaniem przestrzeni) i zmiany klimatyczne przyczyniają się do zwiększenia prawdopodobieństwa występowania powodzi i zaostrzenia ich negatywnych skutków<sup>118</sup>.

W toku przygotowania wstępnej oceny ryzyka powodziowego do obszarów narażonych na niebezpieczeństwo powodzi w Polsce zakwalifikowano 839 rzeki o łącznej długości 27 161 km.

<sup>116</sup> Państwowy Instytut Geologiczny, Raport o stanie chemicznym oraz ilościowym jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach w podziale na 161 i 171 jcwpd, stan na rok 2012, Warszawa 2013

<sup>117</sup> Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GIOŚ

<sup>118</sup> Dyrektywa 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim, Dz. U. UE L 288 z 2007 r., str. 27.

Na rysunku poniżej przedstawiono mapę pochodzącą ze wstępnej oceny ryzyka powodziowego z naniesionymi obszarami narażonymi na niebezpieczeństwo powodzi.



Rysunek 38. Obszary narażone na niebezpieczeństwo powodzi według Wstępnej oceny ryzyka powodziowego<sup>119</sup>

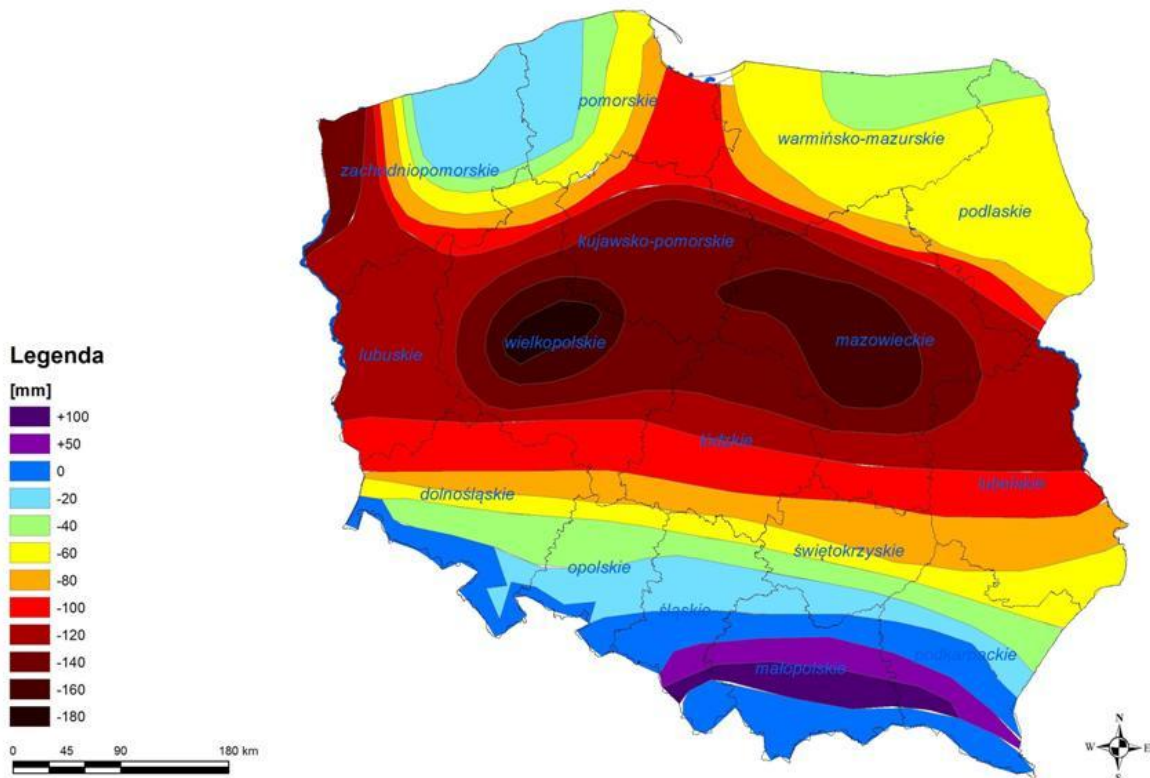
### 3.6.4. RYZYKO WYSTĄPIENIA SUSZY

Polska jest krajem, dla którego już wiele lat temu określono zagrożenie suszą, a występujące zmiany w klimacie najprawdopodobniej będą to zagrożenie potęgować. Wskaźnikiem, który dobrze określa warunki meteorologiczne powodujące suszę, jest klimatyczny bilans wodny (KBW) — obliczany jako różnica między sumą opadów a sumą ewapotranspiracji potencjalnej w danym okresie. Wskaźnik ten uwzględnia zarówno opad atmosferyczny, jak i temperaturę. Na Rysunku 39 przedstawiono poglądową mapę klimatycznego bilansu wodnego Polski podczas półrocza letniego, opracowaną wg danych za lata 1951-1990<sup>120</sup>.

<sup>119</sup> Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ze Wstępnej oceny ryzyka powodziowego, KZGW; Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej — Państwowy Instytut Badawczy: *Wstępna ocena ryzyka powodziowego*, Warszawa 2011

<sup>120</sup> Rojek M., *Rozkład przestrzenny klimatycznych bilansów wodnych na terenie Polski w okresie 1951-1990*, Zesz. Nauk. AR Wroc., Inż. Środ. 1994 VI, 243: 9-21.





Rysunek 39. Rozkład klimatycznego bilansu wodnego Polski podczas półrocza letniego w latach 1951-1990<sup>121</sup>

### 3.6.5. PODSUMOWANIE – CZYNNIKI NIEKORZYSTNYCH ZMIAN W ŚRODOWISKU WODNYM

Zestawienie czynników niekorzystnych zmian w środowisku wodnym przedstawiono w tabeli zamieszczonej niżej.

Tabela 10. Czynniki niekorzystnych zmian w środowisku wodnym<sup>122</sup>

Problem	Czynniki niekorzystnych zmian
<b>Wody morskie i powierzchniowe</b>	
Zanieczyszczenie wód morskich substancjami biogennymi. Eutrofizacja i niedobory tlenu w głębszych strefach Bałtyku.	Na przestrzeni ostatnich stu lat zawartość związków azotu i fosforu w Morzu Bałtyckim zwiększyła się kilkukrotnie, prowadząc do eutrofizacji. Skutki eutrofizacji dla środowiska wodnego obejmują spadek stężenia tlenu, wzrost ilości glonów nitkowatych i zakwit sinic.
Zły stan wód przybrzeżnych i przejściowych.	Zanieczyszczenia spływające z wodami rzek, depozycja zanieczyszczeń z powietrza, roboty na obszarach morskich, zanieczyszczenia związane z żeglugą morską, przekształcenia linii brzegowej.
Zanieczyszczenia obszarowe wód powierzchniowych.	Zużycie nawozów mineralnych w rolnictwie, niewłaściwe stosowanie nawozów naturalnych, brak zabezpieczania wód powierzchniowych przed zanieczyszczeniami obszarowymi. Problemem są także zanieczyszczenia spowodowane transportem – wycieki substancji ropopochodnych, wody opadowe z dróg i emisja spalin.

<sup>121</sup> Źródło: opracowanie własne na podstawie: Rojek M., Rozkład przestrzenny klimatycznych bilansów wodnych na terenie Polski w okresie 1951-1990, Zesz. Nauk. AR Wroc., Inż. Środ. 1994 VI, 243:9-21

<sup>122</sup> Źródło: opracowanie własne

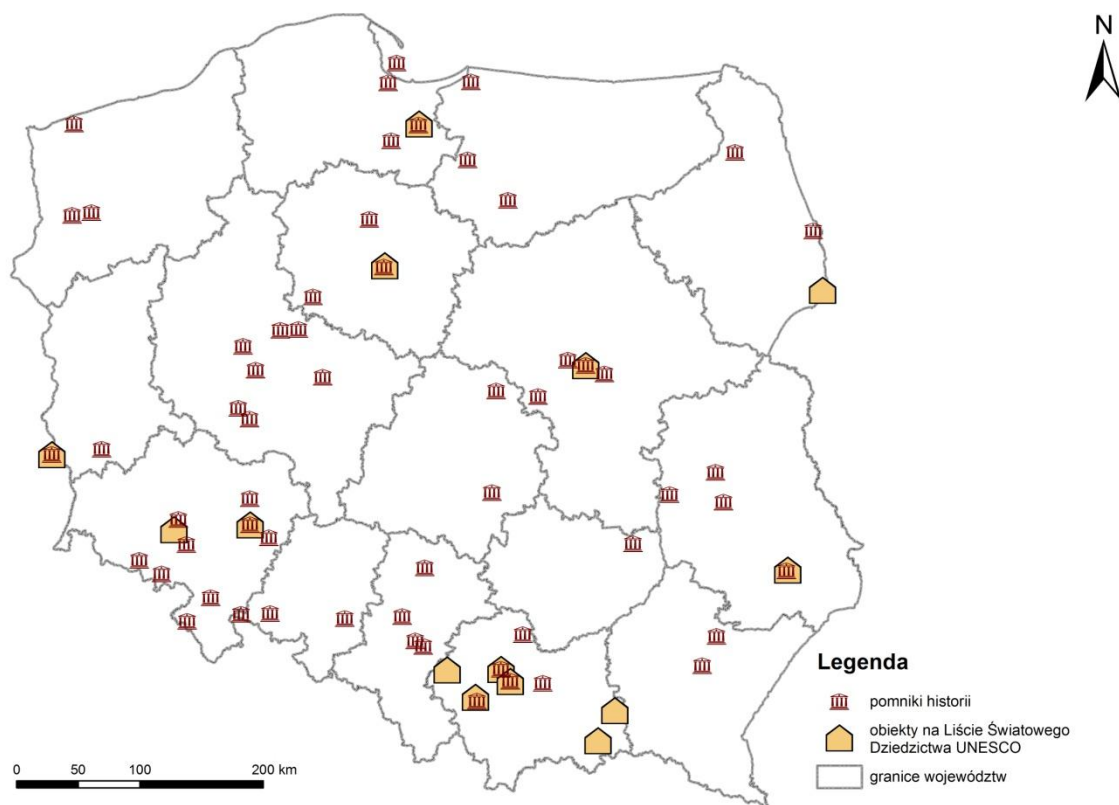
Problem	Czynniki niekorzystnych zmian
Zły stan większości wód rzecznych i jezior.	Obciążenie substancjami biogennymi pochodzenia rolniczego i komunalnego, zrzuty wód podgrzanych i wód kopalnianych.
<b>Wody podziemne</b>	
Zagrożenie pogorszenia jakości wód, zwłaszcza w utworach czwartorzędowych.	Słabo izolowane od powierzchni ziemi wody są bardzo wrażliwe na zanieczyszczenia migrujące z powierzchni ziemi. Wiele GZWP, stanowiących potencjalne źródło wody pitnej o wysokiej jakości, określono jako wrażliwe na zanieczyszczenia. Odwadnianie kopalni tj. pokładów węgla kamiennego. Leje depresji w rejonach odkrywkowej eksploatacji węgla brunatnego.
Zagrożenie nadmierną eksploatacją.	Nadmierny pobór wód w stosunku do możliwości odbudowy zasobów wodnych.
<b>Zjawiska ekstremalne i urządzenia hydrotechniczne</b>	
Zwiększenie zagrożenia powodziowego.	Zagrożenie powodzią dotyczy powodzi sztormowej, zatorowej, opadowej (szczególnie w obszarach depresyjnych, w miastach – w przypadku niedostatecznie wydolnej kanalizacji deszczowej) oraz powodzi spowodowanej przejściem fali wezbraniowej w dolinach rzek. Zagrożenie powodziowe będzie wzrastać wraz ze wzrostem zurbanizowania terenu oraz zwiększonym nasileniem występowania zjawisk ekstremalnych (wichury, sztormy, nawałne opady i in.) oraz podnoszeniem się wód Bałtyku.
Stopniowe zmniejszanie się retencyjności zlewni.	Utrata retencji jest związana z przekształceniem powierzchni zlewni: wzrostem intensywności zabudowy, zwłaszcza z rozległymi powierzchniami szczelnymi (drogi, lotniska, centra logistyczne, parkingi, nowe tereny przemysłowe, itp.) oraz osuszaniem terenów podmokłych.
Coraz częstsze występowanie powodzi miejskich i dotkliwość strat.	Powodzie miejskie są powiązane z występowaniem nawałnych opadów, najczęściej lokalnych. Planując zagospodarowanie obszaru miasta, należy uwzględnić kompensację utraty retencji zlewni. Kanalizacja deszczowa nie jest w stanie odprowadzić nawałnych wód deszczowych. Rola elementów hydrograficznych w wielu miastach wymaga przemodelowania.
Zwiększająca się częstotliwość susz.	Prawdopodobne jest zwiększenie się częstotliwości susz z uwagi na zmiany klimatyczne. Negatywne skutki suszy są pogłębione przez brak systemowej retencji wód.
Zagrożenie abrazją brzegową terenów nadmorskich.	Podnoszenie się poziomu morza (szczególnie w południowej części Bałtyku), wzrost natężenia i częstości występowania zjawisk ekstremalnych (sztormy, nawałne opady, wichury) sprzyjają zjawisku abrazji <sup>123</sup> . Szczególnie zagrożone abrazją są wybrzeża typu klifowego. Z kolei piaszczyste plaże i wydmy narażone są na rozmywanie i erozję eoliczną.

### 3.7. Zabytki<sup>124</sup>

W Polsce znajdują się liczne obiekty zabytkowe o znaczeniu regionalnym, krajowym i międzynarodowym. Mają one istotne znaczenie dla dziedzictwa kulturowego, a także wpływają na możliwości rozwoju sektora turystyki. Rozmieszczenie ważniejszych obiektów zabytkowych w Polsce przedstawiono na rysunku poniżej.

<sup>123</sup> A guide to coastal erosion management practices in Europe January 2004, National Institute of Coastal and Marine Management of the Netherlands, Directorate General Environment European Commission.

<sup>124</sup> Pod pojęciem tym uwzględnia się również odkryte i nieodkryte zabytki archeologiczne.



Rysunek 40. Ważniejsze obiekty zabytkowe w Polsce<sup>125</sup>

Należy zwrócić uwagę również na zabytki archeologiczne odkryte i nieodkryte, które mogą kolidować z działaniami prowadzonymi w ramach realizacji inwestycji zawartych w Planie.

## 4. INFORMACJE NA TEMAT ODPADÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH

### Podstawy prawne związane z odpadami promieniotwórczymi

- 1) Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe<sup>126</sup>;
- 2) Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 3 grudnia 2002 r. w sprawie odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego<sup>127</sup>;
- 3) Dyrektywa Rady 2011/70/Euratom z dnia 19 lipca 2011 r. ustanawiającą ramy wspólnotowe w zakresie odpowiedzialnego i bezpiecznego gospodarowania wypalonym paliwem i odpadami promieniotwórczymi;
- 4) Dyrektywa Rady 2013/59/Euratom z dnia 5 grudnia 2013 r. ustanawiająca podstawowe normy bezpieczeństwa w celu ochrony przed zagrożeniami wynikającymi z narażenia na działanie promieniowania jonizującego oraz uchylająca dyrektywy 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom i 2003/122/Euratom.

<sup>125</sup> Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z Narodowego Instytutu Dziedzictwa i stron internetowych UNESCO <http://geopoeral.nid.pl/SDIPortal>, <http://whc.unesco.org>, <http://www.unesco.pl/kultura/dziedzictwo-kulturowe/swiatowe-dziedzictwo/polskie-objekty>

<sup>126</sup> Tekst jednolity: Dz. U. z 2014 r., poz. 1512 z późn. zm.

<sup>127</sup> Dz. U. z 2002 r., Nr 230, poz. 1925

## 4.1. Rodzaje i źródła wytwarzania odpadów promieniotwórczych

Odpady promieniotwórcze są to wszelkiego rodzaju przedmioty lub materiały w stanie stałym, ciekłym lub gazowym zawierające substancje promieniotwórcze lub nimi skażone, które nie są przewidziane do dalszego wykorzystania lub ich wykorzystanie jest niemożliwe lub nieekonomiczne. Przedmioty stanowiące odpady promieniotwórcze mogą być zanieczyszczone radionuklidami objętościowo lub tylko powierzchniowo w stopniu przekraczającym ilości dopuszczone przepisami. Ze względu na poziom aktywności promieniotwórczej odpadów stosuje się ich podział na:

- odpady niskoaktywne – są to odpady z medycyny lub produkcji przemysłowej, zwykle są to zużyte materiały, odzież ochronna, zanieczyszczone narzędzia, różnego rodzaju filtry, często również papier lub czyściwo. Ich niska aktywność sprawia, że nie wymagają składowania w głębokich warstwach geologicznych, a w przypadku odpadów zawierających izotopy o krótkim czasie półrozpadu, po przechowaniu kilkadziesiąt lat, stają się odpadami komunalnymi. Aktywność zawartych w nich izotopów nie przekracza  $10^8$  Bq.
- odpady średnioaktywne – są to odpady napromieniowane w wyższym stopniu. Zaliczają się do nich odpady takie jak: żywice epoksydowe, szlam chemiczny, obudowa urządzeń, w których stosowane są izotopy promieniotwórcze (np. reaktorów i paliwa jądrowego, innych urządzeń stosowanych w medycynie lub w przemyśle). Zwykle wymagają zastosowania barier ochronnych, dlatego są zamykane w beczkach i składowane na specjalnych składowiskach. Dodatkowo, często beczki zalewane są betonem. Aktywność zawartych w nich izotopów mieści się w przedziale  $10^8$ - $10^{12}$  Bq.
- odpady wysokoaktywne – są to odpady, które powstały w wyniku reakcji łańcuchowej. Może być to wypalone paliwo jądrowe, ale także odpady powstające przy produkcji broni jądrowej oraz materiały skażone w wyniku awarii w elektrowniach jądrowych lub w wyniku przeprowadzania próbnych wybuchów jądrowych. Odpady te generują również duże ilości ciepła. Mogą być przechowywane na składowiskach powierzchniowych jedynie czasowo, a docelowo powinny być składowane głęboko pod ziemią. Aktywność zawartych w nich izotopów przekracza  $10^{12}$  Bq.

W Polsce sposób kwalifikowania odpadów promieniotwórczych do poszczególnych kategorii został szczegółowo określony w rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 3 grudnia 2002 r. w sprawie odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego<sup>128</sup>.

Klasyfikację odpadów promieniotwórczych można przeprowadzić również uwzględniając długość okresu półrozpadu pierwiastka promieniotwórczego znajdującego się w odpadach. Wówczas podział jest następujący:

- odpady krótkożyciowe – zawierające izotopy promieniotwórcze w okresie połowicznego rozpadu maksymalnie do 30 lat,
- odpady długożyciowe – zawierające izotopy promieniotwórcze w okresie połowicznego rozpadu od 31 lat do wielu tysiącleci.

Odpady promieniotwórcze można klasyfikować również w zależności od ich stanu skupienia oraz ze względu na właściwości, które decydują o sposobie ich przerobu. Z tego względu odpady można dzielić na palne i niepalne lub prasowalne lub nieprasowalne.

Ogólnie źródła powstawania odpadów można podzielić na pięć kategorii:

- a) kopalnie rud uranu lub toru oraz zakłady wzbogacania tych rud – generowane tu odpady to przede wszystkim hałdy promieniotwórcze;
- b) zakłady produkujące paliwo do reaktorów jądrowych oraz zakłady przeróbki wypalonego paliwa jądrowego;
- c) eksploatacja reaktorów energetycznych i badawczych;
- d) likwidacja reaktorów jądrowych;

<sup>128</sup> Dz. U. z 2002 r. Nr 230, poz. 1925

e) wykorzystania izotopów promieniotwórczych w przemyśle, medycynie oraz do badań naukowych.

W Polsce nie ma obecnie eksploatowanych kopalni uranu (ostatnia została zamknięta w 1973 roku), ani zakładów produkcji czy przeróbki paliwa jądrowego. Powstające u nas odpady promieniotwórcze pochodzą z zastosowania izotopów promieniotwórczych w medycynie, przemyśle i do celów naukowych oraz z eksploatacji i likwidacji reaktorów badawczych. Z pośród polskich reaktorów badawczych Ewa, Anna i Maria (a także zestawów krytycznych Maryla i Agata) do dziś działa jedynie reaktor Maria. Reaktor Ewa został wyłączony w 1995 roku. Jego likwidacja wygenerowała odpady, wśród których wymienić można m.in. napromieniowane elementy konstrukcji oraz instalacji. Z reaktora Maria pochodzą odpady m.in. w postaci wypalonego paliwa jądrowego.

W medycynie izotopy promieniotwórcze stosowane są w celach terapeutycznych oraz diagnostycznych. Terapeutyczne wykorzystanie radionuklidów odbywa się na dwa sposoby:

- źródła zamknięte w kapsułach – dzięki terapeutycznym właściwościom emitowanego promieniowania wykorzystywane są do naświetlań, z czasem w wyniku samodzielnego rozpadu tracą swoje właściwości i stają się odpadem;
- źródła otwarte – są to izotopy wprowadzane bezpośrednio do tkanek lub narządów.

Źródła terapeutyczne charakteryzuje wysoka aktywność oraz stosunkowo długi okres półrozpadu. Stosuje się źródła radowe ( $^{226}\text{Ra}$ ), kobaltowe ( $^{60}\text{Co}$ ) i cezowe ( $^{137}\text{Cs}$ ).

Diagnostyczne wykorzystanie izotopów promieniotwórczych wiąże się z wprowadzaniem radiofarmceutyków dożylnie lub doustnie w celu wizualizacji procesów zachodzących w organizmie. Stosowane są również do oznaczania zawartości substancji biologicznie czynnych, występujących w śladowych ilościach w płynach ustrojowych (np. w krwi). Do tych celów stosowanych jest kilkadziesiąt radionuklidów, najczęściej jodowe ( $^{131}\text{I}$  – do wizualizacji,  $^{125}\text{I}$  – do oznaczeń) i technetowe ( $^{99}\text{Tc}$ ).

W przemyśle wykorzystuje się głównie zamknięte źródła izotopowe. Podstawowe zastosowanie znajdują one w defektoskopii ( $^{60}\text{Co}$ ,  $^{192}\text{Ir}$ ) do badania metalowych części urządzeń przemysłowych oraz automatyzacji procesów przemysłowych ( $^{235}\text{P}$ ,  $^{238}\text{P}$ ).

## 4.2. Sposoby postępowania z odpadami promieniotwórczymi

Odpady promieniotwórcze, ze względu na swój specyficzny charakter, wymagają stosowania ściśle określonych procedur i zasad bezpieczeństwa na każdym etapie ich życia, tzn. na etapie wytwarzania, gromadzenia, transportu, przetwarzania, przechowywania i składowania. Wymagane jest przestrzeganie następujących zasad:

- 1) Minimalizacja ilości powstających odpadów;
- 2) Odpowiednia segregacja – zgodnie z Rozporządzeniem RM z dnia 3 grudnia 2002 r. w sprawie odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego<sup>129</sup>;
- 3) Zmniejszanie objętości odpadów, np. poprzez prasowanie;
- 4) Odpowiednie zabezpieczenie w trakcie gromadzenia i transportu z uwzględnieniem minimalizacji narażenia personelu i wpływu na środowisko naturalne;
- 5) Składowanie odpadów odbywać się musi w miejscach o właściwej strukturze geologicznej oraz z zastosowaniem dostępnych technologii i barier, które skutecznie izolują odpady od środowiska i minimalizują ich wpływ na ludzi.

Sposób postępowania z odpadami promieniotwórczymi (na etapie segregacji, przechowywania, transportu, składowania) i ochrony radiologicznej uzależniony jest od istniejących przepisów dotyczących bezpieczeństwa jądrowego oraz od szeregu czynników:

- ich aktywności,

<sup>129</sup> Dz. U. z 2008 r., Nr 230 poz. 1925

- stanu skupienia,
- rodzaju emitowanego promieniowania (alfa, beta czy gamma),
- okresu półrozpadu,
- rodzaju źródła promieniotwórczego (otwarte czy zamknięte),
- palności,
- podatności na ściskanie,
- rodzaju materiału (biologiczny czy organiczny),
- pewnych specyficznych właściwości (np. wybuchowość, możliwość samozapłonu, toksyczność biologiczna).

Generalnie unieszkodliwianie odpadów promieniotwórczych odbywa się poprzez zmniejszenie ich objętości, schładzanie, czyli obniżenie ich aktywności, zestalanie lub utrwalanie, zamknięcie w odpowiednich pojemnikach do transportu i docelowo składowanie.

## **Sposoby przetwarzania lub unieszkodliwiania nisko- i średnioaktywnych odpadów promieniotwórczych**

### **Odpady ciekłe**

Oczyszczenie i przygotowanie odpadów ciekłych do bezpiecznego składowania jest wieloetapowe. Ich przetworzenie polega przede wszystkim na wyodrębnieniu izotopów promieniotwórczych, a następnie doprowadzeniu ich do postaci ciała stałego.

Unieszkodliwianie ciekłych odpadów promieniotwórczych odbywa się poprzez:

- zatężanie w celu możliwie dużego zmniejszenia ich objętości – odbywa się w wyparkach;
- oczyszczanie z zastosowaniem różnych metod:
  - filtracji z odzyskaniem osadu, w którym są radionuklidy,
  - strącania chemicznego,
  - ekstrakcji,
  - sorpcji (wychwytywanie pierwiastków lub związków chemicznych),
  - wymiany jonowej,
  - destylacji poprzez odparowanie,
  - separacji membranowej,
  - elektrolizy;
- zestalanie szlamów powyparynych cementem, asfaltem lub w żywicach. Mogą też być poddane zeszkliwianiu.

Celem oczyszczania odpadów ciekłych jest przygotowanie ich do składowania, bo tylko w postaci stałej mogą trafić na składowisko odpadów promieniotwórczych. Cały proces wymaga ścisłej kontroli, a jego efektem musi być osiągnięcie takiej czystości odzyskiwanej wody, by mogła być ona bezpiecznie zwrócona do środowiska.

### **Odpady stałe**

Przetwarzanie odpadów stałych rozpoczyna się od ich fragmentacji w przypadku, gdy gabaryty nie pozwalają na dalszą obróbkę. Ze względu na możliwość powstawania wtedy pyłów konieczne jest ścisłe kontrolowanie procesu. Następnie odpady są sprasowywane w bębnach lub w prasie hydraulicznej. Odpady mogą być również utrwalane w cemencie lub w tworzywach sztucznych. W przypadku odpadów wysokoaktywnych do zestalania używa się szkła. Zestalone odpady umieszczane są w pojemnikach ze stali nierdzewnej lub betonowych. Zestalanie pozwala na odizolowanie materiału promieniotwórczego od środowiska i zabezpieczenie przed ewentualnym wypłukiwaniem czy rozprzestrzenianiem pyłu, gdyby doszło do rozszczelnienia pojemnika.

Odpady stałe mogą również zostać unieszkodliwione poprzez spalanie. Powstały popiół po wymieszaniu z substancjami wiążącymi (np. cement, piasek) zamykany jest w metalowych pojemnikach. Spalanie musi być prowadzone w specjalnych instalacjach, gdzie gazy odlotowe oczyszczane są przez system filtrów i płuczek gwarantujących skuteczne oczyszczenie z pyłów mogących zawierać radionuklidy.

Odpady **biologiczne** utrwalane są w żywicach mocznikowo-formaldehydowych.

### **Odpady gazowe**

W przypadkach, gdy poziom promieniowania odpadów gazowych jest niski dopuszcza się odprowadzenie ich do środowiska, ale jedynie wówczas, gdy odprowadzone substancje promieniotwórcze nie stanowią zagrożenia z punktu widzenia ochrony radiologicznej. Natomiast przetwarzanie promieniotwórczych odpadów gazowych odbywa się w miejscu ich powstania poprzez doprowadzenie ich do postaci ciekłej lub stałej. Dalszy sposób postępowania jest identyczny jak w przypadku odpadów ciekłych lub stałych.

Jedyną instytucją w Polsce posiadającą zezwolenie na unieszkodliwianie i składowanie odpadów promieniotwórczych jest Państwowe Przedsiębiorstwo Użyteczności Publicznej Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych (ZUOP) w Świerku, który odpowiada za prawidłowe postępowanie z odpadami promieniotwórczymi od chwili ich przejęcia od wytwórcy. Odbiera odpady promieniotwórcze:

- stałe i ciekłe, nisko- i średnioaktywne,
- zużyte zamknięte źródła promieniotwórcze,
- wycofane z użytkowania czujki dymu.

Odbierane odpady ciekłe pochodzą głównie z reaktora Maria (ok. 90% wszystkich ścieków), z produkcji źródeł promieniotwórczych oraz z dekontaminacji skażonych powierzchni. W ilości odpadów stałych ok. 40% udziału ma Ośrodek w Świerku. Pochodzą one:

- z reaktora Maria – są to głównie filtry (z układów oczyszczania chłodziwa i wentylacji), odpady podekontaminacyjne, zużyte elementy aparatów i urządzeń reaktorowych;
- z zakładu produkcji izotopów promieniotwórczych (Instytut Energii Atomowej POLATOM Ośrodek Radioizotopów) – są to głównie:
  - niewykorzystane materiały aktywne z produkcji izotopów,
  - odpady podekontaminacyjne,
  - zużyte skażone elementy aparatów i urządzeń.

Większość odbieranych odpadów, bo 60% pochodzi:

- z zastosowań medycznych – ampułki po preparatach promieniotwórczych, strzykawki, lignina, folia, odzież ochronna, zużyte elementy wyposażenia oraz odpady z dekontaminacji oraz źródła radowe (podlegające specjalnej procedurze zabezpieczenia w czasie transportu);
- z innych instytucji wykorzystujących techniki izotopowe;
- z firm instalujących nowe urządzenia alarmowe – są dostawcami wycofywanych czujek dymu.

#### **4.2.1. SKŁADOWANIE ODPADÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH**

Przyjętym sposobem postępowania z odpadami promieniotwórczymi jest ich składowanie na składowiskach, co jest zgodne z rekomendacjami International Commission on Radiological Protection (ICRP) i Basic Safety Standards (BSS). Uznaje się, że jest to bezpieczny dla ludzi i środowiska sposób postępowania z odpadami zarówno na etapie eksploatacji składowiska, jak i po jego zamknięciu.

Wyróżnić można dwie metody składowania odpadów promieniotwórczych:

- składowisko powierzchniowe – stanowi miejsce ostatecznego składowania odpadów nisko- i średnioaktywnych zawierających odpady krótkożyciowe (o okresie półtrwania do 30 lat)
- składowisko głębokie – stanowi miejsce ostatecznego składowania odpadów nisko- i średnioaktywnych długożyciowych, wysokoaktywnych oraz wypalonego paliwa jądrowego.

Powierzchniowe składowiska odpadów powierzchniowych zlokalizowane są już w wielu krajach na świecie, a ich konstrukcje zabezpieczają przed migracją wody i są poddane ścisłej kontroli pod kątem ochrony radiologicznej. Stosowane systemy multibarier gwarantują skuteczne odseparowanie odpadów promieniotwórczych od biosfery, jednak muszą pozostawać pod nadzorem człowieka przez wiele lat, nawet po ich zamknięciu, gdyż istnieje niebezpieczeństwo naruszenia ich integralności lub izolacji.

Składowisko głębokie musi być zlokalizowane w stabilnych geologicznie pokładach soli lub granitu, a po zakończeniu eksploatacji powinno zostać szczelnie zabezpieczone. Jest to rozwiązanie gwarantujące

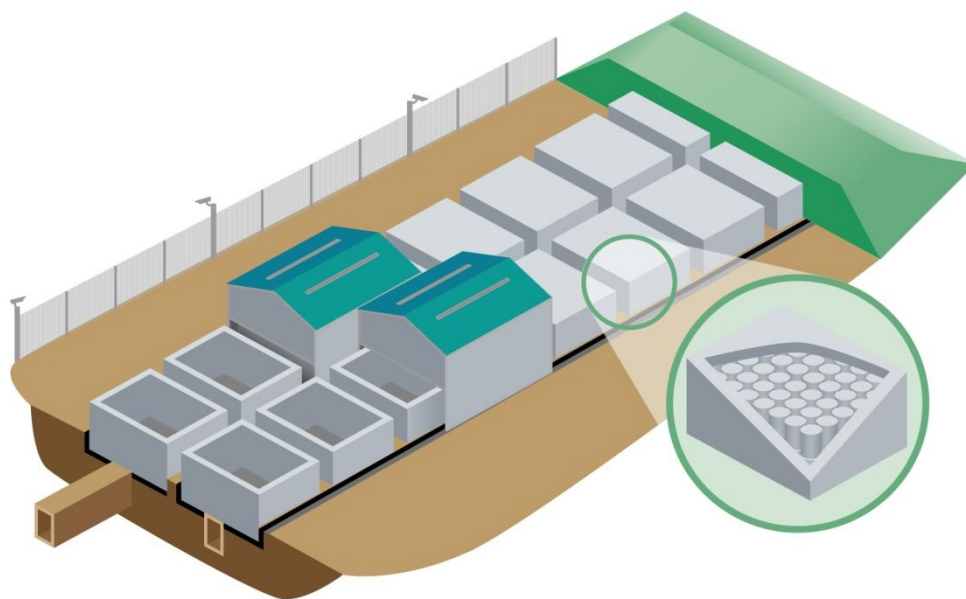
odizolowanie odpadów od biosfery przez wiele tysięcy lat. Jest to bardzo skomplikowane technicznie i bardzo drogie rozwiązanie. Nadającymi się do wykorzystania są głębokie formacje geologiczne, takie jak: wysady solne, pokłady granitu, a także ły, wapienie osadowe i łupki, gdyż ich parametry geologiczne pozostają niezmiennie od wielu lat.

Najlepszymi formacjami geologicznymi, do ostatecznego składowiska odpadów wysokoaktywnych są złoża solne, ze względu na:

- plastyczność, gwarantującą pewne i szczelne zamknięcie odpadów na tysiąclecia i izolowanie ich od biosfery;
- stosunkowo wysoką przewodność cieplną, zapewniającą dobry odbiór wydzielanego w odpadach ciepła i nie pozwalającą na zbytne podniesienie temperatury pojemników z odpadami;
- dużą stabilność, formacje solne nie ulegały poważniejszym zmianom przez ostatnie 100 mln lat;
- łatwość drążenia szybów, tuneli i komór składowych.

Formacje skalne natomiast są nieelastyczne i nie mają możliwości samozasklepienia powstających pęknięć i szczelin, przez co konieczne jest sytuowanie ich z dala od wód podziemnych. Natomiast ich zaletą jest duża stabilność i wytrzymałość mechaniczna.

Nisko- i średnioaktywne krótkożyciowe odpady promieniotwórcze składowane są w komorach na składowiskach powierzchniowych. Pozostałe kategorie odpadów docelowo mają być składowane na składowisku głębokim. W Polsce budowa głębokiego składowiska odpadów promieniotwórczych będzie konieczna po kilkudziesięciu latach od powstania pierwszej polskiej elektrowni jądrowej. Na rysunku poniżej pokazano schemat powierzchniowego składowiska odpadów promieniotwórczych.



Rysunek 41. Schemat powierzchniowego składowania odpadów promieniotwórczych<sup>130</sup>

#### 4.2.2. KRAJOWE SKŁADOWISKO ODPADÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH – KSOP RÓŻAN

Obecnie w Polsce funkcjonuje jedno składowisko odpadów promieniotwórczych. Zlokalizowane jest w gminie Różan, w powiecie makowskim, w województwie mazowieckim. Oddalone jest ok. 90 km na północny-wschód od Warszawy. Składowisko utworzono w 1961 roku na terenie dawnego fortu wojskowego, zbudowanego w pierwszym dziesięcioleciu XX wieku. Jest to składowisko typu

<sup>130</sup> Źródło: Ministerstwo Gospodarki



powierzchniowego. Składowisko ma status Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych (KSOP), stosownie do art. 53 ust. 3 i 4 ustawy – Prawo atomowe.

Zabezpieczeniem przed migracją odpadów do wód gruntowych jest odpowiednia budowa geologiczna terenu. Pod fortem znajduje się warstwa gliny o bardzo małej przepuszczalności i warstwa gleby, które skutecznie oddzielają składowisko od wód gruntowych.

Na KSOP Różan odpady składowane są:

- w betonowych obiektach fortu o ścianach grubości 1,2-1,5 m przykrytymi warstwą ziemi – umieszcza się tam stałe i zestalone odpady;
- w suchej fosie – odpady krótkożyciowe nisko- i średnioaktywne są tam umieszczane warstwami i zalewane betonem z dodatkiem bentonitu w celu poprawienia skuteczności izolacji

Po ułożeniu w fosie ostatniej, najwyższej warstwy odpady pokrywa się 40 cm warstwą betonu, a następnie impregnuje mieszkanką bitumiczną, żeby ograniczyć możliwości infiltracji wód opadowych do wnętrza tej konstrukcji.

Na składowisko w Różanie trafiają również zużyte zamknięte źródła promieniotwórcze krótkożyciowe nisko – i średnioaktywne. Składowane są w podziemnym betonowym obiekcie, który składa się z 12 komór. Dostarczane na składowisko zamknięte źródła deponowane są w tych komorach. Po wypełnieniu komorę wypełnia się betonem w celu ograniczenia poziomu promieniowania na zewnątrz komór. Wlot komory jest zamykany i odpowiednio uszczelniany.

Na KSOP Różan składowane są krótkożyciowe odpady średnio- i niskoaktywne. Składowanie odbywa się wyłącznie w postaci stałej lub zestalonej. Ponadto przechowuje się tam niewielkie ilości odpadów wysokoaktywnych. Stosownie do definicji „przechowywania” odpady te znajdują się tam jedynie tymczasowo. Wszystkie odpady muszą spełniać wymagania jakościowe<sup>131</sup>:

- nie powinny wydalać produktów gazowych (wyjątek stanowią odpady zawierające izotopy rozpadające się do produktów gazowych, np. <sup>226</sup>Ra),
- nie powinny zawierać substancji wybuchowych, łatwopalnych lub wykazujących się powinowactwem chemicznym w stosunku do barier ochronnych,
- nie powinny zawierać cieczy nie związanej powyżej 1% całkowitej masy odpadów,
- ługowalność z produktów zestalania odpadów niskoaktywnych nie powinna przekraczać wartości  $10^{-2}$  [ $\text{g} \times \text{cm}^{-2} \times \text{d}^{-1}$ ], a dla średnioaktywnych  $10^{-3}$  [ $\text{g} \times \text{cm}^{-2} \times \text{d}^{-1}$ ],
- pojemniki z odpadami powinny być szczelnie zamknięte w sposób zabezpieczający przed wydostaniem się odpadów na zewnątrz.

Skuteczność stosowanych zabezpieczeń (barier) jest systematycznie sprawdzana przez kontrolę:

- narażenia pracowników na promieniowanie jonizujące na podstawie pomiarów indywidualnych,
- radioaktywności podstawowych elementów środowiska naturalnego (powietrze, woda, gleba, roślinność),
- poziomu promieniowania na terenie i otoczeniu składowiska.

W celu zapewnienia obiektywności, wiarygodności i wzajemnej kontroli badań są one prowadzone przez kilka niezależnych instytucji:

- Laboratorium Pomiarów Dozymetrycznych Narodowego Centrum Badań Jądrowych,
- Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej,
- Instytut Fizyki Jądrowej na zlecenie Państwowej Agencji Atomistyki
- dozór jądrowy Państwowej Agencji Atomistyki,
- Państwowy Instytut Geologiczny.

Kontrola indywidualna narażenia pracowników na promieniowanie jonizujące prowadzona na podstawie pomiarów narażenia zewnętrznego oraz pomiarów skażeń wewnętrznych wskazuje, że u żadnej z kontrolowanych osób nie stwierdzono, aby skuteczne dawki obciążające przekroczyły 1% dawki granicznej dla osób narażonych zawodowo (czyli 20 mSv/rok).

<sup>131</sup> Źródło: <http://www.zuop.pl/ksop.html>

Również pomiary radioaktywności podstawowych elementów środowiska naturalnego w otoczeniu KSOP Różan nie odbiegają od wartości występujących w środowisku naturalnym. Wartość mocy dawek promieniowania gamma w otoczeniu składowiska także nie odbiega od poziomów rejestrowanych na pozostałym obszarze Polski.

Przeprowadzenie procesu zamykania składowiska planuje się na lata 2024-2029. Proces ten poprzedzony będzie:

- szczegółową inwentaryzacją składowanych odpadów – na podstawie zgromadzonej w czasie funkcjonowania składowiska dokumentacji;
- sporządzeniem rejestrów składowanych odpadów przeznaczonych do wiecznego przechowywania w archiwach 5 wskazanych instytucji – wiąże się to również z identyfikacją odpadów przeznaczonych do przeniesienia do NSPOP lub SGOP;
- opracowaniem modeli migracji radionuklidów;
- zidentyfikowaniem możliwych działań naprawczych i zapobiegawczych na zamykanym składowisku;
- wskazaniem wymagań dla monitoringu składowiska po zamknięciu (na ok. 300 lat);
- przygotowaniem raportów bezpieczeństwa dla etapu zamykania i fazy po zamknięciu.

Jak wspomniano wyżej, przed ostatecznym zamknięciem składowiska konieczne będzie przeniesienie, przechowywanych obecnie w komorach betonowych obiektów fortu, odpadów długożyciowych emitujących promieniowanie alfa. Największą grupę tych odpadów stanowią wycofywane z eksploatacji czujki dymu ze źródłami <sup>241</sup>Am, <sup>239</sup>Pu i <sup>238</sup>Pu oraz wycofane z użytkowania źródła radowe.

### 4.3. Bilans dotychczas składowanych odpadów promieniotwórczych wraz z prognozą do roku 2144

#### Bilans odpadów zgromadzonych w KSOP Różan

W tabeli poniżej zestawiono ilość odpadów promieniotwórczych zebranych dotychczas w Polsce i składowanych na KSOP Różan. Odpady długożyciowe w przyszłości trafią do SGOP w celu składowania, a wcześniej do NSPOP, gdzie będą przechowywane.

Tabela 11. Ilość odpadów zebranych w Polsce - przechowywanych i składowanych na KSOP Różan<sup>132</sup>

Obiekt	Objętość całkowita opakowania [m <sup>3</sup> ]		Aktywność całkowita [MBq] (27.11.2013 r.)		Rodzaj odpadów
	w obiektach	razem	w obiektach	razem	
Obiekt nr 1	810,83	1388,27	14 002 590	17 154 857	niskoaktywne
Obiekt nr 2	46,95		346 518		
Obiekt nr 3	530,49		2 805 749		
Obiekt nr 3a (źródła)	0,05		6 641 732		źródła
Obiekt nr 8	2 402,51	2 408,91	25 972 095	25 975 445	krótkożyciowe niskoaktywne
Obiekt nr 1 Komora K-5 (odpady czasowo w komorze recepcyjnej)	6,4		3 350		
<b>łącznie ilość odpadów promieniotwórczych w KSOP RÓŻAN</b>	<b>3797,23</b>				

W tabeli poniżej przedstawiono łączną sumę odpadów odebranych do unieszkodliwiania w latach 2000-2013 w podziale na źródła ich pochodzenia. Bilans przedstawia również ilość odpadów w podziale na różne stany skupienia, tzn. odpady ciekłe i stałe.

<sup>132</sup> Źródło: Krajowy plan postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym

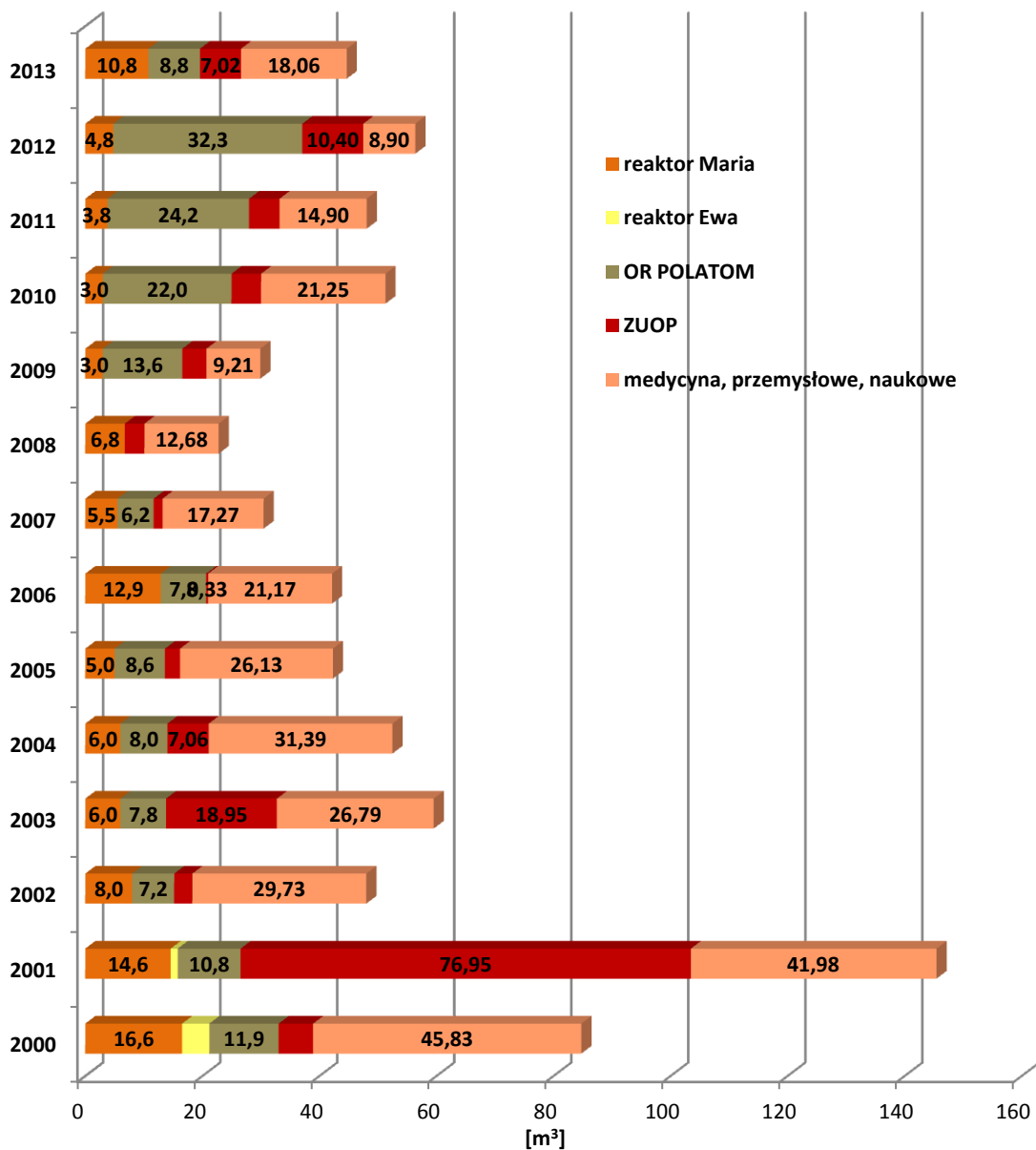
Tabela 12. Bilans odpadów promieniotwórczych odebranych przez ZUOP do unieszkodliwienia w latach 2000-2013<sup>133</sup>

Pochodzenie odpadów promieniotwórczych	Suma odpadów w latach 2000-2013	
	odpady stałe	odpady ciekłe
Reaktor Maria [m <sup>3</sup> ]	106,76	1 033,8
Reaktor Ewa [m <sup>3</sup> ]	5,85	0
OR POLATOM [m <sup>3</sup> ]	169,08	2,05
ZUOP [m <sup>3</sup> ]	151,48	84,51
Institucje spoza NCBJ (zastosowania medyczne, przemysłowe, naukowe) [m <sup>3</sup> ]	325,29	17,37
<b>Ogółem [m<sup>3</sup>]</b>	<b>758,35</b>	<b>1 137,82</b>
Kategoria odpadów promieniotwórczych:		
niskoaktywne [m <sup>3</sup> ]	674,15	1 136,67
średnioaktywne [m <sup>3</sup> ]	5,68	1,18
alfa-promieniotwórcze [m <sup>3</sup> ]	40,31	0
izotopowe czujki dymu [szt.]	246 725	
źródła zamknięte [szt.]	32 478	
<b>Objętość odpadów przekazanych do składowania/przechowywania w KSOP Różan [m<sup>3</sup>]</b>	<b>739,4</b>	

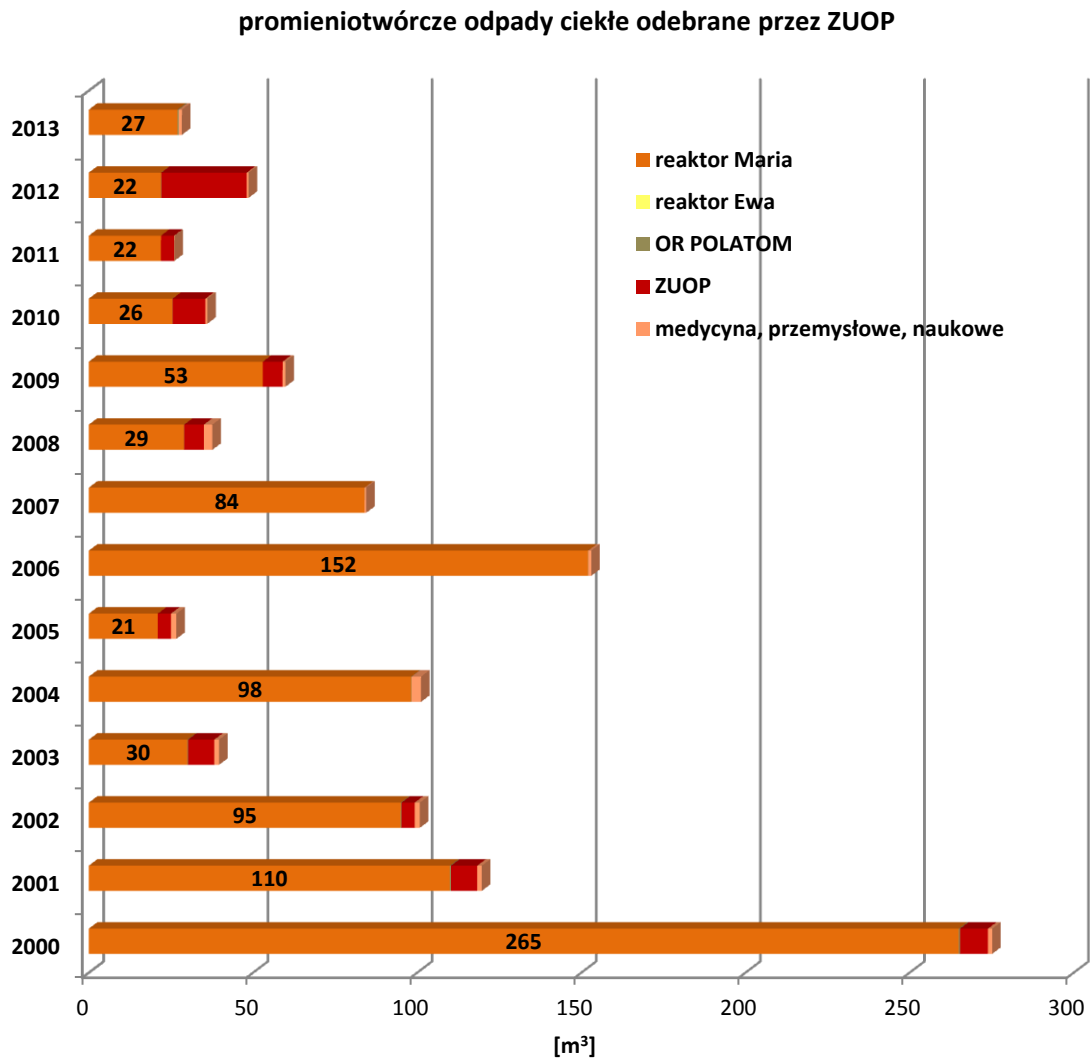
Zmienność ilości odpadów odbieranych w poszczególnych latach rozpatrywanego okresu przedstawiono na rysunkach poniżej. Zestawienia pokazano w podziale na źródła pochodzenia odpadów, stan skupienia oraz aktywność odpadów. Osobno przedstawiono zmienność ilości odbieranych źródeł zamkniętych i zużytych czujek dymu.

Z przedstawionych zestawień wynika, że najwięcej stałych odpadów promieniotwórczych pochodzi z zastosowań medycznych, przemysłowych i naukowych. Incydentalnie duża ilość odpadów przekazanych w 2001 roku z ZUOP jest wynikiem działań organizacyjnych. Natomiast nagły skok ilości odpadów stałych alfa-promieniotwórczych w 2011 roku wynikał z przekazania złomu skażonego radem (zużyte gorące komory) i miał charakter incydentalny. Dominującym źródłem odpadów w stanie ciekłym jest reaktor Maria.

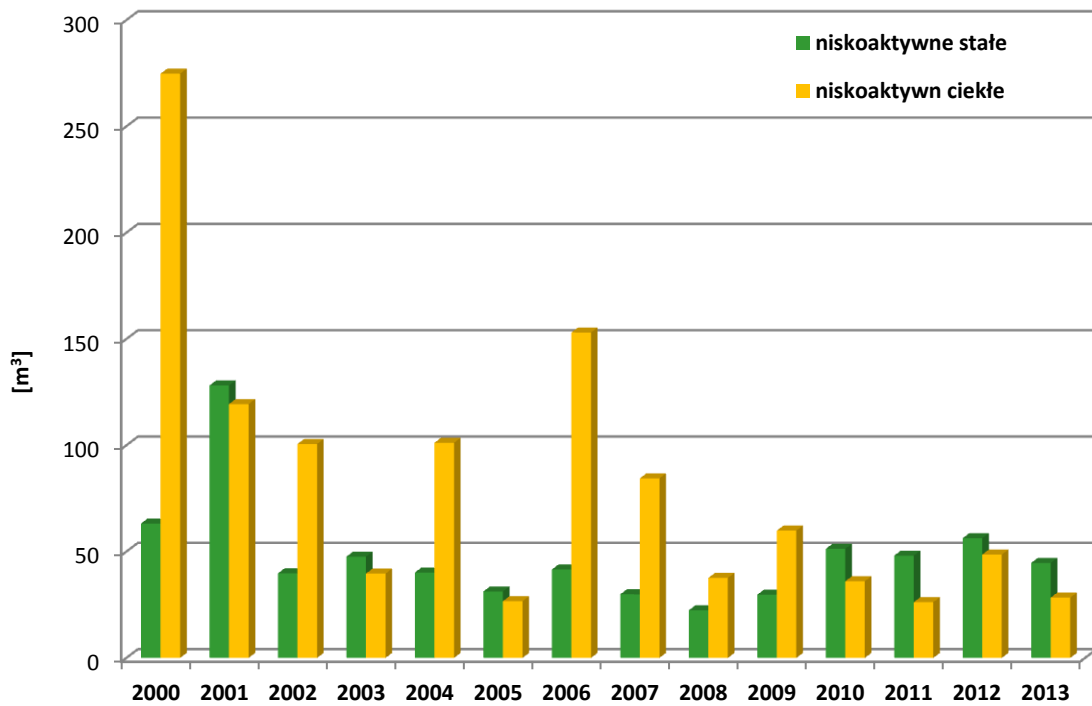
<sup>133</sup> Źródło: Krajowy plan postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym



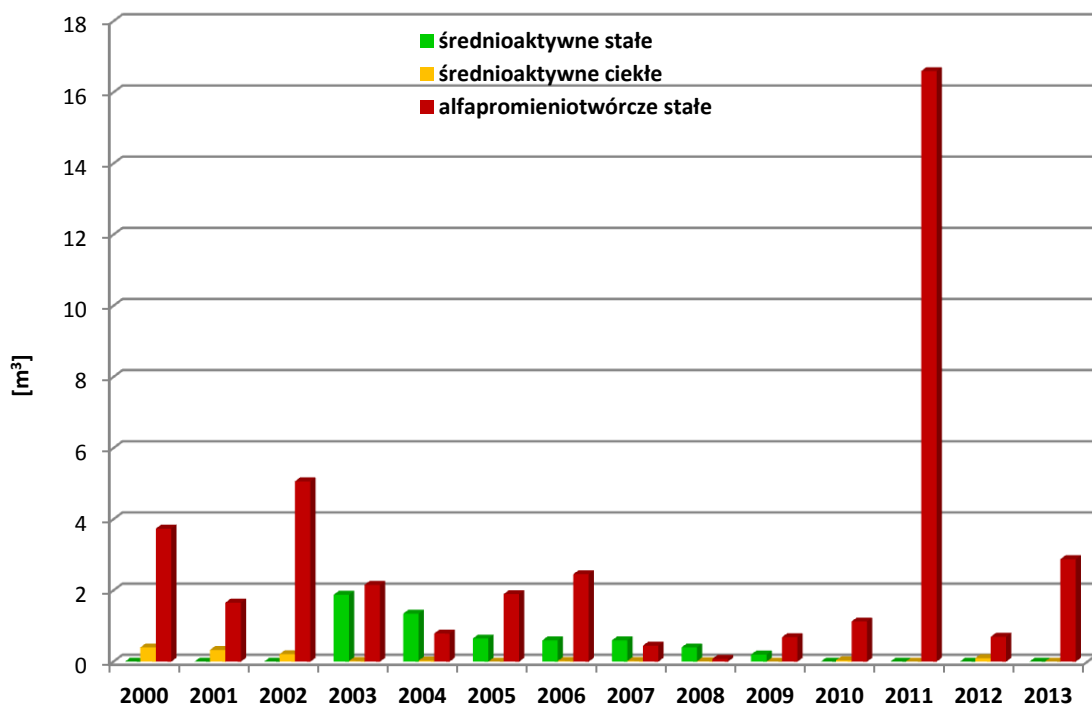
Rysunek 42. Bilans stałych odpadów promieniotwórczych odpady odebrane przez ZUOP w latach 2000-2013



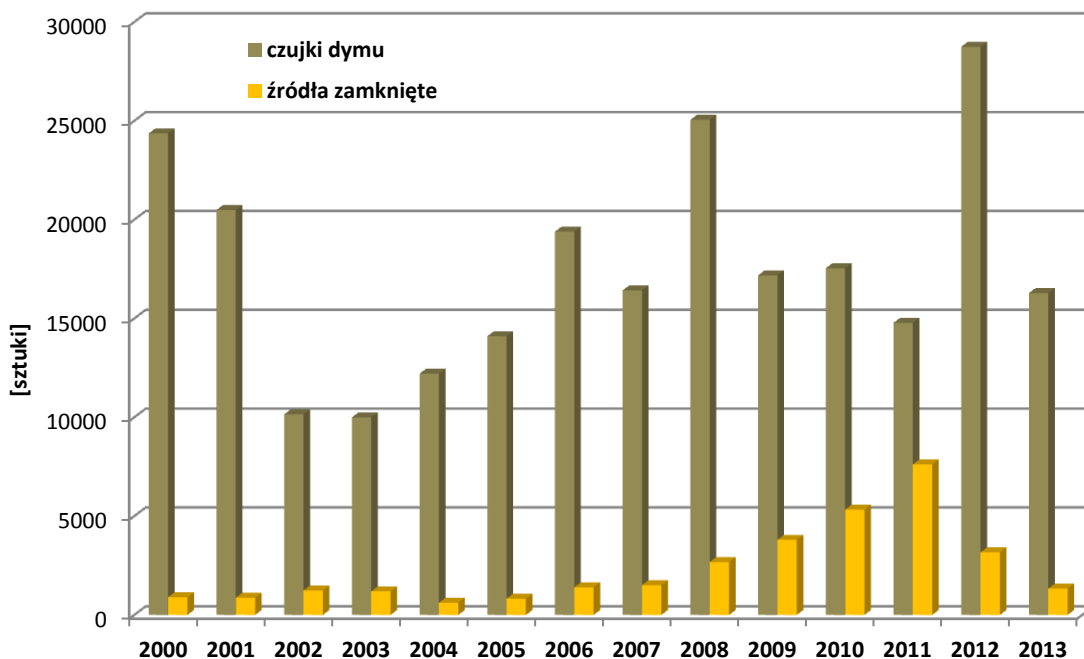
Rysunek 43. Bilans ciekłych odpadów promieniotwórczych odpady odebrane przez ZUOP w latach 2000-2013



Rysunek 44. Bilans odpadów promieniotwórczych niskoaktywnych odebranych przez ZUOP w latach 2000-2013



Rysunek 45. Bilans odpadów promieniotwórczych średnioaktywnych oraz alfapromieniotwórczych odebranych przez ZUOP w latach 2000-2013



Rysunek 46. Bilans zużytych czujek dymu i źródeł zamkniętych odebranych przez ZUOP w latach 2000-2013

Przedstawione na rysunkach bilanse i zmienność ilości odpadów w poszczególnych latach pozwalają stwierdzić, że ilość odbieranych odpadów promieniotwórczych różnego rodzaju podlega pewnym fluktuacjom, które wynikają ze zmienności dostaw.

### Prognoza ilości odpadów przeznaczonych do składowania do 2144 roku

Prognozowana ilość odpadów promieniotwórczych krótkożyciowych nisko- i średnioaktywnych przeznaczonych do składowania w NSPOP do 2144 r. wyniesie 153 500 m<sup>3</sup>, z tego:

- z eksploatacji obu elektrowni jądrowych 54 000 m<sup>3</sup> (45 000 m<sup>3</sup> nisko- i 9 000 m<sup>3</sup> średnioaktywnych),
- z likwidacji obu elektrowni jądrowych 67 500 m<sup>3</sup> (w tym 6 000 m<sup>3</sup> krótkożyciowych średnioaktywnych), z zastosowań medycznych, naukowych i przemysłowych (w tym reaktora Maria, spoza sektora energetyki jądrowej (rocznie po 100 m<sup>3</sup>) 12 000 m<sup>3</sup> krótkożyciowych nisko- i średnioaktywnych odpadów promieniotwórczych
- promieniotwórczych z likwidacji reaktora Maria i laboratoriów NCBJ – 20 000 m<sup>3</sup> z krótkożyciowych nisko- i średnioaktywnych odpadów.

Po dodaniu rezerwy na nieprzewidziane zdarzenia w wysokości 16 500 m<sup>3</sup> oznacza to całkowitą, niezbędną pojemność NSPOP na poziomie 170 000 m<sup>3</sup>.

### Prognoza odpadów promieniotwórczych wysokoaktywnych, w tym wypalonego paliwa jądrowego przeznaczone do składowania w SGOP<sup>134</sup>

Do składowania w SGOP przeznaczone będą następujące ilości wypalonego paliwa jądrowego:

- pochodzącego z energetyki jądrowej: 4 200 m<sup>3</sup> (7 500 tHM, w tym z elektrowni jądrowych 6 700 tHM (3750 m<sup>3</sup>), powiększone o konieczną rezerwę, uwzględniając także reaktor badawczy, w wysokości 800 tHM (450 m<sup>3</sup>));
- pochodzącego z reaktora badawczego (maksymalnie): 327 m<sup>3</sup>.

Odpady promieniotwórcze długożyciowe nisko- i średnioaktywne przeznaczone do składowania w SGOP:

<sup>134</sup> Źródło: Projekt Krajowego planu postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym

- odpady promieniotwórcze długożyciowe niskoaktywne zgromadzone do tej pory w KSOP w Różanie – 1 388,3 m<sup>3</sup>;
- odpady promieniotwórcze stałe długożyciowe niskoaktywne, które będą gromadzone w kolejnych latach (od 2014 r. do 2120 r.) - 2,0 m<sup>3</sup> rocznie, co daje łącznie 214 m<sup>3</sup>.

## 5. PROGNOZA ODDZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO

### 5.1. Wpływ promieniowania jonizującego na organizmy żywe

Promieniowanie jonizujące jest nieodłącznym składnikiem naszego środowiska naturalnego i towarzyszyło życiu biologicznemu na Ziemi zawsze. Promieniowania nie można jednoznacznie uznać za szkodliwe, ponieważ może ono prowadzić ostatecznie do pozytywnych zmian lub jego zastosowanie może powodować pozytywne skutki. Naturalne promieniowanie wpływa na organizmy żywe, gdyż jest jednym z generatorów mutacji genetycznych, z których niektóre mogą okazać się pozytywne, bo cenne dla przyszłych pokoleń. Nawet niszczące działanie dużych dawek promieniowania, wykorzystywane w terapii nowotworowej może przynieść pozytywne, oczekiwane efekty w postaci zniszczenia komórek raka.

#### **Rodzaje promieniowania jonizującego**

Promieniowanie jonizujące charakteryzuje się tym, że w zetknięciu z ośrodkiem materialnym powoduje jego jonizację. Substancje promieniotwórcze emitują różne rodzaje promieniowania, z czego najistotniejsze są trzy rodzaje:

- Promieniowanie alfa ( $\alpha$ ) – promieniowanie cząsteczkowe, emitowane jest przez rozpadające się jądra atomowe, jest to strumień cząstek alfa, które są jądrami helu. Jest to promieniowanie bardzo silnie pochłaniane przez materię, dzięki czemu osłonę przed nim stanowi nawet kartka papieru. Niebezpieczne jest natomiast wniknięcie substancji alfa-promieniotwórczych do organizmu. Cząsteczki  $\alpha$  emitowane są przez jądra o dużej liczbie atomowej, np. U, Pu, Ra, Th.
- Promieniowanie beta ( $\beta$ ) – promieniowanie cząsteczkowe, jest to strumień elektronów poruszających się z bardzo dużą prędkością. Jest promieniowaniem silnie pochłanianym przez materię, ale ze względu na mniejsze cząstki niż  $\alpha$  jest bardziej od niego przenikliwe.
- Promieniowanie gamma ( $\gamma$ ) – promieniowanie elektromagnetyczne, przenikliwe, wytwarzane w wyniku przemian jądrowych albo zderzeń jąder.

Promieniowanie jonizujące działa szkodliwie na wszystkie żywe organizmy, a konsekwencje wystawienia na promieniowanie mogą być krótkoterminowe (pojawiać się szybko po ekspozycji w postaci objawów klinicznych) lub długoterminowe (tzw. późne skutki), które mogą objawić się po kilku miesiącach, a nawet latach. Generalnie skutkiem fizykochemicznym promieniowania jest jonizacja ośrodka lub wzbudzenie atomów, na które przeniesiona została energia. Skutkiem bezpośrednim takiego wzbudzenia czy jonizacji jest uszkodzenie materiału genetycznego (DNA i RNA) poszczególnych komórek, co prowadzi do zaburzenia ich funkcjonowania (np. syntezy białek, enzymów, zaburzenia podziału). A to w konsekwencji powoduje zaburzenie czynności tkanek lub narządów. Wczesne skutki napromieniowania najczęściej mają charakter zmian odwracalnych, natomiast skutki późne zwykle są nieodwracalne.

Zdecydowana większość organizmów żywych jest w znacznym stopniu uwodniona, dlatego częściej obserwowany jest pośredni wpływ promieniowania, oparty na procesach jonizacji wtórnej. Cząsteczki wody pochłaniając energię promieniowania ulegają jonizacji, w skutek czego dochodzi do radiolizy, której produkty uszkadzają komórki powodując objawy kliniczne. Napromieniowanie organizmu może pochodzić ze źródeł zewnętrznych lub w wyniku wniknięcia i nagromadzenia radionuklidów wewnątrz organizmu. Reakcja na promieniowanie u ludzi i u innych ssaków jest podobna, różnice mają charakter ilościowy. Oznacza to, że pomimo podobnego narażenia, dawka progowa dla różnego rodzaju skutków różni się w zależności od gatunku.

Uwzględniając stopień toksyczności wśród radionuklidów należy wymienić:



- najbardziej toksyczne - głównie ciężkie radionuklidy szeregów: uranowo-radonowego, torowego i aktynowo-uranowego,
- silnie toksyczne:
  - stront  $^{90}\text{Sr}$ , emitor cząstek beta o półokresie zaniku równym 28 lat, pochodzący ze skażeń atmosferycznych ostatnich dziesięcioleci,
  - izotopy emitujące promieniowanie beta i gamma zanieczyszczające środowisko (głównie wody powierzchniowe) po katastrofie w Czarnobylu -  $^{131}\text{I}$  oraz  $^{134}\text{Cs}$  i  $^{137}\text{Cs}$ .

Radionuklidy mogą wnikać do organizmu różnymi drogami (wziewną, pokarmową lub bezpośrednio do krwi np. poprzez rany skóry), a ich dalsze losy w organizmie zależne są od rodzaju związku chemicznego, w jakim występuje izotop. Poszczególne radionuklidy wykazują różną podatność koncentracji, a czasami ich toksyczność uwarunkowana jest nie tylko ich właściwościami promieniotwórczymi, ale również chemicznymi. Poniżej przedstawiono mechanizm oddziaływania na organizmy żywe wybranych izotopów promieniotwórczych.

$^{226}\text{Ra}$  (rad) należy do najbardziej toksycznych izotopów. Szczególnie niebezpieczny, gdy wnika do organizmu drogą pokarmową. Po wnikięciu do organizmu odkłada się w kościach, gdyż jest analogiem metabolicznym wapnia. Emituje promieniowanie alfa, beta lub gamma (najbardziej prawdopodobna jest emisja promieniowania alfa), a jego okres półrozpadu wynosi 1599 lat. Wywołuje nowotwory kości. Ponieważ praktycznie nie jest wydalany na zewnątrz, koncentruje się w kościach i jego ilość wzrasta z wiekiem. Ta zdolność kumulacji decyduje o tym, że jest zaliczany do radionuklidów osteoporowych.

$^{131}\text{I}$  (jod) jest radionuklidem silnie toksycznym, który niezależnie od drogi wnika do organizmu bardzo szybko przenika do krwi i gromadzi się w tarczycy powodując jej uszkodzenie, które prowadzi do przerostu lub rozwoju nowotworu. Młode organizmy są bardziej wrażliwe na powstawanie niezłośliwych nowotworów tarczycy niż dorosłe.

$^{137}\text{Cs}$  (cez) również należy do radionuklidów silnie toksycznych, o długim czasie półrozpadu (ok. 30 lat). Jest produktem odpadowym w reaktorach jądrowych. Źródłem jego obecności w środowisku są próby jądrowe oraz awarie elektrowni jądrowych. Łatwo i szybko rozprzestrzenia się w organizmie, gdyż chemicznie podobny jest do potasu. Emitując promieniowanie beta i gamma szybko prowadzi do napromieniowania całego organizmu. Wystawienie organizmów na duże dawki prowadzi do zniknięcia szpiku, a małe dawki indukują zmiany nowotworowe. Ponadto radioaktywny cez przez swoje powinowactwo do potasu koncentruje się w tkance mięśniowej, nerkach, płucach, wątrobie, sercu, gonadach, a u dzieci również w tkance kostnej. Wydalany jest z organizmu w ciągu około 110 dni.

$^{90}\text{Sr}$  (stront) rozpadając się na  $^{90}\text{Y}$  (itr) emituje promieniowanie beta. Szczególnie toksyczny jest po wnikięciu do organizmu, najczęściej ze skażonym jedzeniem lub wodą. Z chemicznego punktu widzenia jest podobny do wapnia, przez co wbudowywany jest w układ kostny i bardzo trudno wypłukać go z organizmu. Prowadzi do rozwoju raka kości, raka szpiku kostnego oraz białaczki. Znajduje zastosowanie w medycynie w radioterapii niektórych nowotworów.

**Izotopy uranu ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$ )** w formie rozpuszczalnej są szczególnie toksyczne dla nerek, natomiast w formie nierozpuszczalnej wchłaniane są przez drogi oddechowe i wówczas prowadzi do powstania zmian włóknistych w płucach oraz przerost komórek nabłonka płuc, co dalej może prowadzić do powstawania nowotworów.

$^{238}\text{Pu}$  (pluton) wnika do organizmu najczęściej drogą oddechową. Związki nierozpuszczalne zatrzymywane są w dolnych drogach oddechowych powodując zwłóknienie tkanki płucnej oraz nowotwory oskrzeli. Związki rozpuszczalne przemieszczają się do tkanek miękkich (szczególnie chętnie do wątroby) oraz do kości.

## 5.2. Analiza skutków w przypadku odstąpienia od realizacji Planu

W Polsce obserwujemy stały rozwój zastosowań techniki jądrowej w różnych dziedzinach życia, od połowy ubiegłego stulecia. Izotopy promieniotwórcze znajdują zastosowanie w przemyśle energetycznym, węglowym, hutniczym, chemicznym, przy produkcji i dystrybucji izotopów, a nawet w kryminalistyce.

Radioizotopy wykorzystywane są do badania gęstości materiałów, w analizatorach chemicznego składu substancji, sondach geologicznych oraz w technikach „znakowania” badanych materiałów. W medycynie izotopy stosowane są m.in. w diagnostyce niektórych chorób oraz w leczeniu wybranych zmian nowotworowych. Szerokie zastosowanie znajdują izotopy promieniotwórcze w nauce, w fizyce, chemii, biologii, mineralogii, inżynierii materiałowej, a nawet archeologii.

Obecnie w Polsce, w największym polskim instytucie badawczym - Narodowym Centrum Badań Jądrowych (NCBJ) w Świerku (dzielnica Otwocka) prowadzone są badania naukowe z wykorzystaniem źródeł promieniowania jonizującego oraz funkcjonuje reaktor jądrowy Maria, który poza badaniami naukowymi jest wykorzystywany do produkcji radioizotopów i innych potrzeb gospodarczych. Poza zapewnieniem potrzeb badawczych (fizyka, chemia, medycyna i farmacja oraz inne), w Świerku działa kilka firm produkujących między innymi urządzenia i preparaty izotopowe na potrzeby medycyny, przemysłu i ochrony środowiska.

Prowadzone działalności, przede wszystkim w Świerku (większość odpadów), ale także powstające w źródłach rozproszonych na terenie całego kraju takich jak medyczne (szpitale) czy kontrolne (przejścia graniczne) i inne są źródłem powstawania odpadów promieniotwórczych niskoaktywnych i średnioaktywnych (gazowe, ciekłe i stałe).

Jedyny w Polsce Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych (ZUOP), zlokalizowany w Świerku, odbiera ciekłe i stałe odpady promieniotwórcze, zużyte zamknięte źródła promieniotwórcze oraz czujniki dymu.

Odpady unieszkodliwiane przez ZUOP są na koniec procesu odpowiednio pakowane i przygotowane do transportu do jedynego w Polsce Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych (KSOP) w Różanie. Składowisko jest powierzchniowe (dawne forty nad Narwią) i funkcjonuje od 1961 roku. W najbliższych latach (5 - 10 lat) przewiduje się jego wypełnienie, zakończenie eksploatacji i zamknięcie. W ocenianym Planie wskazano, że proces zamykania KSOP Różan nastąpi w latach 2024-2029.

Stan obecny obiektu w Różanie powoduje konieczność wyznaczenia NSPOP, ponieważ jego brak spowoduje konieczność zaprzestania działalności naukowej, badawczej i produkcyjnej prowadzonej przede wszystkim w Narodowym Centrum Badań Jądrowych oraz w innych jednostkach zlokalizowanych w Świerku, a także spowoduje konieczność wyłączenia reaktora jądrowego Maria, w tym z powodu braku możliwości zapewnienia jego obsługi technicznej, konserwacji itd.

Istotnym skutkiem zaniechania realizacji Planu byłoby także to, że nie można byłoby stosować preparatów izotopowych w medycynie, gdzie są wykorzystywane między innymi w leczeniu nowotworów. Stwarza to bezpośrednie zagrożenie dla zdrowia i życia pacjentów (onkologicznych i innych) ze względu na brak możliwości przeprowadzenia procedur leczniczych oraz badań medycznych (np. prześwietlenia).

Opisane powyżej konsekwencje są nieuniknione w przypadku rezygnacji z realizacji ocenianego Planu.

Ponadto, przyjęty w 2014 r. Program Polskiej Energetyki Jądrowej<sup>135</sup> zakłada budowę dwóch elektrowni jądrowych. Bez zapewnienia w przyszłości - wraz z uruchomieniem elektrowni jądrowej - możliwości składowania odpadów promieniotwórczych nie ma warunków do wdrożenia w kraju energetyki jądrowej. Również brak możliwości budowy głębokiego składowiska odpadów promieniotwórczych na wypalone paliwo z elektrowni jądrowej może utrudnić realizację Programu Polskiej Energetyki Jądrowej przyjętego przez Radę Ministrów w 2014 roku.

---

<sup>135</sup> Uchwała Nr 15/2014 Rady Ministrów z dnia 28 stycznia 2014 r. w sprawie programu wieloletniego pod nazwą „Program polskiej energetyki jądrowej”)

<http://www.mg.gov.pl/Bezpieczenstwo+gospodarcze/Energetyka+jadrowa/Program+polskiej+energetyki+jadrowej>

## 5.3. Analiza i ocena celów ochrony środowiska ustanowionych na szczeblu międzynarodowym, wspólnotowym i krajowym, istotnych z punktu widzenia projektowanego Planu

Celem analizy była ocena zgodności projektu Planu z celami najważniejszych aktów normatywnych i dokumentów strategicznych na poziomie globalnym, Unii Europejskiej i Polski, szczególnie z punktu widzenia ochrony środowiska. Analizie poddano następujące dokumenty:

### Dokumenty międzynarodowe:

- Dokument końcowy Konferencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zrównoważonego rozwoju Rio+20<sup>136</sup> pn. *Przyszłość jaką chcemy mieć*,
- *Ramową konwencję Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu*<sup>137</sup>,
- Protokół do ww. Konwencji t. zw. *Protokół z Kioto*<sup>138</sup>,
- *Konwencję o różnorodności biologicznej*<sup>139</sup>,
- *Europejską Konwencję Krajobrazową*<sup>140</sup>,
- *Konwencję w sprawie transgranicznego zanieczyszczenia powietrza na dalekie odległości (LRTAP)*<sup>141</sup>, w tym m. in. Protokół w sprawie przeciwdziałania zakwaszeniu, eutrofizacji i ozonowi przyziemnemu (tzw. Protokół z Göteborga),
- *Konwencję z Minamaty w sprawie rtęci (projekt)*<sup>142</sup>,
- Dokumenty MAEA.

### Dokumenty międzynarodowe dotyczące odpadów radioaktywnych:

- *Konwencję bezpieczeństwa jądrowego*, sporządzona w Wiedniu dnia 20 września 1994 r.<sup>143</sup>
- *Wspólną konwencję bezpieczeństwa w postępowaniu z wypalonym paliwem jądrowym i bezpieczeństwa w postępowaniu z odpadami promieniotwórczymi*, sporządzona w Wiedniu dnia 5 września 1997 r.<sup>144</sup>

### Unii Europejskiej:

- Europa 2020 – Strategię na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu (KOM(2010)2020 wersja ostateczna)<sup>145</sup>,
- Projekt przewodni Strategii Europa 2020: Europa efektywnie korzystająca z zasobów,
- Rezolucję Parlamentu Europejskiego z dnia 24 maja 2012 r. w sprawie Europy efektywnie korzystającej z zasobów (2011/2068(INI))<sup>146</sup>,
- Plan działań na rzecz zasobooszczędnej Europy" (COM(2011)0571)<sup>147</sup>,

<sup>136</sup> Report of the United Nations Conference on Sustainable Development (A/CONF.216/16), 2012  
<http://www.uncsd2012.org/content/documents/814UNCSD%20REPORT%20final%20revs.pdf>

<sup>137</sup> Ramowa konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu  
<http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU19960530238>

<sup>138</sup> Protokół z Kioto [http://www.nape.pl/upload/File/akty-prawne/Protokol\\_z\\_Kioto.pdf](http://www.nape.pl/upload/File/akty-prawne/Protokol_z_Kioto.pdf)

<sup>139</sup> Konwencja o różnorodności biologicznej (<http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20021841532>)

<sup>140</sup> Europejska Konwencja Krajobrazowa (<http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20060140098>)

<sup>141</sup> Konwencja w sprawie transgranicznego zanieczyszczenia powietrza na dalekie odległości  
(<http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU19850600311>)

<sup>142</sup> Wniosek Komisji Europejskiej Decyzja Rady w sprawie podpisania Konwencji (COM(213)325)  
[http://www.parliament.bg/pub/ECD/129457COM\\_2013\\_325\\_EN\\_ACTE\\_f.pdf](http://www.parliament.bg/pub/ECD/129457COM_2013_325_EN_ACTE_f.pdf)

<sup>143</sup> Dz. U. z 1997 r., Nr 42, poz. 262

<sup>144</sup> Dz. U. z 2002 r., Nr 202, poz. 1704

<sup>145</sup> Europa 2020 <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:PL:PDF>

<sup>146</sup> Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 24 maja 2012 r. (<http://www.lex.pl/akt/-/akt/dz-u-ue-c-2013-264e-59>)

- Rezolucję Parlamentu Europejskiego z dnia 15 marca 2012 r. w sprawie planu działania prowadzącego do przejścia na konkurencyjną gospodarkę niskoemisyjną do 2050 r. (2011/2095(INI))<sup>148</sup>,
- Mapę drogową do niskoemisyjnej gospodarki do 2050r. (COM(2011)0112)<sup>149</sup>,
- Mapę drogową w zakresie energetyki do 2050 (COM(2011) 885 final)<sup>150</sup>,
- Strategię UE adaptacji do zmiany klimatu (COM(2013)216 wersja ostateczna)<sup>151</sup>,
- Białą Księgę. Adaptacja do zmian klimatu: europejskie ramy działania (KOM(2009) 147 wersja ostateczna)<sup>152</sup>,
- VII Ogólny unijny program działań w zakresie środowiska do 2020r. Dobra jakość życia z uwzględnieniem ograniczeń naszej planety<sup>153</sup>,
- Nasze ubezpieczenie na życie i nasz kapitał naturalny – unijną strategię ochrony różnorodności biologicznej na okres do 2020 r. (KOM(2011) 244 wersja ostateczna)<sup>154</sup>,
- Pakiet czyste powietrze<sup>155</sup>,
- Ramy polityczne na okres 2020 – 2030 dotyczące klimatu i energii (COM(2014)15 final)<sup>156</sup>,
- Agendę Terytorialną UE. W kierunku bardziej konkurencyjnej i zrównoważonej Europy zróżnicowanych regionów. (Lipsk 2009)<sup>157</sup>,
- Strategia UE dla regionu Morza Bałtyckiego (KOM(2009)248 wersja ostateczna)<sup>158</sup>,
- Plan ochrony zasobów wodnych Europy (COM(2012) 673 wersja ostateczna)<sup>159</sup>(Blueprint), Horyzont 2020 – program ramowy w zakresie badań naukowych i innowacji KOM(2011)808 wersja ostateczna)<sup>160</sup>,
- Konkluzje Rady Europejskiej 23-24 października 2014 r.<sup>161</sup>.

#### Dokumenty strategiczne Polski:

- Długookresową Strategię Rozwoju Kraju, Polska 2030, Trzecia fala nowoczesności (MAiC styczeń 2013 r.)<sup>162</sup>,

<sup>147</sup>Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno - Społecznego i Komitetu Regionów (<http://www.lex.pl/akt/-/akt/dz-u-ue-c-2013-264e-59>)

<sup>148</sup> Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 15 marca 2012 r.

<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P7-TA-2012-0086+0+DOC+XML+V0//PL>

<sup>149</sup>Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno - Społecznego i Komitetu Regionów

[http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009\\_2014/documents/com/com\\_com\(2011\)0112\\_/com\\_com\(2011\)0112\\_pl.pdf](http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com(2011)0112_/com_com(2011)0112_pl.pdf)

<sup>150</sup>Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno - Społecznego i Komitetu Regionów <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0885:FIN:EN:PDF>

<sup>151</sup>Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno - Społecznego i Komitetu Regionów <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?qid=1395730101764&uri=CELEX:52013DC0216>

<sup>152</sup><http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?qid=1395730332381&uri=CELEX:52009DC014>

<sup>153</sup>Decyzja Parlamentu Europejskiego i Rady nr 1386/2013/UE z dnia 20 listopada 2013 r. w sprawie ogólnego unijnego programu działań w zakresie środowiska do 2020 r. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=celex:32013D1386>

<sup>154</sup>Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno - Społecznego i Komitetu Regionów <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?qid=1395735508994&uri=CELEX:52011DC0244>

<sup>155</sup>Komunikat prasowy Komisji Europejskiej IP/13/1274 18/12/2013 [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-13-1274\\_pl.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-1274_pl.htm). W Komunikacie znajdują się linki do proponowanych dokumentów.

<sup>156</sup>Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno - Społecznego i Komitetu Regionów [http://ec.europa.eu/energy/doc/2030/com\\_2014\\_15\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/doc/2030/com_2014_15_en.pdf)

<sup>157</sup>[http://www.mir.gov.pl/rozwoj\\_regionalny/Polityka\\_przestrzenna/Spojnosci\\_terytoriajna/Wspolpraca\\_miedzyrzedowa/Documents/AT\\_PL.pdf](http://www.mir.gov.pl/rozwoj_regionalny/Polityka_przestrzenna/Spojnosci_terytoriajna/Wspolpraca_miedzyrzedowa/Documents/AT_PL.pdf)

<sup>158</sup> <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:52009DC0248&qid=1395747097956>

<sup>159</sup> <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?qid=1395735613762&uri=CELEX:52012DC0673>

<sup>160</sup> <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?qid=1395736887409&uri=CELEX:52011DC080>

<sup>161</sup> ([http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms\\_data/docs/pressdata/PL/ec/145432.pdf](http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/PL/ec/145432.pdf))

- Koncepcję Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030 (KPZK)<sup>163</sup>,
- Średniookresową Strategię Rozwoju Kraju (ŚSRK) – Strategia Rozwoju Kraju 2020<sup>164</sup>,
- Strategię Rozwoju Kraju na lata 2007-2015<sup>165</sup>,
- Raport: Polska 2030. Wyzwania rozwojowe, KPRM, lipiec 2009<sup>166</sup>,
- Krajową Strategię Rozwoju Regionalnego 2010-2020: Regiony, Miasta, Obszary Wiejskie,
- Strategię Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko, perspektywa do 2020r. (BEIŚ), Warszawa 2014 r.<sup>167</sup>,
- Założenia Narodowego Programu Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej<sup>168</sup>,
- Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030 (SPA 2020)<sup>169</sup>,
- Polityka energetyczna Polski do 2030 roku<sup>170</sup>,
- Projekt Polityki energetycznej Polski do roku 2050 (wersja 0.2 z sierpnia 2014 r.)<sup>171</sup>,
- Drugi Krajowy Plan Działań dotyczący efektywności energetycznej dla Polski 2011 (przyjęty przez Radę Ministrów 17 kwietnia 2012 r.)<sup>172</sup>.
- Program Polskiej Energetyki Jądrowej<sup>173</sup>
- Gospodarka odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym w Polsce<sup>174</sup>.

## Podsumowanie

Generalnie można stwierdzić, że dokumenty te wskazują na następujące, najważniejsze wyzwania i kierunki działań: zrównoważony rozwój (w kierunku zielonej i cyrkulacyjnej gospodarki), ochronę i poprawę stanu środowiska w tym przyrody i specjalnie bioróżnorodności, ograniczenie emisji zanieczyszczeń do środowiska, a szczególnie do powietrza włączając w to emisję gazów cieplarnianych (w celu przeciwdziałania zmianom klimatu), zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego i środowiska, zwiększenie efektywności energetycznej).

Krajowy plan postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym przyczyni się do rozwiązania problemu składowania odpadów promieniotwórczych w stosunku do obecnych i przyszłych potrzeb, uwzględniając, między innymi, przyjęty *Program polskiej energetyki jądrowej*.

Realizacja Planu w szczególności:

- Przyczyni się do bezpiecznego, bez zagrożeń dla ludzi i środowiska, zamknięcia istniejącego składowiska odpadów KSOP Różan. Problem bezpieczeństwa środowiskowego i likwidacji zagrożeń dla ludzi i środowiska jest wymieniony w wielu z wyżej podanych dokumentów,

<sup>162</sup> Długookresowa Strategia Rozwoju kraju, Polska 2030 <https://mac.gov.pl/wpcontent/uploads/2013/02/Strategia-DSRK-PL2030-RM.pdf>

<sup>163</sup> Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030 [http://www.mrr.gov.pl/rozwoj\\_regionalny/Polityka\\_przestrzenna/KPZK/Aktualnosc/Documents/KPZK2030.pdf](http://www.mrr.gov.pl/rozwoj_regionalny/Polityka_przestrzenna/KPZK/Aktualnosc/Documents/KPZK2030.pdf)

<sup>164</sup> Średniookresowa Strategia Rozwoju Kraju (ŚSRK) – Strategia Rozwoju Kraju 2020 [http://www.mrr.gov.pl/rozwoj\\_regionalny/Polityka\\_rozwoju/SRK\\_2020/Documents/SRK\\_2020\\_112012\\_1.pdf](http://www.mrr.gov.pl/rozwoj_regionalny/Polityka_rozwoju/SRK_2020/Documents/SRK_2020_112012_1.pdf)

<sup>165</sup> [http://www.umwd.dolnyslask.pl/fileadmin/user\\_upload/EWT/Akty\\_prawne/Akty\\_prawne\\_-\\_glowna/Strategia\\_Rozwoju\\_Kraju.pdf](http://www.umwd.dolnyslask.pl/fileadmin/user_upload/EWT/Akty_prawne/Akty_prawne_-_glowna/Strategia_Rozwoju_Kraju.pdf)

<sup>166</sup> [https://zds.kprm.gov.pl/sites/default/files/pliki/pl\\_2030\\_wyzwania\\_rozwojowe.pdf](https://zds.kprm.gov.pl/sites/default/files/pliki/pl_2030_wyzwania_rozwojowe.pdf)

<sup>167</sup> Strategia Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko, perspektywa do 2020r <http://bip.mg.gov.pl/files/upload/21165/SBEIS.pdf>

<sup>168</sup> Założenia Narodowego Programu Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej <http://www.mg.gov.pl/files/upload/10460/NPRGN.pdf>

<sup>169</sup> Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030 [http://www.mos.gov.pl/g2/big/2013\\_03/e436258f57966ff3703b84123f642e81.pdf](http://www.mos.gov.pl/g2/big/2013_03/e436258f57966ff3703b84123f642e81.pdf)

<sup>170</sup> Uchwała nr 157/2010 Rady Ministrów z dnia 29 września 2010 r. <http://www.mg.gov.pl/files/upload/8134/PEP%202030%20-%2009.2010.pdf>

<sup>171</sup> Projekt Polityki energetycznej Polski do 2050 roku [http://bip.mg.gov.pl/files/PEP2050\\_v.0.2.pdf](http://bip.mg.gov.pl/files/PEP2050_v.0.2.pdf)

<sup>172</sup> [http://bip.mg.gov.pl/files/upload/15923/Drugi%20Krajowy%20Plan%20PL%20\\_Ver0.4%20final%202.04.2012\\_FINAL.pdf](http://bip.mg.gov.pl/files/upload/15923/Drugi%20Krajowy%20Plan%20PL%20_Ver0.4%20final%202.04.2012_FINAL.pdf)

<sup>173</sup> M.P. z 2014 r., poz. 502

<sup>174</sup> Dokument Rady Ministrów SPR 04 (przyjęty protokołem 19/96 z dnia 21.05.1996 r.)

- Będzie wkładem do bezpiecznej realizacji PPEJ, w ramach którego musi być rozwiązany problem odpadów promieniotwórczych, a rozwój energetyki jądrowej pozwoli na bezemisyjne (w zakresie emisji gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń powietrza) zaspokojenie potrzeb energetycznych kraju.
- Przyczyniając się do realizacji PPEJ, wdrożenie Planu wpłynie będzie pośrednio na ograniczenie emisji gazów cieplarnianych. Cele UE w tym zakresie (w ww. dokumentach) określone są na 20% redukcję do 2020 r., 30% do 2030 r. i 80-90% do 2050 r. w porównaniu do 1990r. Również realizować będzie pośrednio cele polskiej polityki energetyczno-klimatycznej określone szczególnie w *Strategii Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko, Polityce energetycznej Polski do 2030 roku*, projekcie *Polityki energetycznej Polski do 2050 r.* i innych,
- Jakkolwiek cele polityki energetyczno – klimatycznej na okres po 2030 roku nie zostały dla Polski określone i uzgodnione (w ramach UE), to należy brać pod uwagę, że przy celach UE do roku 2050 (80-90% redukcji emisji gazów cieplarnianych) bez energetyki jądrowej, a w tym perspektywicznego rozwiązania problemów składowania odpadów promieniotwórczych, sprostanie wymogom UE będzie niezwykle utrudnione,
- Przyczyni się również, pośrednio, do redukcji innych zanieczyszczeń powietrza. Problem negatywnego oddziaływania zanieczyszczeń powietrza na zdrowie ludzi i środowisko poruszany jest niemal we wszystkich dokumentach strategicznych UE. Polska ma szczególne problemy w tym zakresie, gdyż w większości stref, gdzie oceniana jest jakość powietrza notuje się przekroczenia norm UE. Poza związanymi z tym szkodami w zakresie zdrowia, Polsce grożą również w związku z tym poważne kary za niedotrzymanie standardów jakości powietrza. Poprawa jakości powietrza jest także jednym z głównych celów polskich dokumentów strategicznych w dziedzinie ochrony środowiska.
- Konsekwencją tego będzie również częściowy wpływ na zachowanie różnorodności biologicznej co, wobec ciągłego spadku liczby gatunków, jest jednym z najważniejszych problemów w skali globalnej, UE i Polski, bowiem, jak wyjaśniono w poprzednim wniosku (punkcie), uzyskana poprawa jakości powietrza wpłynie na poprawę funkcjonowania ekosystemów.

Należy podkreślić, że żaden dokument strategiczny UE i Polski nie kwestionuje, ani nie podważa, z powodów ochrony środowiska, celowości i możliwości wykorzystania energetyki jądrowej do zaspokojenia potrzeb energetycznych.

Ponadto stwierdza się, że działania przedstawione w Planie nie są sprzeczne z celami dokumentów strategicznych na poziomie globalnym, UE oraz Polski.

Bardziej szczegółowe wnioski z analizowanych dokumentów, szczególnie dotyczących uregulowań związanych z bezpieczeństwem jądrowym, w tym przepisów UE oraz Polski wykorzystane będą w analizach poszczególnych zagadnień Prognozy.

## **5.4. Analiza i ocena współzależności z prognozami oddziaływania na środowisko innych dokumentów powiązanych z Planem**

W podrozdziale 5.3 przedstawiono, między innymi, najważniejsze dokumenty strategiczne Polski i stwierdzono, po ich analizie, że Plan generalnie przyczyniać się będzie bezpośrednio lub pośrednio do realizacji ustalonych w nich celów. Bardziej bezpośredni związek jego realizacja będzie miała z dokumentami określającymi politykę energetyczną państwa. Szereg z tych dokumentów poddanych zostało ocenom strategicznym oddziaływania na środowisko.

Ponieważ przy ocenie oddziaływania na środowisko Planu, dla zachowania spójności ocen, należy wziąć pod uwagę dotychczas dokonane oceny, niżej podaje się podstawowe wnioski z najważniejszych ocen dokumentów związanych z Planem (podane chronologicznie):

### **Prognoza oddziaływania na środowisko dokumentu *Polityka energetyczna Polski do 2030 r.*<sup>175</sup>**

W prognozie zwrócono uwagę na:

- obawy części społeczeństwa odnośnie bezpiecznego transportu i wykorzystania materiałów promieniotwórczych oraz składowania odpadów promieniotwórczych,
- wybór miejsca na składowanie średnio i krótkożyłowych odpadów radioaktywnych,
- wybór miejsca składowania wypalonego paliwa jądrowego w kraju lub transport poza granice Polski do odpowiednich instalacji,
- prowadzenie badań geologicznych, w tym rozpoznania geologicznego złóż soli kamiennej, wyczerpanych złóż ropy i innych struktur geologicznych pod kątem magazynowania odpadów promieniotwórczych,

W rekomendacjach podano: „Rozwój energetyki jądrowej w skali porównywalnej ze średnią unijną wydaje się być sposobem na zapewnienie równowagi bilansowej, zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub> i istotną redukcję ilościowego zapotrzebowania na nieodwracalne nośniki energii. Kwestie te budzą jednak społeczne kontrowersje, głównie ze względu na negatywne skojarzenia ze skutkami awarii elektrowni w Czarnobylu i różnego rodzaju obawy dotyczące bezpieczeństwa transportu, wykorzystania materiałów promieniotwórczych i późniejszego składowania odpadów promieniotwórczych. Kwestie te wymagają przeprowadzenia ogólnonarodowej debaty, która określi rolę sektora energetyki jądrowej wobec planu rozwoju i modernizacji pozostałych podsektorów energetycznych oraz doprowadzi do konsensusu w kwestii przyjętych zabezpieczeń chroniących obywateli, środowisko i zapewniających bezpieczeństwo jądrowe”

### **Prognoza oddziaływania na środowisko projektu strategii *Bezpieczeństwo energetyczne i środowisko*<sup>176</sup>**

Prognoza generalnie zajmuje się problemem ograniczenia negatywnych skutków składowania odpadów, w tym z sektora energetyki. Nie precyzuje konkretnych rekomendacji w zakresie gospodarowania odpadami promieniotwórczymi. Jednak szereg rekomendacji ogólnych może mieć również zastosowanie do składowisk odpadów promieniotwórczych.

W zakresie energetyki jądrowej zwraca uwagę na spełnienie wymagań ochrony środowiska określonych w dyrektywie 210/75/UE w sprawie emisji przemysłowych (IED) i konieczność podjęcia wszystkich możliwych działań w celu zapobiegania potencjalnym negatywnym skutkom środowiskowym.

### **Prognoza oddziaływania na środowisko dla projektu strategicznego planu adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030<sup>177</sup>**

Adaptacja do zmian klimatu ma istotne znaczenie dla przygotowania programowanych przedsięwzięć do wzrostu natężenia występujących zjawisk naturalnych w postaci powodzi, wiatrów, susz, itp. Z tego względu proponowane w Planie działania powinny być odpowiednio do tych tendencji zaprojektowane.

Prognoza zwraca uwagę, że nowe rozwiązania np. związane z realizacją PPEJ wymagają rozwiązania licznych, niekiedy bardzo poważnych problemów związanych z ochroną przyrody, ingerencji w krajobraz i zdrowia ludzi np. zapewnienia bezpieczeństwa związanego z działaniem elektrowni jądrowych oraz transportem i składowaniem odpadów promieniotwórczych.

<sup>175</sup> Ministerstwo Gospodarki, Prognoza oddziaływania na środowisko dokumentu Polityka energetyczna Polski do 2030 r., PROEKO CDM Sp. z o. o., Warszawa, czerwiec 2009 r.

<sup>176</sup> Ministerstwo Środowiska, FUNDEKO Łukasz Szukdlarek, 2012 r.

<sup>177</sup> Prognoza oddziaływania na środowisko dla projektu strategicznego planu adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030, EKONVERT Łukasz Szukdlarek, 07.03.2013 r.

## Prognoza oddziaływania na środowisko Programu polskiej energetyki jądrowej<sup>178</sup>

Prognoza szczegółowo opisuje rodzaje składowisk odpadów radioaktywnych i ich zalety i wady z punktu widzenia środowiska, nie podaje jednak szczegółowych rekomendacji dla składowisk odpadów, bowiem w trakcie jej opracowywania prowadzone były prace studialne dotyczące gospodarki odpadami promieniotwórczymi, koordynowane przez Zespół ds. opracowania Krajowego planu postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym.

Przedstawione rekomendacje dotyczą głównie całości PPEJ lub konkretnego przedsięwzięcia np. budowy elektrowni jądrowej. Przedsięwzięcie takie traktuje, jako kompleks obiektów wchodzących w jego skład, które należy oceniać razem. Należy rozumieć przez to również, że w zakres oceny powinno wchodzić również zagadnienie składowania wypalonego paliwa jądrowego. Przy takim założeniu należy uznać, że przedstawione rekomendacje dotyczą również składowisk odpadów promieniotwórczych.

Szczególną uwagę, w Prognozie poświęcono potrzebie podniesienia poziomu wiedzy społeczeństwa nt. możliwych zagrożeń oraz konieczności uzyskania konsensusu, co do realizacji PPEJ.

## 5.5. Analiza i ocena przewidywanych znaczących oddziaływań na środowisko

W niniejszym rozdziale przedstawiono szczegółowe analizy oddziaływania działań wskazanych w Planie na poszczególne komponenty środowiska. Analizy przeprowadzono dla następujących działań wskazanych w Planie:

1. Przygotowanie do zamknięcia i ostateczne zamknięcie KSOP Różan, w tym:
  - 1.1. Ocena bezpieczeństwa dla zamknięcia istniejącego KSOP;
  - 1.2. Przygotowanie koncepcji zamknięcia KSOP w Różanie.
2. Wybór lokalizacji, budowa i rozpoczęcie eksploatacji NSPOP, w tym:
  - 2.1. Ocena bezpieczeństwa dla NSPOP;
  - 2.2. Wybór lokalizacji, budowa i rozpoczęcie eksploatacji NSPOP.
3. Postępowanie z odpadami promieniotwórczymi wysokoaktywnymi i wypalonym paliwem jądrowym, w tym:
  - 3.1. Budowa PURL.
4. Modyfikacja zasad postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym oraz likwidacji elektrowni jądrowych, w tym:
  - 4.1. System instytucjonalno-prawny;
  - 4.2. System finansowania gospodarki odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym, uwzględniający energetykę jądrową.
5. Stworzenie programu naukowo-badawczego dotyczącego postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym.
6. Przygotowanie kadr dla krajowych instytucji i podmiotów gospodarczych zaangażowanych w postępowanie z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym oraz nadzór nad tym postępowaniem.

Podkreślić trzeba, że ze względu na długą perspektywę czasową realizacji Planu (2015-2050 z perspektywą do 2144 roku), możliwość ewaluacji zadań oraz wskazywania konkretnych lokalizacji w wyniku aktualizacji Planu, konieczne będzie również aktualizowanie możliwych oddziaływań na poszczególne komponenty środowiska. Dla obecnego kształtu Planu określenie oddziaływań ma często charakter ogólny i w dużym stopniu hipotetyczny.

<sup>178</sup> Ministerstwo Gospodarki, Prognoza oddziaływania na środowisko Programu polskiej energetyki jądrowej, FUNDEKO Łukasz Szukdlarek, grudzień 2010 r. [http://bip.mg.gov.pl/files/upload/12331/prognoza\\_OOS\\_PPEJ\\_2.pdf](http://bip.mg.gov.pl/files/upload/12331/prognoza_OOS_PPEJ_2.pdf)



### 5.5.1. ODDZIAŁYWANIA NA RÓŻNORODNOŚĆ BIOLOGICZNĄ, ROŚLINY ORAZ ZWIERZĘTA

Z pośród działań wskazanych w Planie większość ma charakter działań systemowych, organizacyjnych i badawczych. Nie będą one powodować żadnych oddziaływań na różnorodność biologiczną oraz zwierzęta i rośliny. Do działań takich należy zaliczyć:

- modyfikacja zasad postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym oraz likwidacji elektrowni jądrowych;
- stworzenie programu naukowo-badawczego dotyczącego postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym;
- przygotowanie kadr dla krajowych instytucji i podmiotów gospodarczych zaangażowanych w postępowanie z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym oraz nadzór nad tym postępowaniem.

Realizując powyższe zadania należy uwzględniać wymogi ochrony przyrody, szczególnie dotyczy to podejmowanych działań związanych z aktualizacją przepisów prawa w zakresie postępowania z odpadami promieniotwórczymi.

W Planie wskazano również na konieczność realizacji działań przygotowawczych do podjęcia konkretnych decyzji. Obejmują one różnego rodzaju analizy, prace badawcze, przygotowanie koncepcji, studiów wykonalności. Nie będzie to powodować oddziaływań na świat roślin i zwierząt, ale konieczne jest uwzględnianie w tych pracach celów ochrony bioróżnorodności oraz rozpatrywania oddziaływania proponowanych rozwiązań na rośliny i zwierzęta, a szczególnie na obszary chronione. Dotyczy to następujących zadań:

- ocena bezpieczeństwa dla zamknięcia istniejącego KSOP Różan,
- ocena bezpieczeństwa dla NSPOP,
- ochrona przed promieniowaniem jonizującym.

#### ***Przygotowanie koncepcji zamknięcia i ostateczne zamknięcie KSOP w Różanie***

Ewentualne oddziaływania negatywne w trakcie przeprowadzania procesu zamykania KSOP Różan mogą wiązać się z koniecznością przeniesienia długożyciowych odpadów promieniotwórczych na nowe składowisko. W takim przypadku rozważać należy wystąpienie ewentualnych awarii w wyniku rozszczelnienia pojemników i emisji promieniowania jonizującego. Lokalizacja takich zdarzeń jest niemożliwa do przewidzenia, gdyż może nastąpić na terenie składowiska, jak również w wyniku zdarzeń losowych w trakcie transportu. W takich przypadkach negatywne oddziaływanie na rośliny i zwierzęta związane byłoby ze szkodliwym wpływem promieniowania oraz z możliwością skażenia terenu izotopami promieniotwórczymi. Takie skażenie z jednej strony powodować może gromadzenie szkodliwych izotopów w tkance roślinnej. Jest również bardzo niebezpieczne dla zwierząt, które takie rośliny spożywają wprowadzając do organizmu izotopu alfapromieniotwórcze.

Zagrożenie takie jest hipotetyczne i stosowanie dobrze funkcjonujących dotychczas procedur postępowania z odpadami promieniotwórczymi powinno zminimalizować prawdopodobieństwo wystąpienia do zera.

Po ostatecznym zamknięciu składowiska oddziaływanie na rośliny i zwierzęta może wiązać się z ich niszczącą działalnością na terenie obiektu. Dlatego konieczne będzie odpowiednie zabezpieczenie przez zwierzętami oraz stałe monitorowanie sukcesji roślin na terenie zamkniętego składowiska i przeciwdziałanie temu zjawisku już na etapie pojawiania się roślin pionierskich. Ponieważ rozważana jest możliwość przykrycia składowiska warstwą ziemi, należy w takim przypadku, odpowiednio zabezpieczyć komory, w których składowane są odpady promieniotwórcze przed niszczącym działaniem korzeni roślin.

#### ***Wybór lokalizacji, budowa i rozpoczęcie eksploatacji NSPOP oraz budowa PURL***

W obecnym kształcie ocenianego Planu nie wskazano żadnych potencjalnych lokalizacji nowego składowiska (NSPOP). W rozdziale 7.2 wskazano kryteria, jakimi należy kierować się w trakcie analiz możliwych lokalizacji. Wśród nich jest również wymóg eliminacji obszarów cennych przyrodniczo, objętych

ochroną prawną oraz korzyści ekologicznych. Można zatem domniemywać, że wybór lokalizacji nie będzie powodował degradacji lub negatywnego oddziaływania na obszary chronione.

Ewentualne oddziaływanie negatywne (zarówno pośrednie jak i bezpośrednie) możliwe jest na etapie prowadzenia robót budowlanych i będzie typowe, jak w przypadku wszystkich tego rodzaju prac, czyli:

- bezpośrednie niszczenie siedlisk przyrodniczych lub ich fragmentacja,
- zmiana sposobu wykorzystania przestrzeni przez zwierzęta,
- konieczność wycinki drzew i krzewów;
- płoszenie zwierząt w wyniku pracy maszyn budowlanych.

Oddziaływania te w większości mają charakter krótko- i średnioterminowy, a niektóre również długoterminowy, gdy w wyniku prac powstaje trwała bariera zmieniająca możliwość wykorzystania przestrzeni przez zwierzęta.

Na etapie eksploatacji planowanych obiektów konieczne jest zapewnienie odpowiedniej ochrony radiacyjnej poprzez stosowanie odpowiednich procedur postępowania z odpadami promieniotwórczymi, stosowanie odpowiednich barier, zabezpieczenie przed migracją radionuklidów do wód. Doświadczenia z kilkudziesięcioletniej eksploatacji KSOP Różan pozwalają stwierdzić, że skuteczne zabezpieczenie jest możliwe. Zatem głównym zagrożeniem wystąpienia oddziaływań negatywnych jest możliwość wystąpienia sytuacji awaryjnych, tzw. zdarzeń radiacyjnych.

Podsumowując można stwierdzić, że dla różnorodności biologicznej, roślin i zwierząt działania wskazane w Planie w większości są neutralne, a ewentualne oddziaływania negatywne mają charakter przejściowy. Jedynym wyjątkiem jest możliwość wystąpienia awarii, które mogą prowadzić do długotrwałego negatywnego oddziaływania bezpośredniego i pośredniego.

## 5.5.2. ODDZIAŁYWANIA NA LUDZI

Przewidziane w ramach Planu działania będą powodować również oddziaływanie na ludzi – ich zdrowie lub jakość życia. Człowiek jest częścią środowiska, silnie na nie oddziałuje, ale również jest od niego w wysokim stopniu uzależniony. W większości wypadków, gdy presja na inne komponenty środowiska maleje, również pośrednio występuje pozytywne oddziaływanie na ludzi. Natomiast, gdy rośnie presja na środowisko, pojawia się również negatywne oddziaływanie na ludzi. Człowiek w różnym stopniu uzależniony jest od poszczególnych komponentów środowiska. Odporność ludzi na zaburzenia w środowisku ma charakter osobniczy, zależny od komponentu środowiska i często ma charakter subiektywny. Bez względu na życie potrzeba człowiekowi powietrza i wody. Zmiany w tych komponentach środowiska silnie oddziałują na człowieka, choć często oddziaływanie to jest odroczone w czasie. Niektóre oddziaływania mają charakter somatyczny – mogą powodować zaburzenia funkcjonowania organizmu lub wywoływać choroby. Możliwe jest również, że presja wywierana na środowisko powoduje mniej zauważalne oddziaływanie na ludzi – wywołuje stres, którego podłożem mogą być np. przybywanie w hałasie, zaburzenia przestrzeni, brak dostępności do terenów rekreacyjnych, obawa o bezpieczeństwo i wiele innych.

Generalnie, sposób oddziaływania na ludzi wiąże się z poprawą lub pogorszeniem:

- kondycji zdrowotnej,
- jakości ich życia,
- sytuacji społeczno-gospodarczej (w tym wzrost lub zmniejszenie ilości miejsc pracy),
- subiektywnego poczucia bezpieczeństwa.

### Oddziaływania pozytywne

Działania systemowe, organizacyjne i badawcze wskazane w Planie potencjalnie mogą pośrednio powodować pozytywne oddziaływania na ludzi. Związane jest to głównie z rozwojem technologii, prowadzeniem badań i szkoleniem kadr. Do działań takich należy zaliczyć:

- modyfikację zasad postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym oraz likwidacji elektrowni jądrowych;

- stworzenie programu naukowo-badawczego dotyczącego postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym;
- przygotowanie kadr dla krajowych instytucji i podmiotów gospodarczych zaangażowanych w postępowanie z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym oraz nadzór nad tym postępowaniem.

W Planie wskazano również na konieczność realizacji działań przygotowawczych do podjęcia konkretnych decyzji. Obejmują one różnego rodzaju analizy, prace badawcze, przygotowanie koncepcji, studiów wykonalności. Dotyczy to następujących zadań:

- ocena bezpieczeństwa dla zamknięcia istniejącego KSOP Różan,
- ocena bezpieczeństwa dla NSPOP.

Realizacja powyższych działań powinna prowadzić do wzrostu zatrudnienia w różnego rodzaju placówkach badawczych i lepszym wykorzystaniem wysokokwalifikowanej kadry naukowej. Będzie, zatem wpływać pozytywnie na ludzi. Realizacja tych analiz na odpowiednio wysokim poziomie jakościowym pośrednio będzie wpływać pozytywnie na ludzi poprzez podniesienie bezpieczeństwa postępowania z odpadami promieniotwórczymi.

Wśród pozytywnych oddziaływań wynikających z realizacji Planu wymienić należy plany lokalizacji, budowy i rozpoczęcia eksploatacji NSPOP. Pozytywne oddziaływanie ma w tym przypadku charakter pośredni. Bez podjęcia tych działań, po zamknięciu KSOP Różan, czyli ok. roku 2029, powstałby niebezpieczny problem z odpadami promieniotwórczymi, których nie byłoby gdzie składować. Niemożliwa jest natomiast zupełna rezygnacja z wykorzystania izotopów promieniotwórczych. Szczególnie szkodliwe byłoby to w przypadku zastosowań medycznych radionuklidów, gdyż związane byłoby to koniecznością drastycznego ograniczenia diagnostyki medycznej oraz możliwości leczenia.

W skali lokalnej pozytywne oddziaływanie na ludzi związane jest również z poprawą sytuacji społeczno-gospodarczej w gminie gdzie docelowo zlokalizowane zostanie NSPOP. Związane jest to ze wzrostem ilości miejsc pracy, ale przede wszystkim ze znaczącym wzrostem wpływów do budżetu gminy. Doświadczenia gmin, które mają na swoim terenie duże inwestycje przemysłowe pokazują, że znacząco poprawia to jakość życia mieszkańców.

### **Oddziaływania negatywne**

Oddziaływanie negatywne często współistnieje z oddziaływaniem pozytywnym. Tak jest również w przypadku realizacji ocenianego Planu. Dlatego ważąc argumenty przemawiające za realizacją Planu i przeciw należy uwzględnić nadrzędny interes społeczny.

#### ***Przygotowanie koncepcji zamknięcia i ostateczne zamknięcie KSOP w Różanie***

Ewentualne oddziaływania negatywne w trakcie przeprowadzania procesu zamykania KSOP Różan mogą wiązać się z koniecznością przeniesienia długożyciowych odpadów promieniotwórczych na nowe składowisko. W takim przypadku rozważać należy wystąpienie ewentualnych awarii w wyniku rozszczelnienia pojemników i emisji promieniowania jonizującego. Lokalizacja takich zdarzeń jest niemożliwa do przewidzenia, gdyż może nastąpić na terenie składowiska, jak również w wyniku zdarzeń losowych w trakcie transportu. W takich przypadkach negatywne oddziaływanie na ludzi związane byłoby ze szkodliwym wpływem promieniowania (oddziaływania bezpośrednie) oraz z możliwością skażenia wód lub roślinności izotopami promieniotwórczymi (oddziaływania pośrednie). Takie skażenie jest niebezpieczne dla ludzi ze względu na groźbę spożycia skażonej żywności lub wody, a przez to wprowadzenia do organizmu izotopów alfa-promieniotwórczych.

Zagrożenie takie jest hipotetyczne i minimalizowane dzięki stosowaniu procedur postępowania z odpadami promieniotwórczymi.

Za negatywne oddziaływanie można uznać również zmniejszenie wpływów do budżetu gminy.

#### ***Wybór lokalizacji, budowa i rozpoczęcie eksploatacji NSPOP oraz budowa PURL***

W obecnym kształcie ocenianego Planu nie wskazano żadnych potencjalnych lokalizacji nowego składowiska (NSPOP). W rozdziale 7.2 wskazano kryteria, jakimi należy kierować się w trakcie analiz

możliwych lokalizacji. Wśród nich jest również wymóg eliminacji obszarów gęsto zaludnionych. Zatem ewentualne negatywne oddziaływania na ludzi w sąsiedztwie planowanego składowiska dotyczyć mogą niewielkiej populacji.

Negatywne oddziaływanie na ludzi w wyniku lokalizacji składowiska odpadów promieniotwórczych wystąpią na etapie budowy, ale również mogą pojawić się na etapie eksploatacji.

W fazie realizacji inwestycji (budowa składowiska odpadów) negatywne oddziaływania związane jest z prowadzeniem robót budowlanych. Oddziaływanie to ma charakter krótkotrwały. Negatywny wpływ na ludzi, w tym przypadku, powodują głównie:

- zmiany w organizacji ruchu na drogach w pobliżu placu budowy,
- zwiększenie natężenia ruchu ciężkich pojazdów na drogach dojazdowych,
- emisja spalin z maszyn budowlanych,
- często intensywne pylenie, którego źródłem jest głównie unos z niezabezpieczonych przyzmi materiałów sypkich oraz z zanieczyszczonych powierzchni placu budowy i dróg w pobliżu.

Prowadzenie prac budowlanych, szczególnie na dużą skalę powodować może również czasowe pogorszenie klimatu akustycznego w pobliżu inwestycji, co będzie negatywnie oddziaływać na mieszkańców.

Oddziaływania te w większości mają charakter krótko- i średnioterminowy, w zależności od niezbędnego czasu prowadzenia robót budowlanych.

Po rozpoczęciu eksploatacji składowiska może wystąpić spadek atrakcyjności pobliskich terenów rekreacyjnych oraz spadek wartości nieruchomości w pobliżu.

Na etapie eksploatacji planowanych obiektów konieczne jest zapewnienie odpowiedniej ochrony radiologicznej poprzez stosowanie odpowiednich procedur postępowania z odpadami promieniotwórczymi, stosowanie odpowiednich barier, zabezpieczających przed szkodliwym oddziaływaniem promieniowania zarówno na pracowników składowiska, jak i okolicznych mieszkańców. Konieczne jest również zabezpieczenie przed migracją radionuklidów do wód. Doświadczenia z kilkudziesięcioletniej eksploatacji KSOP Różan pozwalają stwierdzić, że skuteczne zabezpieczenie jest możliwe. Zatem głównym zagrożeniem wystąpienia oddziaływań negatywnych jest możliwość wystąpienia sytuacji awaryjnych, tzw. zdarzeń radiacyjnych zarówno na terenie składowiska, jak i w trakcie transportu odpadów promieniotwórczych.

Podsumowując można stwierdzić, że działania wskazane w Planie w większości są pozytywne, a ewentualne oddziaływania negatywne mają głównie charakter przejściowy. Jedynym wyjątkiem jest możliwość wystąpienia awarii, które mogą prowadzić do długotrwałego negatywnego oddziaływania bezpośredniego i pośredniego na ludzi.

### **5.5.3. ODDZIAŁYWANIA NA WODY**

W ocenie oddziaływania na wody powierzchniowe i podziemne uwzględniano możliwość zaistnienia zmian w ich jakości (np. chemizm) oraz ilości. Z tego względu działania ujęte w Planie oceniono pod kątem zagrożenia bezpośrednim wprowadzaniem zanieczyszczeń do wód oraz emisją zanieczyszczeń mogących przedostawać się pośrednio do wód.

Z pośród działań wskazanych w Planie większość ma charakter działań systemowych, organizacyjnych i badawczych. Nie będą one powodować żadnych oddziaływań na wody podziemne czy powierzchniowe. Do działań takich należy zaliczyć:

- modyfikacja zasad postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym oraz likwidacji elektrowni jądrowych;
- stworzenie programu naukowo-badawczego dotyczącego postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym;
- przygotowanie kadr dla krajowych instytucji i podmiotów gospodarczych zaangażowanych w postępowanie z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym oraz nadzór nad tym postępowaniem.

Realizując powyższe zadania należy uwzględnić wymogi ochrony wód przed zanieczyszczeniem oraz wymogi Ramowej Dyrektywy Wodnej, szczególnie dotyczy to podejmowanych działań związanych z aktualizacją przepisów prawa w zakresie postępowania z odpadami promieniotwórczymi.

W Planie wskazano również na konieczność realizacji działań przygotowawczych do podjęcia konkretnych decyzji. Obejmują one różnego rodzaju analizy, prace badawcze, przygotowanie koncepcji, studiów wykonalności. Nie będzie to powodować oddziaływań na wody, ale konieczne jest uwzględnianie w tych pracach ochrony wód przed zanieczyszczeniem radionuklidami. Dotyczy to następujących zadań:

- ocena bezpieczeństwa dla zamknięcia istniejącego KSOP Różan,
- ocena bezpieczeństwa dla NSPOP.

### **Przygotowanie koncepcji zamknięcia i ostateczne zamknięcie KSOP w Różanie**

Ewentualne oddziaływania negatywne w trakcie przeprowadzania procesu zamykania KSOP Różan mogą wiązać się z koniecznością przeniesienia długożyciowych odpadów promieniotwórczych na nowe składowisko. W trakcie tych prac mogą wystąpić nieprzewidziane sytuacje awaryjne prowadzące do rozszczelnienia pojemników i uwolnienia radionuklidów do środowiska. Określenie, nawet w przybliżeniu, rejonu wystąpienia tego rodzaju zdarzeń jest niemożliwe do przewidzenia. Awaria może wystąpić na terenie składowiska, jak również w trakcie transportu w wyniku przypadkowych zdarzeń lub błędu ludzkiego. W takich przypadkach negatywne oddziaływanie na wody związane byłoby z możliwością przedostania się do wód izotopów promieniotwórczych.

Zagrożenie takie jest hipotetyczne, a wieloletnie doświadczenia z KSOP Różan wskazują, że stosowane procedury postępowania z odpadami promieniotwórczymi zminimalizują prawdopodobieństwo takich zdarzeń do zera.

Po ostatecznym zamknięciu KSOP Różan konieczne jest prowadzenie długoterminowego monitoringu odprowadzania wód opadowych oraz skuteczne zapobieganie ich infiltracji do wnętrza komór.

### **Wybór lokalizacji, budowa i rozpoczęcie eksploatacji NSPOP oraz budowa PURL**

W obecnym kształcie ocenianego Planu nie wskazano żadnych potencjalnych lokalizacji nowego składowiska (NSPOP). Należy jednak uwzględnić, że szereg warunków wykluczających przydatność obszaru dla lokalizacji takiego składowiska związanych z hydrologią i działalnością wód. Wymienić tu należy:

- płytkie położenie zwierciadła wód podziemnych mogące skutkować okresowym podtapianiem składowiska,
- wahania zwierciadła wód podziemnych zagrażające okresowym podtapianiem składowiska,
- zagrożenie zalewami powodziowymi,
- zagrożenie spływem powierzchniowym,
- zagrożenie od istniejących lub projektowanych zbiorników wodnych lub obiektów hydrologicznych,
- ujściowe obszary zlewni,
- obszary eksploatacji wód podziemnych i powierzchniowych.

Wskazane wyżej kryteria powodują, że wybór lokalizacji nie będzie powodował konfliktów ze zbiornikami wód podziemnych i nie powinien powodować negatywnego oddziaływania na wody powierzchniowe w trakcie eksploatacji składowiska. Na skutek uszczelnienia dużej powierzchni terenu ograniczone zostanie przesiąkanie wód, co może powodować obniżenie zwierciadła wód podziemnych.

Ewentualne oddziaływanie negatywne możliwe jest na etapie prowadzenia robót budowlanych i będzie typowe, jak dla wszystkich tego rodzaju prac, czyli: czasowe obniżanie zwierciadła wód gruntowych i zmiana stosunków wodnych na terenie budowy oraz przedostawanie się szkodliwych substancji do wód pochodzących najczęściej z maszyn budowlanych. Oddziaływania te w większości mają charakter krótkoterminowy.

Potencjalne zanieczyszczenie wód podziemnych lub powierzchniowych na etapie eksploatacji składowiska jest mało prawdopodobne, gdyż jego konstrukcja i zastosowana zabezpieczenia (szczelne powierzchnie i dodatkowe bariery) muszą spełniać wysokie standardy jakości, normy ochrony środowiska, ochrony radiologicznej oraz standardy wymagające użycia najlepszych dostępnych technologii. Ponadto, konieczne

jest stosowanie odpowiednich procedur postępowania z odpadami promieniotwórczymi. Przestrzeganie wymienionych wyżej wymagań spowoduje minimalizację potencjalnych możliwości nieplanowanych uwolnień izotopów promieniotwórczych do gruntów i dalej do wód.

Doświadczenia z kilkudziesięcioletniej eksploatacji KSOP Różan pozwalają stwierdzić, że skuteczne zabezpieczanie wód jest możliwe. Ciągła kontrola jakości wód podziemnych w otoczeniu składowiska, prowadzić ma do szybkiego wykrycia jakichkolwiek ewentualnych zanieczyszczeń. Dlatego przy normalnej, bezawaryjnej eksploatacji składowiska nie będzie ono miało negatywnego wpływu na jakość wód.

Głównym zagrożeniem wystąpienia oddziaływań negatywnych jest możliwość zaistnienia sytuacji awaryjnych, tzw. zdarzeń radiacyjnych. W przypadku awaryjnego uwolnienia substancji radioaktywnych do powietrza, cząsteczki radioaktywne będą osadzały się na powierzchni ziemi i wód powierzchniowych lub będą wymywane z powietrza przez opady. Ostatecznie trafiać będą do zbiorników wód powierzchniowych. W takim przypadku może nastąpić skażenie wód powierzchniowych.

Podsumowując można stwierdzić, że nie zidentyfikowano bezpośredniego, zwiększonego ryzyka wprowadzenia zanieczyszczeń do wód wśród zaproponowanych w Planie działań, a ewentualne oddziaływania negatywne mają charakter przejściowy. Jedynym wyjątkiem jest możliwość wystąpienia awarii, które mogą prowadzić do skażenia wód radionuklidami.

#### **5.5.4. ODDZIAŁYWANIA NA POWIETRZE**

W ocenie oddziaływania na powietrze uwzględniano możliwość uwalniania do powietrza substancji promieniotwórczych oraz innych zanieczyszczeń. Brano pod uwagę zarówno oddziaływania stałe, jak i czasowe związane z powstawaniem nowych inwestycji.

Z pośród działań wskazanych w Planie większość ma charakter działań systemowych, organizacyjnych i badawczych. Działania te można uznać za neutralne, gdyż nie będą powodować żadnych oddziaływań na stan jakości powietrza. Do działań takich należy zaliczyć:

- modyfikacja zasad postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym oraz likwidacji elektrowni jądrowych;
- stworzenie programu naukowo-badawczego dotyczącego postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym;
- przygotowanie kadr dla krajowych instytucji i podmiotów gospodarczych zaangażowanych w postępowanie z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym oraz nadzór nad tym postępowaniem;
- ocena bezpieczeństwa dla zamknięcia istniejącego KSOP Różan,
- ocena bezpieczeństwa dla NSPOP.

#### ***Przygotowanie koncepcji zamknięcia i ostateczne zamknięcie KSOP w Różanie***

Potencjalne oddziaływania negatywne w trakcie przeprowadzania procesu zamykania KSOP Różan mogą wystąpić w przypadku sytuacji awaryjnych w trakcie przenoszenia długożyciowych odpadów promieniotwórczych na nowe składowisko. Umieszczenie takich zdarzeń jest niemożliwe do przewidzenia. Epizody tego rodzaju mogą wystąpić zarówno na terenie składowiska, jak w trakcie transportu. Rozprzestrzenienie w takich przypadkach substancji promieniotwórczych w powietrzu jest raczej hipotetyczne z uwagi na zestawienie odpadów oraz stosowanie ścisłych procedur postępowania z odpadami promieniotwórczymi.

Dlatego oddziaływanie na jakość powietrza zamykania KSOP Różan można uznać za neutralne.

#### ***Wybór lokalizacji, budowa i rozpoczęcie eksploatacji NSPOP oraz budowa PURL***

Ewentualne oddziaływanie negatywne możliwe jest na etapie budowy i związane są z prowadzeniem robót budowlanych:

- emisja spalin z maszyn budowlanych,
- często intensywne pylenie, którego źródłem jest głównie unos z niezabezpieczonych przym materiałów sypkich oraz z zanieczyszczonych powierzchni placu budowy i dróg w pobliżu.

Oddziaływania te mają charakter krótkoterminowy i bezpośredni.

Nie zidentyfikowano oddziaływania na powietrze na etapie eksploatacji składowiska odpadów promieniotwórczych. Potwierdzają to doświadczenia z kilkudziesięciu lat funkcjonowania KSOP Różan. Stosowane zabezpieczenia, zastalanie odpadów i przestrzeganie odpowiednich procedur postępowania z odpadami promieniotwórczymi minimalizuje potencjalnych możliwości nieplanowanych uwolnień izotopów promieniotwórczych do powietrza. Głównym zagrożeniem wystąpienia oddziaływań negatywnych jest możliwość zaistnienia sytuacji awaryjnych.

Podsumowując, można stwierdzić, że nie zidentyfikowano bezpośredniego, zwiększonego ryzyka negatywnego oddziaływania na powietrze wśród zaproponowanych w Planie działań, a ewentualne oddziaływania negatywne mają charakter przejściowy. Jedynym wyjątkiem jest możliwość wystąpienia awarii, które mogą prowadzić do skażenia wód radionuklidami.

#### **5.5.5. ODDZIAŁYWANIA NA POWIERZCHNIĘ ZIEMI, ZASOBY NATURALNE I KRAJOBRAZ**

Z uwagi na dużą ogólność zapisów Planu oraz brak wskazań lokalizacyjnych dla inwestycji połączono analizę oddziaływań na powierzchnię ziemi, zasoby naturalne i krajobraz.

Dla celów niniejszej oceny ochronę powierzchni ziemi rozumiano w szerszym ujęciu, obejmującym zarówno powierzchnię ziemi w ujęciu geomorfologicznym, a także jakość pokrywy glebowej. Oceniano wpływ działań wskazanych w Planie na gleby i powierzchnię ziemi. Natomiast oddziaływania na zasoby naturalne rozumiano w dość wąskim zakresie ze względu na poświęcenie poszczególnych rozdziałów wyszczególnionym zasobom naturalnym np. wodom. Oceniano wpływ działań głównie na kopaliny, ich dostępność i możliwość eksploatacji.

Krajobraz również jest jednym z komponentów środowiska, jest zmienny, ma swoją historię, jak również podlega sezonowym zmianom. Działalność człowieka zmienia krajobraz, powodując, że zatracą on zdolność do samoregulacji. Dlatego również wymaga ochrony, jak inne komponenty środowiska. Podkreślić należy, że odbiór krajobrazu jest subiektywny i zależy od wrażliwości estetycznej odbiorców. Często zmiany krajobrazu odbierane są szczególnie negatywnie w przypadkach, gdy wcześniej krajobraz pozostawał w niewielkim stopniu zmieniony przez działalność człowieka. Generalnie, ocena oddziaływania na krajobraz nie jest prosta, a często również niejednoznaczna. Dlatego często trudno jednoznacznie wskazać charakter oddziaływań - pozytywny czy negatywny.

Z pośród działań wskazanych w Planie większość ma charakter działań systemowych, organizacyjnych i badawczych. Działania te można uznać za neutralne, gdyż nie będą powodować żadnych oddziaływań na powierzchnię ziemi, zasoby naturalne i krajobraz. Do działań takich należy zaliczyć:

- modyfikacja zasad postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym oraz likwidacji elektrowni jądrowych;
- stworzenie programu naukowo-badawczego dotyczącego postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym;
- przygotowanie kadr dla krajowych instytucji i podmiotów gospodarczych zaangażowanych w postępowanie z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym oraz nadzór nad tym postępowaniem;
- ocena bezpieczeństwa dla zamknięcia istniejącego KSOP Różan,
- ocena bezpieczeństwa dla NSPOP.

Istnieje również możliwość, że w ramach prac naukowo-badawczych opracowane zostaną innowacyjne metod wydobywcze lub metod produkcji przyczyniających się do zmniejszenia ilości wydobywanych kopaliny bądź do możliwości zwiększenia efektywności wykorzystania energetycznego materiałów rozszczepialnych. Współpraca jednostek naukowych oraz wsparcie przedsiębiorstw może skutkować wdrożeniem nowych technologii, co zidentyfikować można, jako ewentualne oddziaływania pozytywne.

#### **Przygotowanie koncepcji zamknięcia i ostateczne zamknięcie KSOP w Różanie**

Sposób przeprowadzenia procesu zamykania dotychczas funkcjonującego składowiska odpadów nie został określony w ocenianym Planie. Dlatego trudno określić, jakie będzie oddziaływanie tego procesu na

powierzchnię ziemi, zasoby naturalne i krajobraz. W toku analizy założono, że przenoszenie długożyciowych odpadów promieniotwórczych na nowe składowisko odbywać się będzie z zachowaniem wszelkich wymaganych procedur i dlatego nie powinno doprowadzić do skażenia powierzchni ziemi. Ewentualne sytuacje awaryjne trudno na tym etapie planowania przewidzieć.

Nie wskazano również w Planie, jaki będzie sposób rekultywacji składowiska KSOP Różan. Możliwe są różne warianty, w tym przykrycie całości warstwą ziemi, po odpowiednim zabezpieczeniu. Skoro nie jest znana metoda rekultywacji można jedynie domniemywać, że w trakcie prac wykorzystane zostaną surowce mineralne, drewno czy rudy metali. W zależności od wyboru wariantu rekultywacji krajobraz nie ulegnie zmianie lub oddziaływanie będzie pozytywne. Przykrycie warstwą ziemi spowodowałoby poprawę estetyki przestrzeni.

Podsumowując należy stwierdzić, że definitywne określenie oddziaływania procesu zamykania KSOP Różan na powierzchnię ziemi, zasoby naturalne i krajobraz jest niemożliwe. Można jedynie przypuszczać, że będzie neutralne lub pozytywne.

### **Wybór lokalizacji, budowa i rozpoczęcie eksploatacji NSPOP oraz budowa PURL**

Brak wskazania lokalizacji przedmiotowych inwestycji sprawia, że określenie ich oddziaływania krajobraz jest jedynie hipotetyczne. W przybliżeniu można natomiast określić oddziaływanie na powierzchnię ziemi i zasoby naturalne.

Ewentualne oddziaływanie negatywne możliwe jest na etapie budowy i związane są z prowadzeniem robót budowlanych. Mają one charakter krótkoterminowy i bezpośredni. Należą do nich:

- możliwe czasowe zdegradowanie terenu okalającego budowę oraz zanieczyszczenie gleby przedostającymi się do niej substancjami pochodzącymi z budowy (np. z maszyn budowlanych),
- wykorzystanie dużej ilości zasobów naturalnych potrzebnych do budowy (surowce mineralne, drewno czy rudy metali, a także zasobów energetycznych).

Wśród negatywnych oddziaływań długoterminowych wymienić można:

- zajęcie znacznej powierzchni terenu;
- usunięcie znaczącej powierzchni warstwy glebowej, co skutkować będzie zmianą rzeźby terenu;
- trwałe przekształcenie krajobrazu – oddziaływanie to może być zarówno negatywne (w przypadku lokalizacji na terenach nieprzekształconych lub w niewielkim stopniu zmienionych antropogenicznie), jak i pozytywne (w przypadku lokalizacji na terenach zmienionych antropogenicznie, ale nieuporządkowanych możliwa jest poprawa estetyki istniejących obiektów).

Na etapie eksploatacji oddziaływanie samego składowiska na krajobraz będzie neutralne. Można tu jednak rozważać ewentualną konieczność budowy infrastruktury drogowej w celu dostarczenia zarówno materiałów budowlanych, jak również późniejszego stałego dostarczania odpadów promieniotwórczych. W takim przypadku możliwe są zarówno oddziaływania pozytywne jak i negatywne. Droga tworzy nową strukturę krajobrazu, wywiera wpływ na zagospodarowanie obszaru, przez tworzenie sieci połączeń sprzyjających rozwojowi i przestrzennemu, rozmieszczenie różnych funkcji na danym obszarze. Jest to wpływ pozytywny. Z drugiej strony powoduje zaburzenie krajobrazu. Budowa dróg przyczynia się do trwałego przekształcenia krajobrazu np. poprzez zmianę form ukształtowania terenu, niezbędną wycinkę drzew. Jako obiekt liniowy z ewentualnymi nasypami i budowlami inżynierskimi trwale zmienia krajobraz przyczyniając się do jego fragmentacji.

Konieczne będzie zużycie surowców naturalnych do zestalania odpadów i zabezpieczania ich na terenie składowiska (np. zamykanie w betonowych kapsułach). Doświadczenie dotychczas funkcjonującego składowiska pozwala wysnuć wniosek, że nie będzie oddziaływanie negatywne na powierzchnię ziemi, gdyż zachowanie ścisłych procedur postępowania z odpadami promieniotwórczymi stanowi skuteczne zabezpieczenie gruntu przed skażeniem radioaktywnym. Jedynym zagrożeniem wystąpienia oddziaływań negatywnych jest możliwość zaistnienia sytuacji awaryjnych.

Podsumowując, można stwierdzić, że zidentyfikowane oddziaływania zapisów Planu na zasoby naturalne, powierzchnię ziemi i krajobraz są w większości neutralne lub typowe dla prowadzenia inwestycji wielkoobszarowych.



### 5.5.6. ODDZIAŁYWANIA NA KLIMAT

Na podstawie przeprowadzonej oceny Planu stwierdzić należy, że realizacja działań w nim wskazanych jest neutralna w zakresie oddziaływania na klimat, a ewentualne oddziaływania można uznać za hipotetyczne. Nie przewidziano w Planie działań, które bezpośrednio prowadziłyby do redukcji gazów cieplarnianych, ale nie ma również działań, które mogłyby powodować negatywne oddziaływania.

Jedynie prowadzenie prac budowlanych związanych z uruchomieniem nowego składowiska czy PURL przyczyni się emisji gazów cieplarnianych z pracujących maszyn budowlanych oraz wzmożonego ruchu samochodowego. Jednak nie będzie to powodować znaczącego wzrostu emisji gazów cieplarnianych w skali regionalnej, a tym bardziej globalnej. Będą to jednak emisje krótkotrwałe i po zakończeniu budowy zanikające. W trakcie eksploatacji emisja gazów cieplarnianych z zainstalowanych urządzeń powinna być niewielka.

Opracowanie przedmiotowego Planu jest warunkiem realizacji Programu polskiej energetyki jądrowej, a także polityki energetycznej Polski, uwzględniającej politykę energetyczno-klimatyczną UE. Opracowany ostatnio (we wrześniu 2014 r.) projekt Polityki energetycznej Polski do roku 2050 (który został poddany konsultacjom społecznym) zakłada, przy uwzględnieniu energetyki jądrowej, uzyskanie redukcji emisji gazów cieplarnianych, w scenariuszu zrównoważonym, w 2030 r. ok. 13% i w 2050 r. ok. 41%, w stosunku do roku 1990 r. Przy scenariuszach alternatywnych redukcje te będą większe. Bez energetyki jądrowej uzyskanie takiego stopnia redukcji emisji gazów cieplarnianych byłoby trudne i mogłoby być bardziej kosztowne.

Dlatego można stwierdzić, że Plan pośrednio przyczynia się do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych, a więc i do ograniczenia zmian klimatu w skali globalnej, powodowanych działalnością człowieka, gdyż w przypadku braku realizacji PPEJ odpowiednio więcej energii trzeba byłoby produkować w oparciu o węgiel, który jest czynnikiem najbardziej emisyjnym. Nie oznacza to jednak, że działaniami tymi można zahamować proces zmian klimatycznych, bo koncentracja gazów cieplarnianych w atmosferze stale rośnie wobec braku współdziałania w tym zakresie wszystkich krajów. Trudno jest w tej sytuacji ocenić konkretny wpływ realizacji Planu na zmiany klimatu i pośrednio jego skutki na poszczególne elementy środowiska. Niemniej, zgodnie z Wytycznymi nt. integracji zagadnień zmian klimatu i różnorodności biologicznej w ocenach strategicznych<sup>179</sup>, starano się uwzględnić te zagadnienia w analizach.

Ponieważ, jak stwierdzono wyżej, na zahamowanie zmian klimatu nie można liczyć w przewidywalnej przyszłości, niezwykle istotne jest, aby przedsięwzięcia realizowane w ramach Planu były dostosowane do możliwych, prognozowanych, z odpowiednim prawdopodobieństwem, zjawisk naturalnych, które będą się nasilać w miarę zmian klimatu. Dotyczy to zarówno postępowania z odpadami promieniotwórczymi nisko- i średnioaktywnymi, jak i wypalonym paliwem jądrowym. Z tego powodu ważne jest też postępowanie z istniejącym składowiskiem odpadów promieniotwórczych w Różanie. W szczególności uwzględnić należy Strategiczny plan działań dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do 2020 r. z perspektywą do roku 2030<sup>180</sup>.

Reasumując, należy stwierdzić, że realizacja działań wskazanych w ocenianym projekcie Planu nie powoduje istotnego oddziaływania na klimat.

### 5.5.7. ODDZIAŁYWANIA NA ZABYTKI I DOBRA MATERIALNE

#### Zabytki

Zabytkiem może być nieruchomość lub rzecz ruchoma, ich części lub zespoły, będące dziełem człowieka lub związane z jego działalnością i stanowiące świadectwo minionej epoki bądź zdarzenia, których

<sup>179</sup> Guidance on Integrating Climate Change and Biodiversity into Strategic Environmental Assessment, European Commission 2013

<sup>180</sup> Ministerstwo Środowiska, Strategiczny plan działań dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do 2020 r. z perspektywą do roku 2030, październik 2013 r.

zachowanie leży w interesie społecznym ze względu na posiadaną wartość historyczną, artystyczną lub naukową<sup>181</sup>. Zabytkami są także obiekty archeologiczne.

Realizacja wszelkich inwestycji musi uwzględniać obecność obiektów zabytkowych, gdyż podlegają one ochronie na mocy ustawy z dnia 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami<sup>182</sup>. Wyróżnia się cztery formy ochrony zabytków:

- wpis do rejestru zabytków,
- uznanie za pomnik historii,
- utworzenie parku kulturowego,
- ustalenie ochrony w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego lub decyzji lokalizacyjnej.

Na etapie wyboru dokładnej lokalizacji inwestycji należy uwzględnić lokalizację obiektów zabytkowych (w tym stanowiska archeologiczne) i zminimalizować ewentualny negatywny wpływ prowadzonych prac budowlanych na stan zachowania tych obiektów.

Z uwagi na ogólne sformułowanie projektu Planu i brak ustalonej lokalizacji składowiska odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego oraz podziemnego laboratorium badawczego nie jest możliwe dokładne określenie czy i na jakie zabytki może oddziaływać taka inwestycja. Aby uniknąć konfliktów w tym zakresie należy uwzględnić istniejące obiekty zabytkowe w podejmowaniu decyzji lokalizacyjnej dla nowego składowiska.

Większość działań projektu Planu ma charakter systemowy, organizacyjny i badawczy. Są to:

- modyfikacja zasad postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym oraz likwidacji elektrowni jądrowych;
- stworzenie programu naukowo-badawczego dotyczącego postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym;
- przygotowanie kadr dla krajowych instytucji i podmiotów gospodarczych zaangażowanych w postępowanie z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym oraz nadzór nad tym postępowaniem;
- ocena bezpieczeństwa dla zamknięcia istniejącego KSOP Różan,
- ocena bezpieczeństwa dla NSPOP.

Wymienione działania nie będą powodować negatywnych oddziaływań na zabytki.

### **Przygotowanie koncepcji zamknięcia i ostateczne zamknięcie KSOP w Różanie**

KSOP zostało utworzone w 1961 r. na terenie Różana w forcie obronnym nr III z początku XX w. W mieście znajdują się jeszcze dwa forty (nr I i II) z tego samego okresu, które zostały wpisane do rejestru zabytków 20 kwietnia 1978 r. pod nr rej.: A-452.

Projekt Planu nie zawiera informacji na temat proponowanych metod prowadzących do zamknięcia i rekultywacji tego składowiska, a one będą określać rodzaj i skalę oddziaływania, jakiemu zostanie poddany fort III w Różanie.

Przenoszenie długożyciowych odpadów promieniotwórczych z zachowaniem zasad bezpieczeństwa nie powinno wpływać na zabytki. Natomiast fakt składowania w tym forcie odpadów promieniotwórczych uniemożliwia udostępnianie tego obiektu dla zwiedzających również po zamknięciu tego składowiska.

Możliwość wystąpienia awarii jest trudna do przeanalizowania na obecnym etapie, z uwagi na braki informacyjne dotyczące planowanych metod zamknięcia KSOP w Różanie. Można jedynie przypuszczać, że na skutek awarii mogą ulec napromieniowaniu pobliskie obiekty zabytkowe, co nie stanowi dla nich bezpośredniego zagrożenia. Natomiast kontakt z nimi może być szkodliwy dla organizmów żywych (w tym ludzi) – promieniotwórczość wtórna.

<sup>181</sup> Definicja zgodnie z art. 3 ustawy z dnia 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami (Dz. U. 2003, Nr 162, poz. 1568 z późn. zm.)

<sup>182</sup> Dz. U. z 2003, Nr 162, poz. 1568, z późn. zm.

Podsumowując należy stwierdzić, że oddziaływanie procesu zamykania KSOP Różan na zabytki będzie miało charakter neutralny.

### **Wybór lokalizacji, budowa i rozpoczęcie eksploatacji NSPOP oraz budowa PURL**

Nie jest wskazana lokalizacja NSPOP ani PURL, zatem nie jest możliwe ustalenie czy w pobliżu takich lokalizacji istnieją obiekty zabytkowe.

Na etapie budowy możliwe są oddziaływania bezpośrednie typowe przy wykonywaniu innych prac budowlanych (uszkodzenia mechaniczne, pylenie, emisja spalin z pojazdów), które mogą wpływać na wygląd i stan zachowania obiektów zabytkowych znajdujących się w pobliżu realizowanej inwestycji lub przy drogach dojazdowych. Tego typu oddziaływania mają jednak charakter krótkotrwały.

Natomiast w przypadku prowadzenia prac pod powierzchnią ziemi są prawdopodobne również pośrednie, negatywne oddziaływania na obiekty zabytkowe w postaci naruszenia stabilności gruntów a w konsekwencji uszkodzenia takich obiektów.

W trakcie eksploatacji obiektów nie przewiduje się oddziaływań na zabytki.

W sytuacji awaryjnej obiekty zabytkowe mogą ulec napromieniowaniu, co nie stanowi dla nich bezpośredniego zagrożenia. Natomiast kontakt z nimi może być szkodliwy dla organizmów żywych (w tym ludzi) – promieniotwórczość wtórna.

Podsumowując można stwierdzić, że zidentyfikowane oddziaływania zapisów Planu na zabytki są w większości neutralne lub typowe dla prowadzenie innych prac budowlanych.

### **Dobra materialne**

Dobra materialne są to przedmioty materialne pochodzenia naturalnego lub wytworzone przez człowieka, które można podzielić na dwie kategorie:

- konsumpcyjne - służą do zaspokajania potrzeb człowieka tzw. dobra konsumpcyjne,
- produkcyjne lub kapitałowe - przedmioty których wykorzystanie wpływa na wytworzenie innych dóbr.

### **Przygotowanie koncepcji zamknięcia i ostateczne zamknięcie KSOP w Różanie**

Zamknięcie KSOP w Różanie jest planowane na lata 2024-2029. Zamknięte składowisko będzie następnie monitorowane przez ok. 300 lat. Zatem ten teren nie będzie mógł zostać wykorzystany przez gminę do innych celów jeszcze przez bardzo długi okres. Również tereny sąsiednie będą mniej atrakcyjne dla realizacji wybranych funkcji np. mieszkaniowej, usługowej czy rekreacyjnej. Będzie to długotrwałe, negatywne oddziaływanie na dobra materialne, gdyż spowoduje „zablokowanie” potencjalnych możliwości uzyskiwania dochodu z pobliskich nieruchomości (gruntów i obiektów budowlanych).

Z drugiej jednak strony po zamknięciu składowiska gmina otrzymuje z budżetu państwa równowartość 50% własnego dochodu z tytułu podatku od nieruchomości zgromadzonego w roku zamknięcia składowiska, w okresie odpowiadającym okresowi eksploatacji składowiska (czyli przez ponad 60 lat). Będzie to istotne, pozytywne wsparcie dla budżetu gminy i może sprzyjać jej rozwojowi, a także zabezpieczeniu posiadanych dóbr materialnych (np. finansowanie renowacji zabytków).

W przypadku zaistnienia nieprzewidzianej sytuacji awaryjnej może dojść do skażenia promieniotwórczego różnego rodzaju obiektów, w tym także roślinności, gruntów czy wód, czego konsekwencją może być wyłączenie tych terenów z wszelkich form użytkowania, w tym produkcji rolnej. Skutkiem takiej sytuacji awaryjnej może być konieczność utylizacji plonów i utrata dochodów właścicieli tych gruntów.

Podsumowując można stwierdzić, że zidentyfikowane oddziaływania zapisów Planu na dobra materialne będą długoterminowe, zarówno negatywne jak i pozytywne.

### **Wybór lokalizacji, budowa i rozpoczęcie eksploatacji NSPOP oraz budowa PURL**

Wskazanie lokalizacji i realizacja składowiska odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądowego wraz z infrastrukturą towarzyszą wpływają pośrednio na obniżenie wartości nieruchomości

sąsiednich (gruntów, budynków). Zazwyczaj tego typu inwestycje są niechętnie akceptowane przez lokalną społeczność z obawy o jej wpływ na zdrowie jak również z uwagi na postrzeganie obiektów magazynowych jako „nieatrakcyjne” sąsiedztwo.

Jednak zgodnie z zasadą „zanieczyszczający płaci” gmina, na terenie której znajduje się KSOP otrzymuje corocznie z budżetu państwa równowartość 400% własnego dochodu z tytułu podatku od nieruchomości uzyskanego w ubiegłym roku (nie więcej niż 10 500 tys. zł). Po zamknięciu składowiska otrzymuje z kolei 50% własnego dochodu z tytułu podatku od nieruchomości zgromadzonego w roku zamknięcia, w okresie odpowiadającym okresowi eksploatacji składowiska. Będzie to istotne, pozytywne wsparcie dla budżetu gminy i może sprzyjać jej rozwojowi, a także zabezpieczeniu posiadanych dóbr materialnych oraz nabywaniu nowych dóbr.

Na etapie budowy mogą pojawić się krótkoterminowe, negatywne oddziaływania związane z uszkodzeniem lub zanieczyszczeniem istniejących nieruchomości.

Do pozytywnych skutków można zaliczyć również wzrost zatrudnienia w placówkach badawczych (także w PURL), a także stworzenie miejsc pracy dla personelu obsługującego składowisko odpadów i innych usług towarzyszących.

Podsumowując można stwierdzić, że zidentyfikowane oddziaływania zapisów Planu na dobra materialne będą długoterminowe, zarówno negatywne jak i pozytywne.

#### **5.5.8. ODDZIAŁYWANIA SKUMULOWANE**

Oddziaływania skumulowane można rozpatrywać w sytuacji, gdy na jednym obszarze lub w bliskim sąsiedztwie lokalizowane są różne inwestycje lub mają być realizowane działania. W ocenianym Planie wskazanie lokalizacji działań dotyczy tylko zamknięcia KSOP Różan. Nie można zatem mówić o skumulowanym oddziaływaniu zadań wynikających z Planu.

Dokonano jednak porównania lokalizacji inwestycji wynikających z innych planów krajowych (m.in. Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014-2020, Projektu Pipeline dla Sektora Energetyki w Ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014-2020). Analiza taka wskazała, że w sąsiedztwie KSOP Różan nie są planowane inwestycje, które mogłyby prowadzić do powstania oddziaływań skumulowanych. Lokalizację KSOP Różan w powiązaniu z planowanymi inwestycjami przedstawiono na rysunku poniżej.



Rysunek 47. Lokalizacja KSOP Różan w kontekście innych inwestycji

## 5.6. Informacje o oddziaływaniu radiacyjnym składowisk odpadów promieniotwórczych

Zgodnie z art. 53a ustawy z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe<sup>183</sup> oraz §36 Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 3 grudnia 2002 r. w sprawie odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądowego<sup>184</sup>, wybór lokalizacji, budowa, eksploatacja oraz zamykanie składowiska odpadów promieniotwórczych muszą być realizowane w sposób uniemożliwiający otrzymanie przez osoby z ogółu społeczeństwa w ciągu roku dawki skutecznej (efektywnej) ze wszystkich dróg narażenia przekraczającej wartość 0,1 mSv, odpowiednio w przypadku składowiska powierzchniowego przez 500 lat, składowiska głębokiego – 10 000 lat.

Podczas eksploatacji składowiska odpadów promieniotwórczych (zgodnie z § 44, ust 1 i 2) zapewnia się m.in. monitoring środowiska obejmujący w szczególności pomiary zawartości substancji promieniotwórczych (w wodach powierzchniowych, znajdujących się w otoczeniu składowiska, wodach gruntowych – na terenie składowiska i w wodach drenażowych oraz w wodach gruntowych występujących w jego otoczeniu; w wodzie wodociągowej na terenie składowiska i w jego otoczeniu; w powietrzu na terenie składowiska, w trawie i w glebie na terenie składowiska i w jego otoczeniu). W ramach monitoringu prowadzone są również pomiary dawki promieniowania gamma na terenie składowiska i w jego otoczeniu, a także skażeń promieniotwórczych na terenie składowiska oraz na powierzchni dróg w otoczeniu składowiska.

<sup>183</sup> Tekst jednolity: Dz. U. z 2014 r. poz. 1512 z późn. zm.

<sup>184</sup> Dz. U. 2002, Nr 230, poz. 1925

Poniżej przedstawiono krajowe doświadczenia w zakresie eksploatacji powierzchniowego (wg klasyfikacji MAEA) składowiska w Różanie.

Informacje nt. oddziaływania radiacyjnego KSOP w Różnie uzyskiwane są na podstawie okresowych i ciągłych pomiarów radiometrycznych oraz dozymetrycznych prowadzonych na terenie składowiska oraz w jego otoczeniu. Monitoring obejmuje określenie<sup>185</sup>:

- radioaktywności głównych elementów środowiska naturalnego (powietrze, gleba, woda, roślinność),
- narażenia radiologicznego pracowników składowiska (na podstawie pomiarów indywidualnych),
- poziomu promieniowania gamma na terenie i w otoczeniu składowiska.

Dla zapewnienia obiektywności badań, prowadzone są one przez jednostki niezależne od prowadzącego eksploatację składowiska Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych tj.<sup>186</sup>:

- Laboratorium Pomiarów Dozymetrycznych Narodowego Centrum Badań Jądrowych,
- Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej,
- Instytut Fizyki Jądrowej na zlecenie Państwowej Agencji Atomistyki
- dozór jądrowy Państwowej Agencji Atomistyki,
- Państwowy Instytut Geologiczny.

W ramach obowiązującego programu kontroli pobieranych jest ok. 100 próbek z otaczającego środowiska (gleba, zboża, wody gruntowe, woda z rzeki Narew, woda wodociągowa z terenu składowiska, woda studzienna) oraz 50 próbek powietrza. Próbki poddawane są pomiarom radiometrycznym. Na tej podstawie określana jest ogólna zawartość substancji beta promieniotwórczych. Ponadto, corocznie wykonuje się kilkadziesiąt analiz spektrometrycznych prób środowiskowych i analiz na zawartości trytu.<sup>187</sup>

Dla uzyskania w pełni obiektywnej oceny wpływu składowiska na środowisko naturalne, prowadzone są od 1966 r. badania porównawcze radioaktywności takich samych elementów składowych środowiska jak dla KSOP w Różanie w tzw. punktach odniesienia. Jako punkt odniesienia dla KSOP w Różanie została wytypowana Góra Kalwaria, gdyż znajduje się poza wpływem jakichkolwiek obiektów stosujących źródła promieniotwórcze. Wyniki pomiarów wykonywane w punkcie odniesienia traktowane są, jako naturalne tło promieniowania otoczenia.<sup>3</sup>

W 2012 roku monitoring radiacyjny na terenie i w otoczeniu KSOP obejmował<sup>188</sup>:

- na terenie KSOP – prowadzono pomiary zawartości izotopów gamma promieniotwórczych w aerozolach atmosferycznych, izotopów promieniotwórczych beta (w tym <sup>3</sup>H) w wodzie wodociągowej i w wodach gruntowych (piezometry), pomiary zawartości izotopów promieniotwórczych w glebie i trawie, jak również prowadzono pomiary promieniowania gamma przy pomocy dawkomierzy termoluminescencyjnych (TLD) w celu wyznaczenia rocznych wartości dawek promieniowania gamma dla stałych punktów kontrolnych;
- w otoczeniu KSOP – oznaczano zawartości <sup>137</sup>Cs, <sup>134</sup>Cs i <sup>3</sup>H w wodach źródłanych oraz zawartości izotopów beta promieniotwórczych, w tym <sup>3</sup>H, w wodach gruntowych (piezometry), sztucznych (głównie <sup>137</sup>Cs) i naturalnych izotopów promieniotwórczych w glebie, trawie oraz w zbożu, wykonano dwukrotnie oznaczenie sztucznych (głównie <sup>137</sup>Cs) i naturalnych izotopów promieniotwórczych występujących w aerozolach atmosferycznych, mierzono również moc dawki promieniowania gamma w pięciu stałych punktach kontrolnych.

W otoczeniu KSOP wartości mocy dawki promieniowania gamma w powietrzu, uwzględniając promieniowanie kosmiczne oraz promieniowanie pochodzące od radionuklidów zawartych w glebie, wynosiły od 75,4 do 91,7 nGy/h (średnio 82,9 nGy/h). Wartości te nie odbiegają od wyników pomiarowych

<sup>185</sup> Madaj K., Doświadczenia z 50 lat unieszkodliwiania odpadów promieniotwórczych w Polsce, II Szkoła Energetyki Jądrowej, Warszawa 2009

<sup>186</sup> Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych, <http://www.zuop.pl>

<sup>187</sup> Gorączko W., Odpady promieniotwórcze, Materiały Konferencyjne, Stowarzyszenie Inspektorów Ochrony Radiologicznej, Skorzęcin, 2008, [http://www.sior.pl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=272:odpady-romieniotworcze](http://www.sior.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=272:odpady-romieniotworcze) &catid=65:skorzecin-2008&Itemid=53

<sup>188</sup> Bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna 2(92)/2013 Warszawa; Biuletyn informacyjny Państwowej Agencji Atomistyki. <http://www.paa.gov.pl/sites/default/files/zamowienia/archiwumBJOR/BJOR2-2013.pdf>

mocy dawki uzyskanych w innych rejonach kraju. Ogólnie w 2012 r. w Polsce średnie dobowe wartości wahały się w granicach od 55 do 140 nGy/h, przy średniej rocznej wynoszącej 96 nGy/h.

Stężenie izotopu  $^{137}\text{Cs}$  w powietrzu w otoczeniu KSOP, zmierzone przy pomocy przenośnego urządzenia do poboru aerozolowych próbek powietrza, wynosiło 2,8 oraz poniżej 2,0  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$  (odpowiednio dla pomiarów wykonanych w okresie letnim i jesiennym). Stężenie izotopu  $^{131}\text{I}$  nie przekroczyło limitów detekcji wynoszących 3,8 oraz 4,9  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$  (dla pomiarów w okresie letnim i jesiennym).

Stężenia izotopów promieniotwórczych  $^{137}\text{Cs}$  i  $^{134}\text{Cs}$  w wodach źródłanych w otoczeniu KSOP wynosiły średnio 3  $\text{mBq}/\text{dm}^3$ .

Średnie wartości skażenia powierzchniowego gleby  $^{137}\text{Cs}$  w 2012 roku w otoczeniu KSOP wynosiły 18,84 Bq/kg. Dla porównania stężenie  $^{137}\text{Cs}$  glebie na terenie Polski w 2010 roku mieściło się w granicach od 1,82 do 190,20 Bq/kg. Pozwala to stwierdzić, że średnie zawartości radioizotopu  $^{137}\text{Cs}$  w glebie, w otoczeniu KSOP mieszczą się w zakresie wartości obserwowanych w innych regionach kraju.

Kontrola indywidualna narażenia pracowników na promieniowanie jonizujące prowadzona na podstawie pomiarów narażenia zewnętrznego oraz pomiarów skażeń wewnętrznych wskazuje, że u żadnej z kontrolowanych osób nie stwierdzono, aby skuteczne dawki obciążające przekroczyły 1% dawki granicznej dla osób narażonych zawodowo (czyli 20 mSv/rok).

Na podstawie pomiarów spektrometrycznych określających zawartość nuklidów gamma promieniotwórczych w ich organizmach można stwierdzić, że nie zarejestrowano przypadków przekroczenia zawartości radionuklidów pochodzenia naturalnego, które występują u wszystkich ludzi. Rejestruje się bardzo małe stężenia  $^{137}\text{Cs}$ , przy czym obecność tego radionuklidu spowodowana jest awarią elektrowni w Czarnobylu i testami z bronią jądrową na świecie.

Reasumując, dotychczasowe doświadczenia eksploatacji składowiska w Różaniu, nie wykazują jego negatywnego oddziaływania na ludzi i poszczególne elementy środowiska. Pomiar radioaktywności podstawowych elementów środowiska naturalnego w otoczeniu KSOP nie odbiegają od wartości występujących w środowisku naturalnym.

Umieralność na choroby nowotworowe w gminie Różan należy do najniższych w Polsce<sup>189</sup>. Wskazuje to na brak ujemnego wpływu składowiska na zdrowie okolicznych mieszkańców.

W ciągu 50 lat eksploatacji składowiska nie zdarzyły się przypadki narażenia ludzi ani wycieków substancji radioaktywnych do otoczenia poza granice KSOP. Aktywność wody w źródle, wody wodociągowej i wody w wysięku do Narwi jest niska i zawiera się w granicach tła naturalnego.

Prawidłowo zaprojektowane, zlokalizowane i eksploatowane składowisko odpadów promieniotwórczych nie stanowi zagrożenia dla środowiska.

Przechowywanie odpadów promieniotwórczych w składowiskach głębokich zapewnia większe bezpieczeństwo niż przechowywanie ich na powierzchni.

## 5.7. Informacje o możliwym transgranicznym oddziaływaniu Planu na środowisko

Aktem prawnym regulującym transgraniczną ocenę oddziaływania na środowisko oraz zasady postępowania w sprawach transgranicznego oddziaływania na środowisko jest ustawa ooś. Zgodnie z artykułem 104, „w razie stwierdzenia możliwości znaczącego transgranicznego oddziaływania na środowisko, pochodzącego z terytorium Rzeczypospolitej Polskiej na skutek realizacji projektów polityk, strategii, planów lub programów przeprowadza się postępowanie dotyczące transgranicznego oddziaływania na środowisko”. Podstawą do podjęcia oceny transgranicznej jest stwierdzenie możliwości wystąpienia znaczącego negatywnego oddziaływania w wyniku realizacji któregośkolwiek z działań wskazanych w Planie. Dlatego, w ramach prac nad Prognozą, ocenie poddano możliwość wystąpienia

<sup>189</sup> Madaj K., Doświadczenia z 50 lat unieszkodliwiania odpadów promieniotwórczych w Polsce, II Szkoła Energetyki Jądrowej, Warszawa 2009

oddziaływań na środowisko w aspekcie transgranicznym, czyli rozumiane, jako oddziaływanie działań wskazanych w Planie na kraje sąsiednie.

Potencjalne oddziaływanie transgraniczne działań jest uzależnione przede wszystkim od:

- lokalizacji projektów,
- charakteru inwestycji, które są zaplanowane do realizacji,
- zasięgu oddziaływania proponowanych działań i inwestycji na etapie realizacji, eksploatacji oraz w przypadku wystąpienia ewentualnych awarii.

Jedynym działaniem wskazanym w ocenianym Planie, które można jednoznacznie zlokalizować na terytorium kraju jest *Przygotowanie do zamknięcia i ostateczne zamknięcie KSOP Różan*. Składowisko to zlokalizowane jest w odległości ponad 160 km od granicy z Białorusią oraz blisko 200 km od granicy z Federacją Rosyjską. Prowadzony monitoring poszczególnych komponentów środowiska nie wskazuje, żeby dotychczasowa eksploatacja wspomnianego składowiska prowadziła do pogorszenia jakości ocenianych komponentów. Pomiar radioaktywności podstawowych elementów środowiska naturalnego w otoczeniu KSOP nie odbiegają od wartości występujących w środowisku naturalnym. Wartości mocy dawek promieniowania gamma w otoczeniu KSOP Różan nie odbiegają od poziomów rejestrowanych w innych punktach na terenie Polski. Dlatego można stwierdzić, że ostateczne zamknięcie tego składowiska nie będzie powodować oddziaływania poza granicami terytorialnymi Rzeczypospolitej Polskiej, czyli nie będzie oddziaływanie na terytorium innych państw.

Pozostałe działania mają charakter ogólny, odnoszący się do pewnych systemowych rozwiązań podejmowanych na terenie całego kraju. Działanie 1.2.2 zakłada podjęcie prac nad wyborem lokalizacji nowego składowiska odpadów promieniotwórczych (NSPOP). Zatem dopiero po wskazaniu potencjalnych lokalizacji możliwe będzie dokładne określenie typu i potencjalnego zakresu oddziaływania na środowisko oraz będzie można dokonać oceny oddziaływań transgranicznych. Plan w swej obecnej postaci charakteryzuje duży stopień ogólności, co sprawia, że zidentyfikowanie charakteru i skali ewentualnych oddziaływań transgranicznych jest niemożliwe.

Powyższe rozważania oraz przeprowadzone w toku Prognozy analizy pozwalają na stwierdzenie, że zamierzenia zawarte w ocenianym Planie, na poziomie szczegółowości opisu w nim zawartego nie będą powodowały oddziaływania transgranicznego na kraje trzecie.

## **5.8. Rozwiązania mające na celu zapobieganie, ograniczanie lub kompensację przyrodniczą negatywnych oddziaływań na środowisko, mogących być rezultatem realizacji Planu**

Potencjalne negatywne oddziaływanie na środowisko można ograniczyć stosując odpowiednie grupy działań, do których zalicza się działania administracyjno-organizacyjne oraz działania techniczne. W pierwszej kolejności należy podejmować działania z grupy administracyjnych oraz organizacyjnych, natomiast w trakcie realizacji inwestycji należy stosować najlepsze dostępne techniki i dobre praktyki, które pozwolą na ograniczenie negatywnego oddziaływania w trakcie budowy.

Do działań mających na celu zapobieganie, ograniczanie lub kompensację przyrodniczą negatywnych oddziaływań na środowisko należy zaliczyć:

- ściśle przestrzeganie procedur postępowania z odpadami promieniotwórczymi;
- stosowanie barier zabezpieczających ludzi i środowisko przed promieniowaniem radioaktywnym;
- uwzględnianie wymogów ochrony przyrody na etapie prac związanych z aktualizacją przepisów prawa, szczególnie w zakresie postępowania z odpadami promieniotwórczymi;
- wydawanie decyzji administracyjnych zgodnych z zasadami i wymaganiami ochrony środowiska i ochrony radiologicznej;
- nadzorowanie ścisłej egzekucji zapisów określonych w decyzjach administracyjnych i przepisach prawnych;



- planowanie lokalizacji inwestycji - należy uwzględnić zrównoważone zagospodarowanie przestrzenne (np. zachowanie terenów zielonych i przyjaznej ludzom przestrzeni publicznej) oraz wymogi ochrony krajobrazu;
- prowadzone w ramach realizacji Planu działania, szczególnie lokalizacja inwestycji, muszą być zgodne z wymogami Ramowej Dyrektywy Wodnej<sup>190</sup>, Dyrektywy Siedliskowej<sup>191</sup> oraz Ptasiej<sup>192</sup>;
- przeprowadzanie szczegółowych analiz i ocen oddziaływania konkretnych przedsięwzięć na środowisko – dotyczy to szczególnie proponowanych lokalizacji składowiska odpadów promieniotwórczych oraz przygotowania koncepcji ostatecznego zamknięcia KSOP Różan – w celu wybrania wariantów realizacji najmniej obciążających środowisko, zapewniających wysoki poziom merytoryczny, uwzględniający wszystkie możliwe oddziaływania;
- w przypadku wyboru dla zamknięcia KSOP Różan wariantu przykrycia całości warstwą ziemi należy uwzględnić zastosowanie lokalnego materiału ziemnego, aby nie wprowadzać do ekosystemu nasion gatunków obcych;
- planowanie prac budowlanych, w taki sposób, aby zminimalizować niszczenie roślinności, terenów zielonych i krajobrazu lub wykonywanie nowych nasadzeń drzew i krzewów, odtworzenie zniszczonych terenów zielonych w sąsiedztwie inwestycji.

### 5.8.1. SPOSOBY ZABEZPIECZANIA ŚRODOWISKA PRZED PROMIENIOWANIEM

Odpady promieniotwórcze kierowane na składowisko muszą być odpowiednio przygotowane do składowania poprzez odpowiednie ich przetworzenie, zestalenie i opakowanie, aby nie stwarzały zagrożenia dla ludzi i środowiska. W celu zabezpieczenia przed uwolnieniem substancji promieniotwórczych stosuje się różne bariery ochronne. Ich rodzaj zależy od aktywności odpadów. Dla zabezpieczenia odpadów nisko- i średnioaktywnych stosuje się bariery:

- chemiczne – związanie substancji promieniotwórczych zawartych poprzez związanie ich w trudno rozpuszczalne związki chemiczne lub ich zatężenie (stosowane przy przetwarzaniu ciekłych odpadów promieniotwórczych);
- fizyczne – zestalenie odpadów promieniotwórczych poprzez utwalenie ich za pomocą różnego rodzaju spoiw, np. zaprawy cementowej czy asfaltu w przypadku odpadów stałych lub w żywicy w przypadku odpadów organicznych, aby uniemożliwić rozproszenie lub wymywanie substancji promieniotwórczych;
- inżynierskie, należą do nich:
  - pojemniki zabezpieczające przed uszkodzeniem mechanicznym i kontaktem z wodą,
  - betonowa konstrukcja składowiska zaimpregnowana warstwą bitumiczną – jej zadaniem jest ochrona pojemników przed wpływem czynników atmosferycznych, które mogą prowadzić do korozji pojemników,
  - uszczelnienia składowiska – grunty o odpowiednim składzie i właściwościach sorpcyjnych i filtracyjnych;
- naturalne (geologiczne) – jest to odpowiednia budowa geologiczna i warunki hydrologiczne na terenie gdzie lokalizowane jest składowisko, która uniemożliwia migrację radioizotopów.

Składując odpady promieniotwórcze konieczne jest stosowanie całego systemu barier, które dopełniają się wzajemnie. Takie wielokrotne zabezpieczenia mają zapewnić izolację odpadów promieniotwórczych od wód powierzchniowych i gruntowych przez minimum 10 000 lat.

Na etapie zamykania składowiska odpadów promieniotwórczych wprowadza się jeszcze jedną barierę, zwykle wielowarstwową, która ma za zadanie ograniczyć migrację wody i spowolnić procesy korozyjne opakowań. Ma to zapobiegać wymywaniu substancji promieniotwórczych.

<sup>190</sup> Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej (Dz. U. L 327 z 22.12.2000, str. 1)

<sup>191</sup> Dyrektywa Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory (Dz. U. L 206 z 22.7.1992, str. 7)

<sup>192</sup> Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/147/WE z dnia 30 listopada 2009 r. w sprawie ochrony dzikiego ptactwa (Dz. U. L 20/7 z 26.1.2010)

## 5.9. Rozwiązania alternatywne do rozwiązań zawartych w Planie

Odpady promieniotwórcze charakteryzują się zróżnicowaną w bardzo szerokim zakresie radioaktywnością i związaną z tym intensywnością oraz rodzajem emitowanego promieniowania jonizującego, a także czasem życia różnych izotopów promieniotwórczych. Gospodarka odpadami promieniotwórczymi jest w okresie rozwoju, który kojarzy uwarunkowania naukowo-technologiczne z aspektami społecznymi i ekonomicznymi.

Zasady postępowania z odpadami promieniotwórczymi w podstawowym zakresie zbliżone są do postępowania z odpadami przemysłowymi, polegającego na zmniejszeniu ich objętości, neutralizacji niebezpiecznych oddziaływań, segregacji, recyklingu i innych. Istotne różnice występują w przypadku otwartego lub zamkniętego cyklu paliwowego realizowanego w danym kraju, w odniesieniu do wypalonego paliwa jądrowego. W przypadku krajów realizujących zamknięty cykl paliwowy istotne znaczenie ma recykling wypalonego paliwa jądrowego.

W Polsce obecnie postępuje się w następujący sposób z odpadami promieniotwórczymi: są one gromadzone, przetwarzane, zestalane, opakowywane, transportowane, przechowywane oraz składowane. Z przytoczonych względów ograniczenie źródeł i ilości powstających odpadów promieniotwórczych jest czynnikiem o kluczowym znaczeniu. W odniesieniu do wypalonego paliwa jądrowego pochodzącego z reaktorów badawczych stosuje się otwarty cykl paliwowy, polegający na przechowywaniu, a następnie wywozie do kraju producenta paliwa (Federacja Rosyjska).

Krajowy plan postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym został opracowany zgodnie z art. 57c ustawy Prawo atomowe. Okres obowiązywania Planu określono na lata 2015-2050, z perspektywą 2144 roku, czyli terminu przewidywanego zamknięcia składowiska odpadów promieniotwórczych.

Plan zakłada przede wszystkim:

- wyłączenie z eksploatacji i zabezpieczenie Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych (KSOP) w Różanie w związku z wypełnieniem jego pojemności,
- znalezienie lokalizacji i rozpoczęcie budowy nowego składowiska odpadów promieniotwórczych (NSPOP),
- przygotowanie do budowy składowiska głębokiego odpadów promieniotwórczych (GSOP), w tym realizacja programu Polskiego Podziemnego Laboratorium Badawczego (PURL),
- inne działania związane z prowadzeniem programu naukowo-badawczego, wdrożeniem zmodyfikowanych zasad postępowania z odpadami promieniotwórczymi, zmian systemu finansowania oraz przygotowania kadr.

Plan prognozuje w perspektywie do 2050 roku wytworzenie z zastosowań medycznych, naukowych i przemysłowych w ilości około:

- 1 520 m<sup>3</sup> - odpadów promieniotwórczych stałych krótkożyciowych nisko- i średnioaktywnych,
- 74 m<sup>3</sup> - odpadów promieniotwórczych stałych długożyciowych niskoaktywnych.

Plan prognozuje w perspektywie do 2050 roku wytwarzanie w reaktorze Maria w ilości do około:

- 220 m<sup>3</sup> - odpadów promieniotwórczych stałych krótkożyciowych niskoaktywnych,
- 1 375 m<sup>3</sup> - odpadów promieniotwórczych ciekłych krótkożyciowych niskoaktywnych,
- 327 m<sup>3</sup> - zużytego paliwa typu MR, tj. 25 zestawów/rok.

Plan prognozuje wytworzenie podczas 60-letniej eksploatacji dwu elektrowni jądrowych około:

- 45 000 m<sup>3</sup> odpadów promieniotwórczych krótkożyciowych niskoaktywnych,
- 9 000 m<sup>3</sup> odpadów promieniotwórczych krótkożyciowych średnioaktywnych,
- 3 750 m<sup>3</sup> wypalonego paliwa jądrowego (przy założeniu technologii lekkowodnej - PWR); ta ilość ulegnie uściśleniu po wyborze dostawcy technologii obu elektrowni jądrowych.

Plan prognozuje również powstanie odpadów promieniotwórczych z likwidacji istniejących obiektów jądrowych w ilości:

- 100 m<sup>3</sup> - niskoaktywnych,
- 50 m<sup>3</sup> - średnioaktywnych,
- 30 m<sup>3</sup> - niskoaktywnych produktów zestalania koncentratów powypalanych.

Plan prognozuje także powstanie odpadów promieniotwórczych z likwidacji, związanych z reaktorem Maria, laboratoriów NCBJ w ilości 20 000 m<sup>3</sup>.

Plan przewiduje zagospodarowanie w obu planowanych składowiskach odpadów promieniotwórczych (powierzchniowym i podziemnym) wszystkich odpadów wytworzonych do 2050 roku, z uwzględnieniem otwartego cyklu paliwowego obu planowanych elektrowni jądrowych. Na obecnym etapie Plan nie zakłada prowadzenia gospodarki wypalonym paliwem jądrowym we współpracy z dostawcą technologii dla obu elektrowni jądrowych, co jest z oczywistych względów niemożliwe przed zawarciem kontraktu.

Wariantowaniu podlegać mogą rozwiązania „systemowe” ostatecznego składowania odpadów promieniotwórczych, związane z rodzajem cyklu paliwowego oraz rozwojem technologii reaktorowej. W przypadku wyboru zamkniętego cyklu paliwowego ilość powstałych odpadów w wyniku poddania przerobowi wypalonego paliwa uległaby zmniejszeniu.

Wariantowaniu będzie podlegać proces rozmieszczenia obiektów związanych ze składowaniem odpadów promieniotwórczych: Nowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych (NSOP), Polskiego Podziemnego Laboratorium Badawczego (PURL) oraz Składowiska Głębokiego Odpadów Promieniotwórczych (SGOP) z uwzględnieniem m.in. warunków geologicznych, akceptacji społecznej i lokalizacji przyszłych elektrowni jądrowych.

Ze względu m.in., na uwarunkowanie czasowe możliwe jest rozważenie opcji:

- lokalizacji SGOP i PURL „związanej”, w wybranej formacji skalnej,
- odrębnej lokalizacji SGOP i PURL w różnych formacjach skalnych lub adaptacji istniejącego obiektu podziemnego na potrzeby PURL.

### ***WARIANT 1 - wypalone paliwo jądrowe wraca do kraju producenta lub jest składowane w regionalnym składowisku głębokim odpadów promieniotwórczych, zlokalizowanym poza terytorium kraju***

Możliwe jest przyjęcie rozwiązania, że kontrakt na dostawy paliwa jądrowego do jednej lub obu elektrowni jądrowych będzie przewidywał odbiór wypalonego paliwa przez dostawcę technologii lub wypalone paliwo jądrowe będzie składowane w regionalnym składowisku głębokim odpadów promieniotwórczych. W takim przypadku funkcjonuje, co najmniej, jedno Krajowe Składowisko Odpadów Promieniotwórczych niskoaktywnych i średnioaktywnych, natomiast nie ma konieczności budowy składowiska głębokiego odpadów wysokoaktywnych.

Ta opcja zakłada przywiezienie paliwa do elektrowni jądrowej, a następnie po wykorzystaniu przechowywanie go w odpowiednio przygotowanym i zabezpieczonym przechowalniku w obrębie elektrowni jądrowej do czasu możliwości odtransportowania do dostawcy technologii lub do regionalnego składowiska głębokiego odpadów promieniotwórczych. Rozwiązanie to oznacza, że najważniejszą kwestią jest transport wypalonego paliwa z elektrowni jądrowej do dostawcy technologii lub do regionalnego składowiska głębokiego odpadów promieniotwórczych, ale to rozwiązanie może być tożsame lub podobne do transportu paliwa do elektrowni, które musi być przeprowadzone przed uruchomieniem elektrowni jądrowej. Zatem stosowane są takie same procedury.

Wariant, w którym „wypalone paliwo jądrowe wraca do producenta” może być trudny w realizacji, gdyż generalnie regulacje prawne działające w krajach dostawców technologii zabraniają składowania odpadów promieniotwórczych wytworzonych poza granicami tych krajów na terytorium kraju dostawcy technologii (nie dotyczy Federacji Rosyjskiej). Natomiast wariant budowy „regionalnego składowiska głębokiego odpadów promieniotwórczych” jest obecnie wariantem teoretycznym, ponieważ jest na etapie wstępnych dyskusji eksperckich.

Dyrektywa Rady 2011/70/EURATOM regulująca zasady prowadzenia krajowych polityk państw członkowskich w zakresie gospodarowania wypalonym paliwem jądrowym i odpadami promieniotwórczymi przyjmuje za podstawową zasadę w odniesieniu do odpadów promieniotwórczych ich trwałe składowanie w tym państwie, w którym zostały wygenerowane (art. 4 ust. 4). Od tej zasady przewidziano w dyrektywie odstępstwa, które przewidują możliwość przemieszczania do innego państwa, np. w warunkach kiedy to stanowi „...potencjalnie korzystną, bezpieczną i racjonalną pod względem kosztów opcję, w przypadku gdy opiera się ona na porozumieniu pomiędzy zainteresowanymi państwami członkowskimi”.

Szczegółowe wymagania w sprawie wywozu z terytorium RP odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego, określa Rozdział 8a ustawy Prawo atomowe. Warunki wydania zezwolenia przez Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki regulowane są art. 62c i art. 62 e tej ustawy.

### **WARIANT 2 - wypalone paliwo jądrowe składowane jest na terenie kraju, co wymaga budowy składowiska głębokiego**

Najważniejszym kierunkiem działań w zakresie wysokoaktywnych odpadów promieniotwórczych, w tym wypalonego paliwa jądrowego, jest poddanie ich przeróbce (recyklingowi) w jednym z istniejących tego rodzaju zakładów w Europie. Pozwoli to na redukcję odpadów niezależnie, w jakim kraju miałyby być składowane.

Rozwiązanie wymagające budowy składowiska głębokiego jest w porównaniu z Wariantem 1 znacznie trudniejsze, ponieważ wymaga zlokalizowania na terenie kraju składowiska głębokiego oraz zapewnienia bezpiecznego transportu wypalonego paliwa jądrowego do tego obiektu. Aczkolwiek w przypadku głębokiego składowania wysokoaktywnych odpadów promieniotwórczych uznaje się to rozwiązanie, jako końcowe i ostateczne, dyrektywa 2011/70/EURATOM w pkt 23 preambuły dopuszcza możliwość zastosowania takich rozwiązań głębokiego składowania wypalonego paliwa, aby w przyszłości było możliwe jego odzyskanie i przerób.

W takim przypadku również funkcjonuje, co najmniej, jedno Krajowe Składowisko Odpadów Promieniotwórczych niskoaktywnych i średnioaktywnych oraz Polskie Podziemne Laboratorium Badawcze.

## **6. PRZEWDYWANE METODY ANALIZY SKUTKÓW REALIZACJI POSTANOWIEŃ PLANU ORAZ CZĘSTOTLIWOŚCI PRZEPROWADZANIA ANALIZY**

### **6.1. Monitorowanie realizacji Planu**

#### ***Ogólne zasady monitorowania realizacji strategii i planów długoterminowych***

Monitorowanie realizacji planów długoterminowych jest istotne z wielu powodów. Przede wszystkim pozwala na stwierdzenie, czy podejmowane działania są zgodne z założonymi kierunkami i czy osiągnięte wyniki odpowiadają wyznaczonym celom. Prawidłowo przeprowadzony proces monitorowania pozwala na podjęcie, w razie konieczności, odpowiednich działań korygujących.

Najważniejszym elementem jest monitorowanie realizacji poszczególnych zadań, które powinno się odbywać regularnie (np. co roku), na podstawie zestawienia planu działań przewidzianych do realizacji z postępem ich wdrożenia. W przypadku nie osiągnięcia zaplanowanych zamierzeń należy dokonać analizy sytuacji i poznać jej przyczyny. Powodem mogą być np. czynniki techniczne, finansowe, zasobowe lub społeczne.

Efektom monitoringu może być, w określonych sytuacjach, potrzeba zmiany planu lub całej strategii. W takim przypadku należy ponownie przeanalizować zmieniające się czynniki otoczenia zewnętrznego (prawne, gospodarcze, środowiskowe) i przyjąć nowe cele oraz metody ich realizacji.

### **Procedury monitorowania realizacji krajowego planu postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym**

Ramy czasowe ocenianego Planu określono do roku 2144, co uwzględnia pełny cykl życia elektrowni jądrowych (odpady promieniotwórcze z eksploatacji i likwidacji elektrowni jądrowych), znajdujących się obecnie dopiero w fazie planowania i projektowania. Zgodnie z art. 57f ustawy Prawo atomowe - monitorowanie jego realizacji będzie prowadzić minister właściwy ds. gospodarki. Wyniki monitoringu będą przedstawiane w formie **sprawozdania** do akceptacji przez Radę Ministrów. Przytoczony wyżej artykuł określa, że sprawozdanie takie powinno być przygotowywane co dwa lata i każdorazowo przedstawiane w terminie do 30 czerwca danego roku sprawozdawczego. Po przyjęciu przez Radę Ministrów sprawozdanie z realizacji krajowego planu będzie publikowane w Monitorze Polskim w drodze obwieszczenia ministra właściwego ds. gospodarki.

Oprócz okresowych sprawozdań art. 57 ustawy – Prawo atomowe przewiduje również dwie inne procedury bezpośrednio związane z monitorowaniem realizacji planu postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym. Pierwszą z nich jest **okresowa aktualizacja** planu, która zgodnie z art. 57c ust. 4 powinna mieć miejsce nie rzadziej niż raz na cztery lata i uwzględniać postęp naukowo-techniczny oraz dobre praktyki w dziedzinie gospodarowania odpadami promieniotwórczymi. Drugą procedurę stanowi **międzynarodowy przegląd zewnętrzny**, który powinien mieć miejsce (wg art. 57g ust. 1) nie rzadziej niż raz na 10 lat. Wnioski i zalecenia będące wynikiem międzynarodowego przeglądu zewnętrznego powinny być uwzględnione w ramach kolejnej aktualizacji planu. Informacje dotyczące wyników przeglądu międzynarodowego oraz zmian aktualizacyjnych planu mają być przekazywane Komisji Europejskiej.

W wymienionych wyżej procedurach będą brać udział przedstawiciele różnych podmiotów i instytucji zajmujących się problematyką odpadów promieniotwórczych. Oprócz wiodącej roli ministra właściwego ds. gospodarki należy podkreślić rolę ministra właściwego ds. nauki oraz wyspecjalizowanych instytutów badawczych, których zadaniem jest monitorowanie tendencji w rozwoju badań nakierowanych na końcowy etap cyklu paliwowego oraz prowadzenie badań w zakresie nowych technologii przetwarzania odpadów promieniotwórczych. W procedurach monitorowania realizacji planu będą uczestniczyć również przedstawiciele operatorów obiektów jądrowych.

### **Wskaźniki monitorowania realizacji krajowego planu postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym do roku 2030**

Krajowy plan postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym zawiera zestaw wskaźników realizacji celów, który będzie stosowany do monitorowania realizacji planu w pierwszym okresie jego funkcjonowania - do roku 2030. Zestaw obejmuje siedem pozycji:

- przygotowanie do zamknięcia, zamknięcie i monitoring KSOP Różan (cel 1),
- wybór lokalizacji, budowa i rozpoczęcie eksploatacji NSPOP (cel 2),
- przygotowanie do budowy SGOP w tym realizacja programu PURL (cel 3),
- modyfikacja zasad postępowania z odpadami promieniotwórczymi po kątem energetyki jądrowej (cel 4),
- modyfikacja systemu finansowania postępowania z odpadami promieniotwórczymi (cel 5),
- stworzenie programu naukowo-badawczego w zakresie postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym (cel 6),
- przygotowanie kadr dla krajowych instytucji zaangażowanych w postępowanie z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym (cel 7).

W planie określono zakładane procentowe wartości realizacji dla poszczególnych wskaźników, które będą podstawą monitorowania i oceny realizacji planu w latach 2020-25-30. Jako bazową przyjęto wartość procentową wskaźnika na roku 2014.

Tabela 13. Wskaźniki monitorowania realizacji krajowego planu postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym do roku 2030

Wskaźnik/cel	Wartość bazowa	Wartość 2015	Wartość 2020	Wartość 2025
1	0%	15%	30%	100%
2	0%	30%	100%	100%
3	0%	5%	25%	50%
4	50%	80%	100%	100%
5	30%	70%	100%	100%
6	0%	100%	100%	100%
7	0%	50%	100%	100%

## 6.2. Opracowanie rekomendacji monitoringu środowiska dla potencjalnych lokalizacji składowisk odpadów jądrowych

Celem programu monitoringu środowiska jest zapewnienie, że stan środowiska związany ze składowiskiem odpadów promieniotwórczych (wiążące się z tym oddziaływania na środowiska) będzie badane, począwszy od fazy wyboru lokalizacji, a następnie w trakcie budowy, eksploatacji oraz po zamknięciu składowiska oraz, że będzie prowadzony w sposób umożliwiający długookresowe porównywanie wyników badań. Podstawowym warunkiem jest to, że oddziaływanie nie przekroczy ocenionych i akceptowanych poziomów zagrożenia radiacyjnego, a w przypadku zidentyfikowania jakiegokolwiek zagrożenia umożliwi podjęcie właściwych środków zaradczych. Program ten, oparty na wymaganych badaniach stanu zerowego, badaniach koniecznych do opracowania raportu o oddziaływaniu na środowisko, uwarunkowaniach konkretnych rozwiązań techniczno-technologicznych, wnioskach z raportu OOŚ oraz warunkach ustalonych w postępowaniu administracyjnym w sprawie oceny oddziaływania na środowisko określonych w decyzji środowiskowej i późniejszych pozwoleniach.

Istotnym jest także zapewnienie przejrzystości i dostępności wyników monitoringu zarówno na etapie oceny oddziaływania na środowisko przeprowadzanej z udziałem społecznym, jak i później podczas bieżącego, cyklicznego informowania o stanie środowiska i wynikach monitoringu zarówno ogółu społeczeństwa ze szczególną uwagą zwróconą na informowanie lokalnej społeczności.

Program monitorowania środowiska, w tym narażenia ludzi, powinien zapewniać kontrolę znaczących oddziaływań na środowisko pod kątem dopuszczalnych dawek promieniowania. Rozwiązania monitoringu powinny umożliwiać wykonanie pomiarów w potencjalnych punktach uwolnień radionuklidów. Monitorowane powinny być:

- stężenia substancji emitowanych do atmosfery,
- dawki wchłonięte przez ludzi, mieszkańców,
- wody powierzchniowe,
- wody podziemne ze studni ujęć wody oraz sieci piezometrów,
- bioindykatory umożliwiające kontrolę zmiany rozkładu radionuklidów w środowisku (ekosystemie).

Program monitorowania środowiska powinien określać wymagany zakres prowadzonych badań, wiarygodność danych, częstotliwość poboru i oznaczania próbek, miejsca monitorowania związane z drogami narażenia - zarówno na terenie składowiska jak i w jego otoczeniu. Program powinien określać działania prowadzone w różnych fazach życia składowiska, od określenia bazowego poziomu stanu środowiska na etapie weryfikacji lokalizacji, poprzez fazę jego budowy, funkcjonowania, zamykania oraz wieloletni okres po zamknięciu składowiska (Rysunek 48).



Rysunek 48. Schemat procesu monitorowania składowiska odpadów promieniotwórczych

Rozmieszczenie punktów obserwacyjnych/pomiarowych sieci monitoringowej winno umożliwiać dokładne śledzenie rozprzestrzeniania się wybranych radionuklidów w otoczeniu składowiska.

Opracowanie programu monitoringu środowiska, odrębnego dla powierzchniowego i głębokiego składowania odpadów promieniotwórczych winno uwzględniać koncepcję składowania i techniczne warunki składowania, rodzaj struktury geologicznej (skały krystaliczne, ilaste, solne), uwarunkowania hydrogeologiczne i hydrologiczne z uwzględnieniem istniejącego lokalnego zagospodarowania przestrzennego i użytkowanie terenów. Szczególnie istotne jest stworzenie modelu krążenia wód w otoczeniu składowiska odpadów promieniotwórczych oraz obserwacji aktywności trytu w powiązaniu z pomiarami hydrogeologicznymi oraz ciągłą rejestracją opadów i innych warunków meteorologicznych.

Przedstawione rekomendacje monitoringu środowiska związane z wyborem lokalizacji składowiska odpadów radioaktywnych oraz różnymi fazami jego życia winny uwzględniać wszystkie potencjalnie narażone komponenty związane z migracjami radionuklidów, ze szczególnym uwzględnieniem ludzi. Odrębnym problemem jest monitorowanie warunków funkcjonowania składowiska oraz narażenia zatrudnionego personelu.

Program monitoringu dla składowiska odpadów promieniotwórczych winien odpowiadać standardom Specific Safety Guide No. SSG-31 Monitoring and Surveillance of Radioactive Waste Disposal Facilities IAEA, 2014.

Program monitorowania środowiska wymagać będzie wdrożenia operacyjnego programu monitorowania radiologicznego, związanego z normalną eksploatacją składowiska oraz w przypadku różnego rodzaju potencjalnych sytuacji awaryjnych. Monitorowanie nieprawidłowych sytuacji powinno dostarczać precyzyjnych i wiarygodnych danych o poziomie i stopniu zagrożenia, szczególnie o poziomie promieniowania i zanieczyszczenia środowiska radionuklidami, m.in. na potrzeby interwencji i podejmowania działań zapobiegawczych lub naprawczych.

Dane z monitoringu środowiska, dotyczące stanu bazowego zostaną wykorzystane m.in. do opracowywanych: raportu o oddziaływaniu na środowisko (obligatoryjny) oraz planu zarządzania ochroną środowiska.

## 7. WNIOSKI I REKOMENDACJE

W wyniku prac przeprowadzonych w ramach przedmiotowej Prognozy nasuwa się szereg wniosków dotyczących różnych elementów poddawanych ocenie i analizie. Przedstawiono je w podziale na wnioski ogólne i dotyczące składowania odpadów wysokoaktywnych. Ponadto wskazano rekomendacje dotyczące dalszych prac nad lokalizacją NSPOP oraz SGOP.

Wnioski ogólne wynikające z Prognozy projektu Planu:

- Plan poddany ocenie jest dokumentem bardzo ogólnym, co sprawia, że przedstawione oddziaływania często mają charakter hipotetyczny.

- Głównym działaniem mogącym powodować oddziaływania na poszczególne komponenty środowiska jest zamknięcie KSOP Różan oraz podjęcie prac związanych z lokalizacją i budową nowego składowiska odpadów promieniotwórczych. Brak wskazań lokalizacyjnych czyni rozważania nad oddziaływaniami wysoce teoretycznymi.
- Konieczna jest inwentaryzacja dotychczasowych doświadczeń (z ostatnich kilkudziesięciu lat) w zakresie poszukiwań lokalizacji składowisk odpadów promieniotwórczych.
- Konieczna jest retrospekcja i przegląd wszystkich dotychczas prowadzonych badań w ramach poszukiwań lokalizacji składowisk oraz ich ponowna analiza.
- Przeprowadzona diagnoza stanu aktualnego środowiska pozwala na przedstawienie następujących wniosków:
  - Pomimo znaczących postępów w redukcji presji na środowisko przez rozwój społeczno-gospodarczy, stan środowiska w Polsce nadal nie jest w pełni zadowalający. Polską gospodarkę charakteryzuje obecnie istotny (choć systematycznie malejący) poziom presji na środowisko ze strony źródeł przemysłowych, przy umiarkowanie rosnącej presji, związanej z konsumpcją indywidualną oraz z rozwojem usług publicznych i procesami urbanizacyjnymi.
  - Polska w znacznym stopniu zachowała cenne walory przyrodniczo-krajobrazowe. Większość z nich objęto różnymi formami ochrony przyrody o łącznej powierzchni ok. 10 mln ha, co stanowi ponad 32,5% powierzchni ogólnej kraju. Proces wyznaczania obszarów Natura 2000 w Polsce dobiega końca. Aktualnie najważniejszym zadaniem w dziedzinie ochrony przyrody jest zorganizowanie odpowiedniego systemu zarządzania na obszarach chronionych. Wśród najważniejszych zagrożeń wymienia się: utratę siedlisk nieleśnych i wodno-błotnych dla ptaków, fragmentację siedlisk, w tym przerywanie korytarzy ekologicznych, zaburzenie składu gatunkowego siedlisk przyrodniczych, sukcesję wtórną siedlisk nieleśnych, zmiany jakościowe i ilościowe siedlisk przyrodniczych na skutek eutrofizacji wód i inne. Za główne czynniki powodujące niekorzystne zmiany w przyrodzie uważa się: budowę infrastruktury, rozwój komunikacji i turystyki, urbanizację, kopalnie odkrywkowe, zaniechanie użytkowania rolniczego, niewłaściwe prowadzenie melioracji, nadmierne nawożenie i stosowanie środków ochrony roślin, brak odpowiednich systemów oczyszczania w zakresie gospodarki ściekowej, podgrzewanie wód przez elektrownie, zasolenie wód, brak wystarczającej informacji na temat rozmieszczenia zagrożonych siedlisk i gatunków.
  - Zmiany klimatyczne związane z globalnym ociepleniem dotyczą Polski w równym stopniu jak całej Europy. Zmiany klimatu można zaobserwować w Polsce poprzez: wzrost średniej rocznej temperatury powietrza, zmianę struktury opadów atmosferycznych (wzrost ilości dni z opadami o dużym natężeniu) oraz zwiększenie częstości występowania zjawisk ekstremalnych (upały, sztormy, wiatry huraganowe i trąby powietrzne). Większa liczba takich zjawisk doprowadzi prawdopodobnie do zwiększenia skali klęsk żywiołowych (np. powódzie, pożary, erozje obszarów przybrzeżnych, osuwiska), co może być istotne z punktu widzenia podejmowanych działań służących lokalizacji NSPOP.
  - W zakresie gospodarowania odpadami, jako główne obszary problemowe w Polsce należy wskazać wysoki udział unieszkodliwiania odpadów poprzez składowanie, trudności z zagospodarowaniem wzrastającej ilości osadów ściekowych, brak wystarczających działań w zakresie zapobiegania powstawaniu odpadów oraz niewystarczający stopień odzysku odpadów przemysłowych. W tej sytuacji dużym wyzwaniem na kolejne lata będzie przechodzenie do gospodarki cyrkulacyjnej.
  - Sposób postępowania z odpadami promieniotwórczymi jest uregulowany i prowadzony zgodnie z obowiązującymi standardami. Ze względu na konieczność zamknięcia KSOP Różan konieczne jest zintensyfikowanie działań prowadzących do wyznaczenia lokalizacji NSPOP.
  - Najistotniejszym problemem jakości powietrza w Polsce są przekroczenia norm dla pyłu PM10 oraz PM2,5. Przekroczenia te z reguły mają miejsce w okresie zimowym i są związane najczęściej z emisją pyłu z indywidualnego ogrzewania budynków oraz emisją ze środków transportu.
  - W dziedzinie gospodarki wodnej jednym z głównych problemów jest zły stan ekologiczno-chemiczny większości wód rzecznych i jezior. Jako przyczynę wskazuje się przede wszystkim duże obciążenie substancjami biogennymi pochodzenia rolniczego i komunalnego.
  - W zakresie promieniowania jonizującego i elektromagnetycznego na podstawie wyników Państwowego Monitoringu Środowiska nie stwierdza się występowania szczególnych zagrożeń.



- Z uwagi na budowę geologiczną są teoretyczne możliwości lokalizacji składowiska odpadów promieniotwórczych, ale wymaga to jeszcze wielu pogłębionych analiz.
- Konieczne jest rozdzielenie działań edukacyjnych podejmowanych w celu przekonania społeczeństwa o konieczności zlokalizowania powierzchniowego składowiska odpadów promieniotwórczych oraz głębokiego składowiska odpadów promieniotwórczych. W naszej ocenie uzyskanie akceptacji wymaga zindywidualizowania tych działań pod kątem konkretnego typu składowiska.

Wnioski w zakresie składowania wysokoaktywnych odpadów promieniotwórczych:

- Najwłaściwszym kierunkiem działań w zakresie wysokoaktywnych odpadów promieniotwórczych, w tym wypalonego paliwa jądrowego, jest poddanie ich przeróbce (recyklingowi) w jednym z istniejących zakładów tego typu w Europie, co powinno być uwzględnione przy wyborze technologii reaktorowej, zamawianiu w przyszłości urządzeń dla energetyki jądrowej w Polsce. Pozwoli to też na redukcję ilości odpadów pochodzących z wypalonego paliwa, niezależnie, w jakim kraju miałyby być składowane.
- Ponieważ, po tym procesie objętość odpadów promieniotwórczych zmniejszy się w sposób znaczący<sup>193</sup> najkorzystniejsze byłoby, aby w ramach kontraktów na dostawę urządzeń uzgadniać również zagospodarowanie wysokoaktywnych odpadów promieniotwórczych.
- Niezależnie od tego należy wykorzystać najefektywniejsze technologie dla ograniczenia ilości wysokoaktywnych odpadów promieniotwórczych.
- Rozpoznanie przeprowadzone w ramach prac nad Prognozą dotyczące rozwiązań stosowanych w krajach stosujących energetykę jądrową wskazuje, że powszechnym kierunkiem perspektywicznego składowania wysokoaktywnych odpadów promieniotwórczych jest głębokie składowanie w strukturach geologicznych, choć dotychczas stosowane było tylko w małej skali<sup>194</sup>. Wiele krajów założyło laboratoria dla badania możliwości i skutków podziemnego składowania odpadów wysokoaktywnych i posiada wieloletnie wyniki badań w tym zakresie. Szereg krajów zamierza uruchomić takie składowiska.
- Uważa się za konieczne kontynuowanie prac nad wyłonieniem zbioru potencjalnych lokalizacji głębokiego składowiska odpadów wysokoaktywnych oraz składowiska powierzchniowego dla odpadów promieniotwórczych.
- Z dotychczasowych analiz wynika, że w zakresie lokalizacji głębokiego składowiska wysokoaktywnych odpadów promieniotwórczych, ze względu na warunki geologiczne w zasadzie można wskazywać zawężenie tych poszukiwań do województw: wielkopolskiego, kujawsko-pomorskiego, łódzkiego i pomorskiego z uwagi na występowanie wysadów solnych i formacji ilastych oraz podlaskiego z uwagi na występowanie granitów.
- Konieczne jest zebranie wyników dotychczasowych opracowań i badań w zakresie poszukiwań lokalizacji składowisk odpadów promieniotwórczych (z ostatnich kilkudziesięciu lat), ich retrospekcja i analiza oraz krytyczna ocena.
- Popiera się koncepcję wskazaną w ocenianym Planie powołania dwóch funduszy, z których jeden będzie gromadził środki na pokrycie likwidacji elektrowni jądrowych, natomiast drugi będzie gromadził środki na pokrycie kosztów postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym.

Z uwagi na długą aktywność odpadów promieniotwórczych (szczególnie wysokoaktywnych) i konieczność zabezpieczenia ewentualnego głębokiego składowiska na 10 tys. lat warto rozważyć sens symboliki oznakowania miejsca, gdzie może być podwyższona radioaktywność. Szwedzcy archeolodzy Cornelius Holtorf i Anders Högberg uważają, że obecny międzynarodowy znak ostrzegający przed radiacją będzie w dalekiej przyszłości całkowicie niezrozumiały. Także symbol trupiej czaszki można interpretować w różny sposób. Dlatego w niedalekiej przyszłości warto podjąć dyskusję nad wyborem sposobu oznakowania, który byłby zrozumiały dla naszych dalekich potomków. Rozważania takie można zasygnalizować w trakcie kolejnej aktualizacji Planu.

<sup>193</sup> Ok. 3m<sup>3</sup> (28 m<sup>3</sup> po przygotowaniu do składowania) na rok wg WNA, Radioactive Waste Management (<http://www.world-nuclear.org/info/nuclear-fuel-cycle/nuclear-wastes/radioactive-waste-management/>)

<sup>194</sup> Wg materiałów IAEA Storage and Disposal of Spent Fuel and High Level Radioactive Waste ([http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC50/GC50InfDocuments/English/gc50inf-3-att5\\_en.pdf](http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC50/GC50InfDocuments/English/gc50inf-3-att5_en.pdf))

## 7.1. Wymagania lokalizacyjne dla składowisk odpadów promieniotwórczych

W latach 80. ubiegłego stulecia podjęte zostały badania dla potrzeb składowania odpadów promieniotwórczych w związku z budową elektrowni jądrowej Żarnowiec. Równoległe prowadzono rozpoznanie możliwości głębokiego składowania wysoko aktywnych odpadów promieniotwórczych w różnych formacjach skalnych oraz innych odpadów promieniotwórczych w istniejących obiektach podziemnych zinwentaryzowanych na obszarze zachodniej i północnej Polski. Badaniami objęto m.in. opuszczone wyrobiska podziemne, drążone podczas drugiej wojny światowej w rejonie Walimia i wyrobiska poeksploatacyjne kopalni anhydrytu w Niwinach na Dolnym Śląsku oraz niemieckie fortyfikacje w rejonie Międzyrzecza w Lubuskim.

Na potrzeby głębokiego składowania oraz podziemnego laboratorium badawczego wstępnym analizom poddano około 40 lokalizacji w różnych formacjach geologicznych. Jako perspektywiczne wskazano:

- skały krystaliczne platformy wschodnioeuropejskiej, uznane za rezerwowe ze względu na brak rozeznania hydrogeologicznego,
- skały ilaste monokliny przedsudeckiej,
- wybrane wysady solne w centralnej części kraju.

Wskazano również pokład solny na Pomorzu. Równoległe prowadzono rozpoznanie możliwości i warunków budowy powierzchniowego składowiska odpadów promieniotwórczych; analizami objęto ponad 20 lokalizacji.

Dotychczasowe badania dostarczyły wielu informacji, umożliwiających wykorzystanie w analizach porównawczych oraz konkretyzacji metody oraz kryteriów oceny w celu systemowego zdefiniowania zbioru potencjalnych lokalizacji składowiska odpadów promieniotwórczych w kraju.

### **Wybrane uwarunkowania**

Składowiska odpadów promieniotwórczych w odróżnieniu od obiektów jądrowych, takich jak elektrownie jądrowe, reaktory badawcze, zakłady wytwarzania paliwa jądrowego lub przerobu wypalonego paliwa, nigdy nie zostaną poddane likwidacji. Ich okres bezpiecznego składowania, nadzorowanym przez monitoring, musi zakładać horyzont czasowy określony ustawowo dla składowiska powierzchniowego 500 lat, a dla składowiska głębokiego 10 000 lat. Dlatego kryteria, jakim powinny podlegać wytypowane lokalizacje tych składowisk wymagają długookresowej optymalizacji w celu zapewnienia ochrony przed promieniowaniem.

Innym istotnym uwarunkowaniem dla składowisk odpadów promieniotwórczych są oddziaływania radiologiczne związane z transportem i przygotowaniem odpadów promieniotwórczych do ostatecznego składowania oraz oddziaływania nieradiologiczne związane z lokalnymi warunkami zagospodarowania terenu, funkcjonowania transportu, osadnictwa, demografii itp.

### **Metody analizy i kryteria wyboru lokalizacji składowisk odpadów promieniotwórczych**

Proces wyboru lokalizacji składowisk odpadów promieniotwórczych jest długi i wielofazowy. Jest to proces, polegający na sekwencyjnym zawężeniu pola badań oraz elastycznym podejściu do określania znaczenia poszczególnych kryteriów w następujących po sobie krokach. Podstawowe znaczenie, w tym procesie ma systemowe podejście do zdefiniowania zbioru potencjalnych lokalizacji składowiska odpadów promieniotwórczych.

Założenia metody lokalizacji składowiska odpadów promieniotwórczych przewidują stopniową redukcję obszarów, w oparciu o kryteria wykluczające, aby w następnych etapach zweryfikować wybrane tereny na podstawie kryteriów przydatności. Wymagają one udokumentowania bezpieczeństwa radiologicznego oraz kontroli oddziaływania zgromadzonych odpadów na otoczenie. Ogólne wymagania lokalizacyjne sprowadzają się do potwierdzenia przewidywalności procesów środowiskowych oraz nie występowania zagrożeń naturalnych i związanych z działalnością człowieka.

Kryteria przydatności można umownie podzielić na następujące grupy związane z:

- właściwościami i charakterystyką podłoża,
- oceną warunków środowiskowych, przede wszystkim hydrologiczno-meteorologicznych,
- zagospodarowaniem przestrzennym.

Podstawowe znaczenie ma złożoność warunków geologicznych. Podłoże składowiska wymaga dokładnego rozpoznania i udokumentowania i winno być możliwe do modelowania. Rozpoznania wymagają warunki sejsmiczne i tektoniczne, budowa geologiczna – przypowierzchniowa i wgłębna, charakterystyka geotechniczna i geochemiczna. Istotne znaczenie ma rozpoznanie warunków hydrogeologicznych, a zwłaszcza krążenie wód podziemnych, mających wpływ na stabilność warunków gruntowo-wodnych.

Kolejną grupę czynników stanowią warunki środowiskowe, związane z hydrologią i meteorologią. Dotyczą one zarówno stabilności tych zjawisk jak i zdarzeń ekstremalnych takich jak opady, podtopienia, powódzie, susze, huraganowe wiatry i inne.

Następną grupę czynników tworzą uwarunkowania przestrzenne. Lokalizacja składowiska odpadów promieniotwórczych powinna umożliwiać prognozowanie długookresowych zmian w zagospodarowaniu. Składowisko powinno lokalizować się na obszarach ekstensywnie wykorzystywanych gospodarczo o rozproszonej sieci osadniczej, niskiej gęstości zaludnienia, w oddaleniu od głównych szlaków komunikacyjnych, tras przelotów samolotów, instalacji przemysłowych lub innych obiektów, które w przypadku awarii mogłyby w jakikolwiek sposób oddziaływać na składowisko.

Ważnym czynnikiem bezpiecznego funkcjonowania składowiska odpadów promieniotwórczych jest możliwość niezakłóconego dowozu tych odpadów transportem samochodowym, a w uzasadnionych przypadkach (np. odpadów wysokoaktywnych oraz gabarytowych) - transportem kolejowym.

Podobnie jak w przypadku innych obiektów jądrowych wokół składowiska powinna być utworzona strefa kontrolowana, w której na terenie składowiska i w jego otoczeniu, będą prowadzone pomiary zawartości substancji promieniotwórczych w wodach, powietrzu, roślinach (trawie) i glebie, pomiary promieniowania oraz badania migracji wybranych izotopów w środowisku, zgodnie z § 44 ust. 1 pkt 6 rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 3 grudnia 202 r. w sprawie odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego.

Zakres badań i stopień rozpoznania każdego z wymienionych czynników będzie uzależniony od rodzaju składowiska – powierzchniowe lub głębokie, warunków geologicznych, środowiskowych i przestrzennych jego realizacji, funkcjonowania oraz monitorowania po zamknięciu. Czynnikiem, który różnicuje te dwa rodzaje składowisk jest konieczność zapewnienia bezpiecznego odizolowania w górotworze wysoko aktywnych odpadów, w tym przede wszystkim wypalonego paliwa jądrowego przez okres mierzony dziesiątkami tysięcy lat. Ocena bezpieczeństwa w tak długim okresie jest najważniejszym kryterium oceny przydatności struktur skalnych dla głębokiego składowania odpadów promieniotwórczych.

## **7.2. Kryteria wydzielenia rejonów poszukiwań i wyboru potencjalnych lokalizacji składowisk odpadów promieniotwórczych**

---

Problem postępowania z odpadami promieniotwórczymi w perspektywie długookresowej - 2050+ należy traktować, jako złożony problem decyzyjny, związany z podejmowanymi działaniami technicznymi, organizacyjnymi itp. w odniesieniu do zgromadzonych odpadów promieniotwórczych oraz warunków zakończenia eksploatacji i zamknięcia KSOP w Różanie, a jednocześnie oparty na prognozach wykorzystania na terenie kraju radioizotopów w różnych dziedzinach życia oraz hipotetycznych scenariuszach rozwoju energetyki jądrowej. Szczególnie brak przesądzeń co do wyboru lokalizacji pierwszej i drugiej elektrowni jądrowej, a także brak decyzji dotyczących technologii reaktorowej poszerzają pole niepewności wynikające m.in. ze wzrostu liczby użytkowników izotopów promieniotwórczych, wycofywania radu z zastosowań medycznych oraz ewentualnego wyłączenia z eksploatacji reaktora Maria.

Warunkiem kontynuowania wykorzystania w różnych dziedzinach życia izotopów promieniotwórczych oraz wytwarzania energii elektrycznej w reaktorach jądrowych generacji III i III+ jest:

- uruchomienie nowego powierzchniowego składowiska odpadów promieniotwórczych nisko i średnioaktywnych przed zamknięciem KSOP w Róźnie,
- uruchomienie głębokiego składowiska odpadów dla wypalonego paliwa z reaktorów jądrowych i innych odpadów wysokoaktywnych.

Podstawowym problemem jest znalezienie lokalizacji dla obu tych składowisk, spełniających bezwzględnie wiele różnych wymagań, uwzględniających różnorodne i złożone warunki oraz spełniających wymóg społecznej akceptacji. Teoria lokalizacji, ani tym bardziej praktyka lokalizacyjna nie dają gotowych rozwiązań tego problemu. Jest to nowy, specyficzny i trudny problem decyzyjny, ze względu na swoją złożoność i wieloaspektowość oraz konfliktowość obiektów energetyki jądrowej.

Na jego złożoność i wieloaspektowość składają się przede wszystkim następujące czynniki:

- wielokryterialny charakter wyboru lokalizacji przydatnych dla funkcji składowania odpadów promieniotwórczych,
- zróżnicowanie czynników lokalizacyjnych i ich znaczenia dla kolejnych faz istnienia składowiska (realizacji, eksploatacji, zamykania, nadzoru po zamknięciu),
- konieczności wariantowania założeń techniczno-funkcyjnych m.in. w związku z wyborem lokalizacji oraz technologii wytwarzania energii w planowanych elektrowniach jądrowych,
- konieczności uwzględniania wielu „wymiarów” przestrzeni - środowiska przyrodniczego i kulturowego, istniejącego i planowanego zagospodarowania przestrzennego, warunków ekonomicznych, technicznych i społecznych,
- niepewności prognoz funkcjonowania składowiska odpadów promieniotwórczych, jego charakterystyki techniczno-funkcyjnej oraz potencjalnych oddziaływań na otoczenie,
- liczby podmiotów uczestniczących w procesie podejmowania decyzji lokalizacyjnej.

Składowiska odpadów promieniotwórczych pod względem lokalizacyjnym są silnie uwarunkowane wieloma czynnikami wynikającymi z uwarunkowań przestrzennych, środowiskowych, warunków geologicznych i innych. Część tych wymagań została uwzględniona w ustawie Prawo atomowe w rozdziale „Opady promieniotwórcze oraz wypalone paliwo jądrowe”. Znalazły w nim odzwierciedlenie akty Unii Europejskiej i Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (IAEA) dotyczące sposobu postępowania z odpadami promieniotwórczymi, z wypalonym paliwem jądrowym oraz ochrony radiologicznej. Zasady prawne w zakresie gospodarki odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym wynikające z Rozdziału 7 ustawy Prawo atomowe to m.in.:

- odpowiedzialność za postępowanie od powstania, poprzez składowanie (łącznie z jego finansowaniem),
- zapewnienie bezpieczeństwa, w szczególności ochrony radiologicznej, a także gdy tego wymaga fizycznej i zabezpieczeń materiałów jądrowych,
- planowanie i wykonywanie działalności w sposób uniemożliwiający lub minimalizujący powstawanie odpadów,
- działania zgodnie z uzyskanym zezwoleniem,
- prowadzenie ewidencji i jej corocznych kontroli,
- przechowywanie w sposób zapewniający ochronę ludzi i środowiska pod względem ochrony radiologicznej, w normalnych warunkach oraz podczas zdarzeń radiacyjnych,
- składowanie odpadów wyłącznie w stanie stałym, na składowiskach powierzchniowych lub głębokich.

Ponadto, lokalizacja składowiska odpadów promieniotwórczych, jak każdego obiektu mogącego znacząco oddziaływać na środowisko (zgodnie z §2 pkt 1 ust. 8 rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko<sup>195</sup>) musi spełniać wymagania wielu innych ustaw i wydanych na ich podstawie rozporządzeń.

Wymagania dotyczące głębokich i powierzchniowych składowisk odpadów promieniotwórczych odnoszą się m.in. do:

- istniejących i prognozowanych zjawisk naturalnych, w tym w strukturach geologicznych,

<sup>195</sup> Dz. U. z 2010 r., Nr 213, poz. 1397 z późn. zm.

- wybranych cech i warunków zagospodarowania przestrzennego oraz użytkowania terenów,
- występowania zjawisk naturalnych, mogących zagrozić bezpiecznemu funkcjonowaniu składowiska odpadów promieniotwórczych,
- występowania zdarzeń powodowanych działalnością człowieka, których skutki mogłyby zagrozić bezpiecznemu funkcjonowaniu składowiska odpadów promieniotwórczych,
- zapewnienia skutecznej ochrony ludności i środowiska przed skażeniem radioaktywnym.

Konieczne do spełnienia wymagania lokalizacyjne dla składowisk odpadów promieniotwórczych zawarte zostały w art. 53a, 53b oraz 53c ustawy Prawo atomowe.

*Art. 53a. 1. Składowiska odpadów promieniotwórczych lokalizuje się, buduje, eksploatuje i zamyka w sposób uniemożliwiający otrzymanie przez osoby z ogółu ludności w ciągu roku dawki skutecznej (efektywnej) ze wszystkich dróg narażenia przekraczającej wartość 0,1 mSv.*

*2. Składowiska odpadów promieniotwórczych lokalizuje się na obszarach, na których środowisko przyrodnicze podlega łagodnie przebiegającej ewolucji, a warunki nią kształtowane mogą być wiarygodnie prognozowane przez:*

- 1) 500 lat - w przypadku składowiska powierzchniowego;*
- 2) 10 000 lat - w przypadku składowiska głębokiego.*

*3. Składowisko głębokie lokalizuje się w formacjach geologicznych posiadających miąższość i rozciągłość niezbędne dla obiektów składowiska i filarów ochronnych.*

*Art. 53b. 1. Składowisk głębokich odpadów promieniotwórczych nie lokalizuje się:*

- 1) na obszarach występowania lub zagrożonych oddziaływaniem gwałtownych zjawisk, w tym:*
    - a) powodzi o większym prawdopodobieństwie pojawienia się niż dla wody 1000-letniej,*
    - b) zwiększonej aktywności sejsmicznej naturalnej lub indukowanej działalnością człowieka,*
    - c) zwiększonej aktywności tektonicznej oraz na przebiegu stref uskokowych,*
    - d) ruchów masowych ziemi,*
    - e) osiadania lub zapadania się terenu,*
    - f) zjawisk krasowych lub sufozyjnych,*
    - g) intensywnej erozji wgłębnej lub powierzchniowej;*
  - 2) w obrębie obszarów aglomeracji miejskich i skupionego osadnictwa oraz obszarach wyższej wartości społecznej (kulturowej, rekreacyjnej i zdrowotnej);*
  - 3) w strefach ochronnych ujęć wody i obszarach ochronnych zbiorników wód śródlądowych;*
  - 4) w strefach zasilania głównych i użytkowych zbiorników wód podziemnych;*
  - 5) w podziemnych wyrobiskach górniczych powstałych w wyniku wydobywania kopaliny;*
  - 6) na terenach górniczych wyznaczonych do działalności polegającej na wydobywaniu kopaliny ze złóż;*
  - 7) na obszarach, na których udokumentowano złoża kopaliny, których miejsce występowania może być niesprzyjające dla lokalizacji składowiska;*
  - 8) w obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej w rozumieniu ustawy z dnia 21 marca 1991 r. o obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej i administracji morskiej<sup>196</sup>.*
- 2. Składowiska głębokie mogą być lokalizowane w miejscach, o których mowa w ust. 1 pkt 1 i 5, w przypadku wykazania na podstawie ocen i analiz, o których mowa w art. 53c ust. 1 i w art. 53d ust. 1, braku negatywnego wpływu czynników, o których mowa w ust. 1 pkt 1 i 5, na bezpieczeństwo składowiska.*
- 3. Składowisk powierzchniowych odpadów promieniotwórczych nie lokalizuje się na obszarach, o których mowa w ust. 1, oraz:*

<sup>196</sup> Dz. U. z 2013 r. poz. 934 i 1014

- 1) poniżej poziomu zwierciadła wód podziemnych i na terenach, na których może występować stałe lub okresowe podtapianie obiektów składowiska;
- 2) w rejonach charakteryzujących się krótkimi drogami krążenia wód powodującymi szybką migrację zanieczyszczeń do biosfery lub zbiorników podziemnych wód użytkowych;
- 3) poniżej poziomu zwierciadła wód, rzek lub jezior znajdujących się w jego pobliżu;
- 4) w rejonie zagrożonym podtapianiem, zatapianiem wodami pośniegowymi lub nawałnymi deszczami.

4. Składowiska powierzchniowe lokalizuje się z zapewnieniem właściwości izolacyjnych podłoża o wodoprzepuszczalności nie większej niż 10<sup>-9</sup> m/s.

Art. 53c. 1. Przed wyborem lokalizacji składowiska odpadów promieniotwórczych, inwestor przeprowadza badania i pomiary terenu przeznaczonego pod lokalizację składowiska odpadów promieniotwórczych, a na ich podstawie dokonuje oceny tego terenu.

2. Ocena, o której mowa w ust. 1, dotyczy spełniania wymagań lokalizacyjnych, o których mowa w art. 53a i w art. 53b, i obejmuje następujące czynniki:

- 1) społeczno-ekonomiczne, z uwzględnieniem:
  - a) warunków demograficznych,
  - b) zagospodarowania przestrzennego,
  - c) struktury własnościowej,
  - d) wartości społecznych (kulturowych, rekreacyjnych i zdrowotnych);
- 2) geograficzno-przyrodnicze, z uwzględnieniem:
  - a) budowy geologicznej (strukturalnej) oraz jej ewolucji,
  - b) geomorfologii oraz jej ewolucji,
  - c) występowania zasobów naturalnych i ich znaczenia,
  - d) warunków hydrogeologicznych,
  - e) warunków hydrologicznych,
  - f) warunków meteorologicznych i klimatycznych,
  - g) zagrożeń dla trwałej stabilności obszaru lokalizacyjnego ze strony procesów przyrodniczych i związanych z działalnością gospodarczą,
  - h) rozkładów stężeń izotopów promieniotwórczych w gruncie, wodach powierzchniowych, wodach podziemnych i w atmosferze oraz analizy rozkładu mocy dawki promieniowania jonizującego według stanu na dzień przeprowadzania oceny,
  - i) warunków geochemicznych.

Brak metodologii postępowania przy wyborze lokalizacji składowisk odpadów promieniotwórczych oraz brak przesądzeń odnoszących się do rozwoju energetyki jądrowej, tworzą potrzebę równoległego prowadzenia wybranych badań środowiskowych ze studiami i analizami środowiskowo-przestrzennymi. Taki sposób postępowania - koncepcyjno-empiryczny pozwala na wyłonienie zbioru potencjalnych lokalizacji składowisk odpadów promieniotwórczych (SOP) zgodnie z wytycznymi MAEA. Rekomendują one postępowanie w kolejnych etapach prac:

- koncepcja i planowanie,
- badania regionalne,
- szczegółowe badania obszarów kandydujących,
- badania dokumentujące poprawność wyboru lokalizacji.

Proces prowadzący do wyłonienia zbioru potencjalnych lokalizacji składowiska odpadów promieniotwórczych jest wielostopniowy i wielofazowy. Zaproponowana zgodnie z zaleceniami MAEA

fazowa struktura prac pozwala na eliminację obszarów nie spełniających kryteriów lokalizacji składowisk odpadów promieniotwórczych, sukcesywne zawężenie pola badań oraz weryfikację dokonywanych wyborów w coraz bardziej szczegółowych skalach.

Zakres studiów, analiz oraz badań terenowych odzwierciedla schemat procedury identyfikacji zbioru potencjalnych lokalizacji SOP:

- wyznaczenie w skalach makroprzestrzennych strefy poszukiwań lokalizacji składowisk odpadów promieniotwórczych,
- delimitacja obszarów dopuszczalnej lokalizacji składowisk odpadów promieniotwórczych na podstawie analiz w skalach makroprzestrzennych i regionalnych,
- wyznaczenie w skalach regionalnych potencjalnych rejonów lokalizacji według kryteriów konfliktowości środowiskowej i funkcjonalnej, wymagań ochrony radiologicznej, w nawiązaniu do regionalnej polityki przestrzennej,
- waloryzacja zbioru potencjalnych lokalizacji SOP ze względu na uwarunkowania regionalne i lokalne,
- weryfikacja wybranych potencjalnych lokalizacji składowiska odpadów promieniotwórczych, jako podstawa hierarchizacji wyboru miejsca lokalizacji z uwzględnieniem analizy scenariuszowej.

Priorytetem przy wyborze lokalizacji składowiska odpadów promieniotwórczych jest spełnienie wymogów ochrony radiologicznej w odniesieniu do ludzi, innych organizmów żywych oraz funkcjonowania środowiska na różnych poziomach jego struktury. Dlatego zakres i skala proponowanych analiz w poszczególnych fazach, polega na eliminowaniu obszarów nie spełniających przyjętych w danej fazie kryteriów lokalizacyjnych lub spełniających kryteria przydatności. Takie podejście metodyczne pozwala na usystematyzowanie kryteriów umożliwiając wyłonienie zbioru potencjalnych lokalizacji, do szczegółowych analiz oraz badań terenowych.

### **Faza 1. Wyznaczenie strefy poszukiwań dla lokalizacji SOP**

Kryterium eliminacji obszarów: obszary i formy użytkowania terenów wykluczone na podstawie przepisów prawa, w tym także prawa miejscowego oraz tereny, dla których istnieje realna możliwość wystąpienia konfliktów o znaczącej skali. Obejmuje to różne kategorie terenów objętych ochroną na podstawie przepisów różnych aktów prawnych jak np.: ustawa - Prawo ochrony środowiska<sup>197</sup>, ustawa o ochronie przyrody<sup>198</sup>, ustawa Prawo wodne<sup>199</sup>, ustawa o lasach<sup>200</sup>, ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych<sup>201</sup>, ustawa Prawo geologiczne i górnicze<sup>202</sup> i inne.

### **Faza 2. Delimitacja obszarów dopuszczalnej lokalizacji SOP**

Kryteria eliminacji obszarów w następnej kolejności wynikają z przepisów ustawy Prawo atomowe, przede wszystkim z art. 53b tej ustawy. Następnym zawężeniem pola poszukiwań dla określenia potencjalnych rejonów lokalizacji są potencjalnie korzystne warunki geologiczne i hydrogeologiczne podłoża. Z dotychczasowych badań prowadzonych w różnych okresach i w różnych regionach kraju zidentyfikowano formacje skalne stanowiące naturalną barierę geologiczną dla promieniowania jonizującego, umożliwiające ich analizę w kolejnych fazach.

### **Faza 3. Delimitacja potencjalnych rejonów lokalizacji SOP**

Kryterium eliminacji obszarów: ochrona wysokiej wartości i użyteczności przestrzeni wynikających z istniejącego oraz planowanego zagospodarowania przestrzennego na poziomie regionalnym. Obecnie

<sup>197</sup> Ustawa z dnia 17 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (tekst jednolity: Dz. U. z 2013 r., poz.1232 z późn. zm.)

<sup>198</sup> Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (tekst jednolity: Dz. U. z 2009 r. Nr 151, poz. 1220 z późn. zm.)

<sup>199</sup> Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (tekst jednolity: Dz. U. z 2012, poz. 145 z późn. zm.)

<sup>200</sup> Ustawa z dnia 28 września 1991 r. o lasach (tekst jednolity: Dz. U. z 2011, Nr 12, poz. 59 z późn. zm.)

<sup>201</sup> Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (tekst jednolity: Dz. U. z 2013 r. poz. 1205 z późn. zm.)

<sup>202</sup> Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (tekst jednolity: Dz. U. z 2014 r. poz. 613 z późn. zm.)

wszystkie województwa samorządowe aktualizują plany zagospodarowania przestrzennego. Projekty planów zagospodarowania przestrzennego województw wraz z prognozami wpływu ustaleń tych dokumentów na środowisko zostaną poddane konsultacjom społecznym na przełomie 2015/2016 roku. Ustalenia tych opracowań umożliwią zawężenie pola analiz i wskazanie potencjalnych lokalizacji SOP.

#### **Faza 4. Wyznaczenie zbioru potencjalnych lokalizacji SOP**

Kryterium eliminacji obszarów: wysoka konfliktowość przyrodnicza, społeczna, funkcjonalna; brak zgodności z celami i zasadami regionalnej lub lokalnej polityki przestrzennej. Identyfikacja kolizji i zagrożeń wynikających ze zjawisk naturalnych lub działalności człowieka np. obszary występowania szkód górniczych, zagrożenia powodziowego od istniejących zbiorników wodnych itp.

#### **Faza 5. Weryfikacja lokalizacji SOP**

Kryterium eliminacji: niespełnianie wymagań lokalizacyjnych zweryfikowane badaniami terenowymi. Kryteria przydatności wynikać powinny m.in. z zapisów art. 53c ustawy Prawo atomowe, kryteriów ocen środowiskowych wynikających z dyrektyw UE oraz przepisów MAEA.

Etapy i proponowany zakres analiz lokalizacyjnych przedstawiono w ujęciu tabelarycznym.

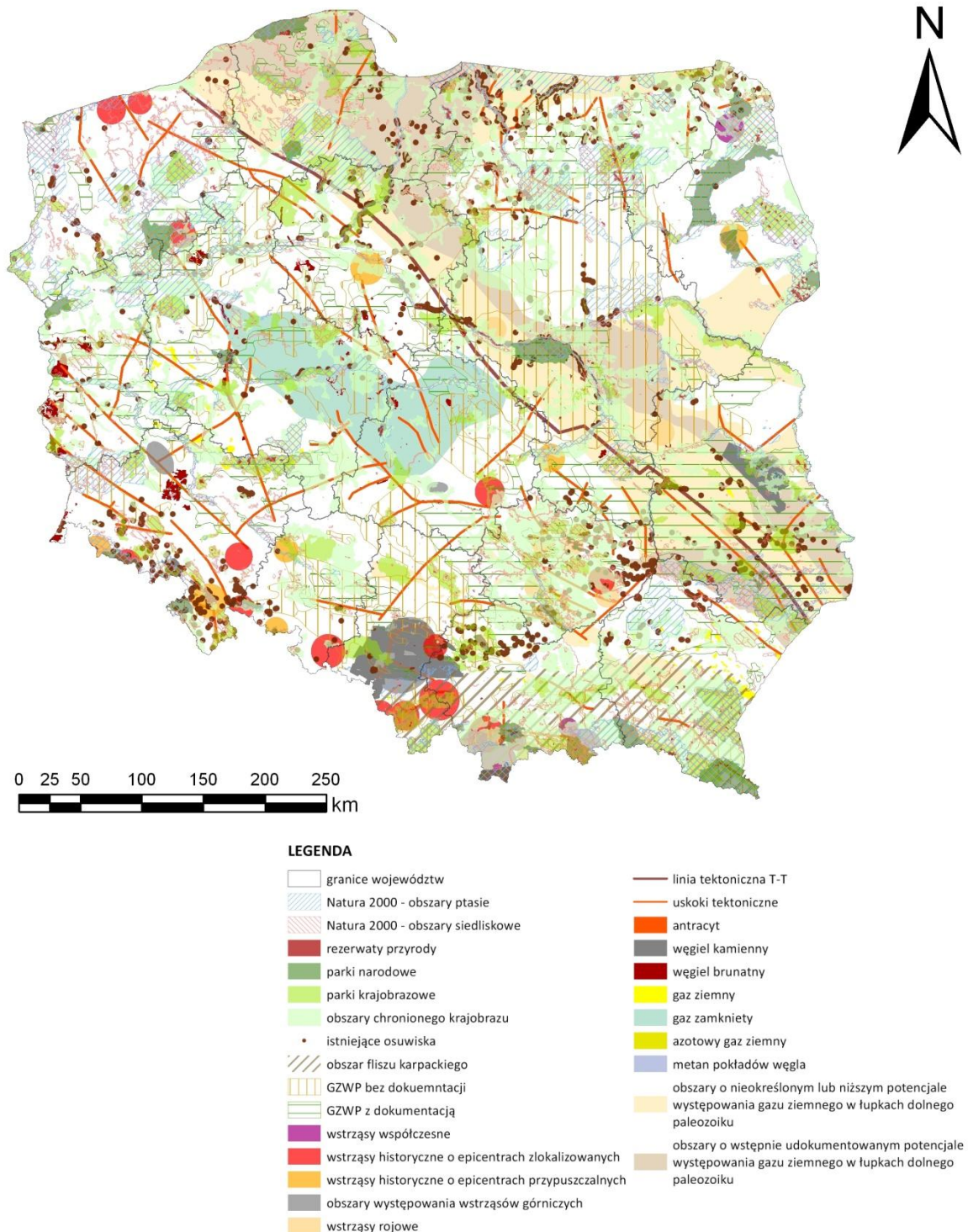


Tabela 14. Etapy analiz warunków lokalizacji składowiska odpadów promieniotwórczych

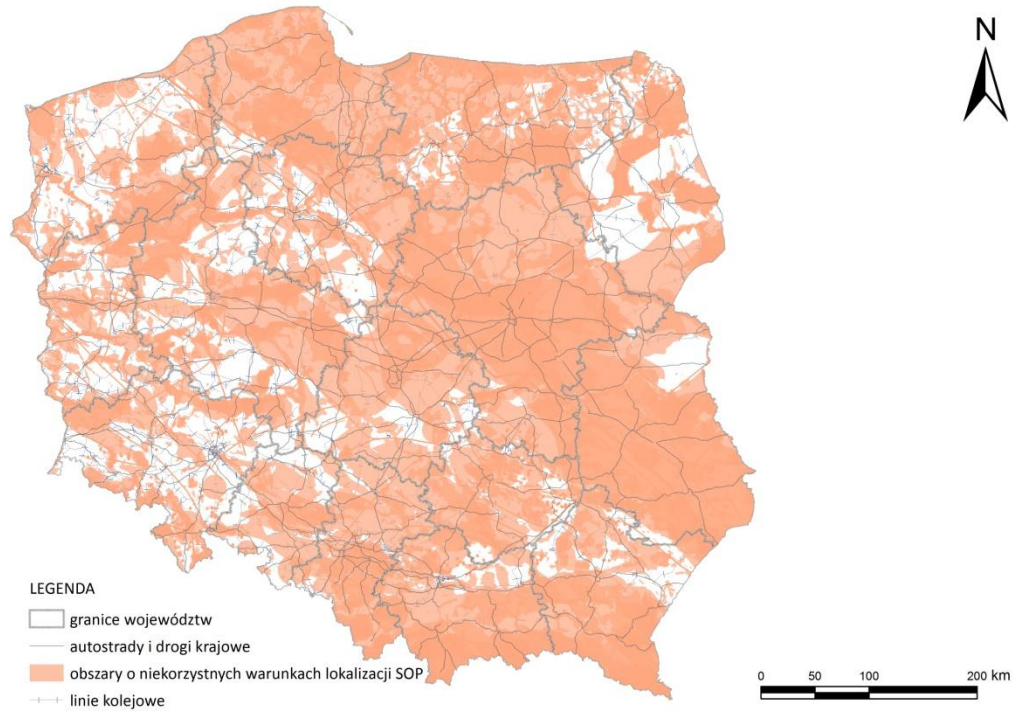
Ip.	Faza prac	Zakres prac		Podstawowe skale prac	Kryteria		Uwagi
		Studia i analizy	Badania terenowe		Wykluczające	Przydatności	
1	Wyznaczenie strefy poszukiwań lokalizacji składowisk odpadów promieniotwórczych (SOP)	+	-	Makroprzestrzenna 1:500 000 1:200 000	+	-	Na podstawie przepisów ustawowych wykluczających lub ograniczających możliwość lokalizacji obiektów uciążliwych dla środowiska na obszarach wymagających specjalnej ochrony, jak np.: <ul style="list-style-type: none"> <li>- parki narodowe,</li> <li>- rezerwaty przyrody,</li> <li>- parki krajobrazowe,</li> <li>- obszary Natura 2000,</li> <li>- obszary chronionego krajobrazu,</li> <li>- korytarze ekologiczne,</li> <li>- szlaki migracyjne ssaków,</li> <li>- obszary leśne,</li> <li>- strefy ochrony bezpośredniej i pośredniej ujęć wód podziemnych i powierzchniowych,</li> <li>- obszary wodno-błotne,</li> <li>- obszary i tereny górnicze,</li> <li>- grunty rolne klas I-IV,</li> <li>- obszary występowania złóż kopalin,</li> <li>- tereny z funkcją mieszkaniowo-usługową,</li> <li>- tereny infrastruktury technicznej i komunikacyjnej,</li> <li>- tereny o walorach rekreacyjnych,</li> <li>- tereny ochrony uzdrowiskowej,</li> <li>- tereny dziedzictwa kulturowego.</li> </ul>
2	Delimitacja obszarów dopuszczalnej lokalizacji SOP	+	-	1:500 000 1:200 000 1:100 000	+	+	Według kryteriów wykluczających wynikających z art. 53b ustawy Prawo Atomowe oraz na podstawie analiz przydatności formacji geologicznych
3	Delimitacja potencjalnych rejonów lokalizacji SOP	+	-	1:200 000 1:100 000 1:50 000	+	-	Z uwzględnieniem wykluczeń i ograniczeń wynikających z planów zagospodarowania przestrzennego województw (w aktualizacji)
4	Zbiór potencjalnych lokalizacji SOP	+	+	1:50 000	+	+	Uwarunkowania przestrzenne wynikające z istniejącego i planowanego zagospodarowania; warunków realizacji infrastruktury energetycznej i transportowej

lp.	Faza prac	Zakres prac		Podstawowe skale prac	Kryteria		Uwagi
		Studia i analizy	Badania terenowe		Wykluczające	Przydatności	
5	Weryfikacja lokalizacji SOP	+	+	1: 50 000 1:10 000	-	+	Na podstawie kryteriów przydatności z uwzględnieniem warunków oceny oddziaływania na środowisko dla tego rodzaju przedsięwzięć wynikających z dyrektyw UE i prawa krajowego, wymagań art. 53c Prawa atomowego oraz ocena ryzyka

Uwzględniając opisane wyżej kryteria przedstawiono w celach poglądowych mapy wskazujące obszary wykluczone z poszukiwań lokalizacji. Ma ona stanowić ogólną ilustrację metodycznego podejścia do problemu.

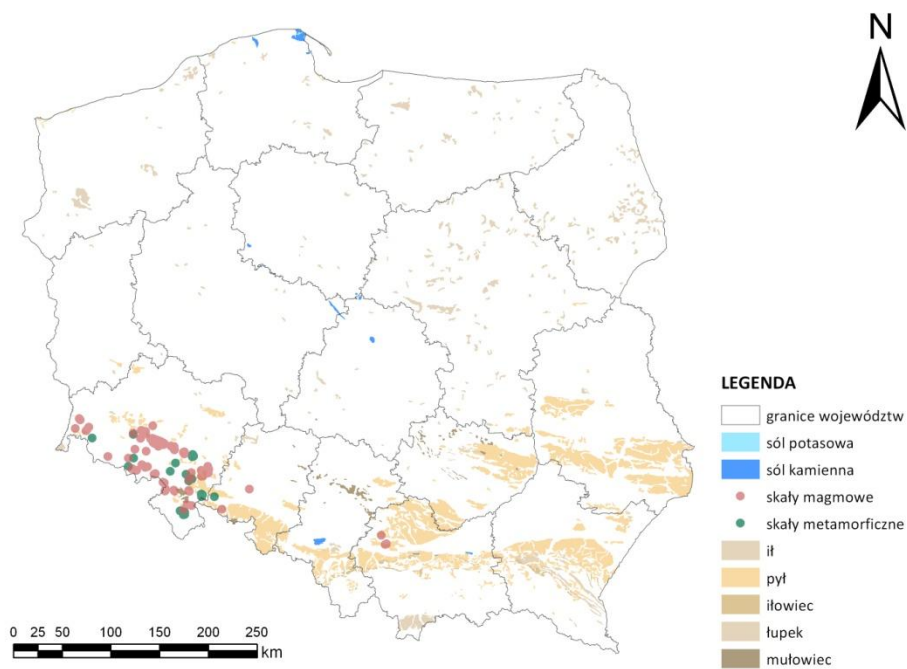


Rysunek 49. Obszary o niekorzystnych warunkach lokalizacji (mapa szczegółowa)

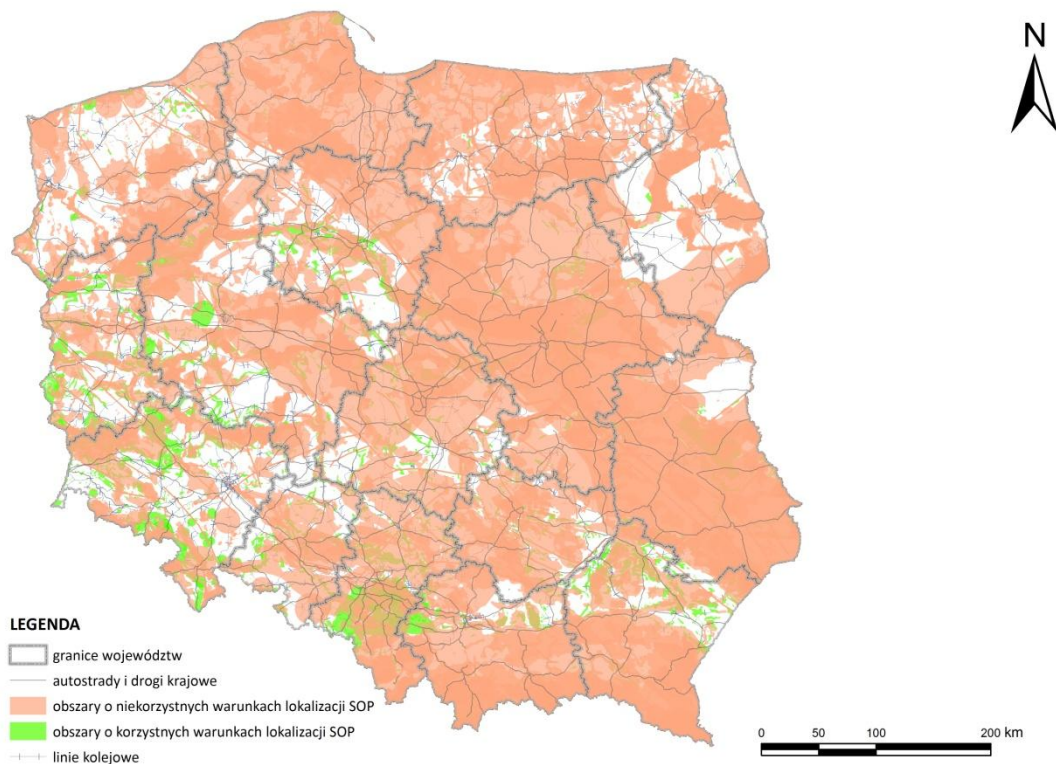


Rysunek 50. Obszary o niekorzystnych warunkach lokalizacji (mapa wynikowa)

W kolejnym kroku zobrazowano lokalizację obszarów korzystnych z punktu widzenia lokalizacji składowiska.



Rysunek 51. Obszary o korzystnych warunkach lokalizacji (mapa szczegółowa)



Rysunek 52. Mapa poglądowa obrazująca położenie obszarów o warunkach korzystnych i niekorzystnych z punktu widzenia lokalizacji składowiska odpadów promieniotwórczych

Nałożenie obszarów niekorzystnych i korzystnych pokazuje potencjalne rejony poszukiwań. Przedstawiona powyżej mapa ma charakter poglądowy i służy zilustrowaniu metodyki prac. Przy analizach możliwych lokalizacji składowisk odpadów promieniotwórczych konieczne jest przeprowadzenie takiej wstępnej selekcji w dokładniejszej skali.

## 8. LITERATURA

1. Atlas radiologiczny Polski 2011, Biblioteka Monitoringu Środowiska GIOŚ, Warszawa 2012
2. Informacje o stanie ochrony radiologicznej składowisk odpadów promieniotwórczych w 2013 r. oraz I kw. 2014 r., Państwowa Agencja Atomistyki
3. Galina Kalda – „Gospodarka odpadami promieniotwórczymi”, Zeszyty naukowe Politechniki Rzeszowskiej (Nr 283/2012)
4. Łukasz Zaboklicki, Kazimierz Garbulwski – „Metody unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych z elektrowni atomowych”, Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska (Nr 58/2012)
5. Elżbieta Korzeniowska-Rejmer, Agnieszka Generowicz – „Odpady promieniotwórcze, formy składowania, systemy barier zabezpieczających środowisko”, Czasopismo Techniczne Politechniki Krakowskiej (2-Ś/2012)
6. Raport Roczny Działalność Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki oraz ocena stanu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej w Polsce w 2013 roku, Państwowa Agencja Atomistyki, Warszawa 2014
7. Janusz Włodarski – „Unieszkodliwianie odpadów promieniotwórczych – perspektywy dla energetyki jądrowej”, Państwowa Agencja Atomistyki

8. Zbigniew Frankowski, Paweł Pietrzykowski – „Geologiczno-środowiskowe uwarunkowania składowania nisko- i średnioaktywnych odpadów promieniotwórczych”, Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego (Nr 446/2011)
9. National Report Of Republic Of Poland On Compliance With Obligations Of The Joint Convention On The Safety Of Spent Fuel Management And On The Safety Of Radioactive Waste Management, Państwowa Agencja Atomistyki, lipiec 2014
10. Judyta Salamon – „Wpływ promieniowania naturalnego na zdrowie człowieka”, Warszawa 2014
11. „Toksykologia” – pod redakcją Witolda Seńczuka, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 1994
12. Handbook on SEA for Cohesion Policy 2007 – 2013, GRDP, 2006
13. Guidance on Integrating Climate Change and Biodiversity into Strategic Impact Assessment, EU, 2013
14. GUS, Ochrona środowiska 2013
15. Konwencja Ramsarska, czyli Konwencja o obszarach wodno-błotnych mających znaczenie międzynarodowe
16. Stan środowiska w Polsce. Raport 2014, GIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2014
17. W. Jędrzejewski, D. Ławreszuk, Ochrona łączności ekologicznej w Polsce, Zakład Badania Ssaków PAN, Białowieża, 2009
18. Monitoring chemizmu gleb ornych w Polsce w latach 2010-2012, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa Państwowy Instytut Badawczy w Puławach, Puławy 2012
19. Raport EEA nr 12/2012. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012
20. IMGW-PIB/ Stan środowiska w Polsce. Raport 2014, GIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2014
21. Climate Change 2007, Synthesis Report (Fourth) IPCC
22. Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030
23. Regionalizacja tektoniczna Polski. A. Żelaźniewicz, P. Aleksandrowski i inni, Komitet Nauk Geologicznych PAN, Wrocław 2011
24. Zwoliński, Zb., 1997. Trzęsienia ziemi w Polsce
25. Bilans zasobów kopalin w Polsce wg stanu na 31 XII 2013 r., Państwowy Instytut Geologiczny – PIB, 2014
26. Strategia Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko - perspektywa do 2020 r., M.P. 2014 poz. 469, Ministerstwo Gospodarki i Ministerstwo Środowiska
27. Jakość powietrza w Polsce w roku 2012 w świetle wyników pomiarów prowadzonych w ramach PMŚ; IOŚ 2013
28. Atlas radiologiczny Polski 2011, GIOŚ, Warszawa, Biblioteka Monitoringu Środowiska, 2012
29. Fizyka jądrowa, Adam Sobiczewski, Instytut Problemów Jądrowych im. Andrzeja Sołtana, Warszawa
30. Monitoring skażeń promieniotwórczych wód powierzchniowych i osadów dennych w latach 2013-2015 Etap II, Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej, na zlecenie GIOŚ w ramach programu PMŚ, Listopad 2014
31. Państwowa Agencja Atomistyki: Ocena stanu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej w Polsce w 2013 roku

32. Państwowy Instytut Geologiczny, Raport o stanie chemicznym oraz ilościowym jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach w podziale na 161 i 171 jcwpd, stan na rok 2012, Warszawa 2013
33. Wstępna ocena ryzyka powodziowego, KZGW; Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy: Wstępna ocena ryzyka powodziowego, Warszawa 2011
34. Rojek M., Rozkład przestrzenny klimatycznych bilansów wodnych na terenie Polski w okresie 1951-1990, Zesz. Nauk. AR Wroc., Inż. Środ. 1994
35. Guidance on Integrating Climate Change and Biodiversity into Strategic Environmental Assessment, European Commission 2013
36. Strategiczny plan działań dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do 2020 r. z perspektywa do roku 2030, październik 2013 r.
37. Madaj K., Doświadczenia z 50 lat unieszkodliwiania odpadów promieniotwórczych w Polsce, II Szkoła Energetyki Jądrowej, Warszawa 2009
38. Bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna 2(92)/2013 Warszawa; Biuletyn informacyjny Państwowej Agencji Atomistyki
39. Bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna – Biuletyn Informacyjny Państwowej Agencji Atomistyki, Nr 3(97)2014, Warszawa
40. Zbigniew Frankowski, Jan Mitrega, Włodzimierz Tomczak – „Badania monitoringowe Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych w Różanie
41. Bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna – Biuletyn Informacyjny Państwowej Agencji Atomistyki, Nr 1(95)2014, Warszawa
42. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie planów postępowania awaryjnego w przypadku zdarzeń radiacyjnych (Dz. U. z dnia 3 lutego 2005 r.)
43. IAEA Safety Standards – Near Surface Disposal Facilities For Radioactive Waste, 2014
44. IAEA Safety Standards – Geological Disposal Facilities For Radioactive Waste, 2011
45. IAEA Safety Standards – Monitoring and Surveillance of Radioactive Waste Disposal Facilities, 2014
46. Pisemne podsumowanie zawierające wyniki strategicznej oceny oddziaływania na środowisko oraz uzasadnienie wyboru programu polskiej energetyki jądrowej, Ministerstwo Gospodarki, 2014
47. Jerzy Kubowski, „Elektrownie jądrowe”, WNT Warszawa, 2013
48. Areva – „Wszystko o energetyce jądrowej”, 2008

## Spis tabel

Tabela 1. Wskazania i uwagi organów właściwych odnośnie określenia zakresu i stopnia szczegółowości Prognozy .....	9
Tabela 2. Formy ochrony przyrody w Polsce.....	19
Tabela 3. Główne czynniki wpływające na zmiany w przyrodzie .....	27
Tabela 4. Zjawiska pogodowe i klimatyczne powodujące szkody społeczne oraz w gospodarce .....	31
Tabela 5. Skutki trzęsienia ziemi w zależności od jego wielkości w skali Richtera .....	35
Tabela 6. Skala EMS-98 .....	36
Tabela 7. Zasoby bilansowe i wydobycie ważniejszych kopalin w Polsce w 2013 r. – w mln ton; gaz ziemny i metan w mld m <sup>3</sup> ; ropa i gaz (zasoby wydobywane).....	42
Tabela 8. Wytworzone odpady (bez odpadów komunalnych) oraz sposoby ich zagospodarowania (w mln Mg) .....	45
Tabela 9. Główne problemy jakości środowiska na obszarze objętym Planem. ....	64
Tabela 10. Czynniki niekorzystnych zmian w środowisku wodnym .....	70
Tabela 11. Ilość odpadów zebranych w Polsce - przechowywanych i składowanych na KSOP Różan .....	79
Tabela 12. Bilans odpadów promieniotwórczych odebranych przez ZUOP do unieszkodliwienia w latach 2000-2013 ..	80
Tabela 13. Wskaźniki monitorowania realizacji krajowego planu postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym do roku 2030.....	115
Tabela 14. Etapy analiz warunków lokalizacji składowiska odpadów promieniotwórczych .....	126



## Spis rysunków

Rysunek 1. Obszary ochrony przyrody w Polsce .....	20
Rysunek 2. Obszary Natura 2000 w Polsce .....	21
Rysunek 3. Ocena stanu ochrony gatunków i siedlisk przyrodniczych występujących w Polsce .....	22
Rysunek 4. Korytarze ekologiczne w Polsce .....	23
Rysunek 5. Rozmieszczenie lasów w Polsce .....	24
Rysunek 6. Gleby w Polsce .....	26
Rysunek 7. Średnia roczna temperatura powietrza na stacji Warszawa-Okęcie w latach 1971-2008 .....	29
Rysunek 8. Zmienność liczby dni upalnych (temp. max≥30°C) w Polsce w latach 1971-2010 .....	29
Rysunek 9. Emisja gazów cieplarnianych w Polsce .....	30
Rysunek 10. Regiony tektoniczne Polski .....	32
Rysunek 11. Budowa geologiczna obszaru Polski dla poszczególnych okresów .....	33
Rysunek 12. Map najważniejszych uskoków zlokalizowanych na obszarze Polski .....	34
Rysunek 13. Regiony sejsmiczne oraz najważniejsze wstrząsy na obszarze Polski .....	37
Rysunek 14. Mapa trzęsień ziemi w Polsce w latach 1900 – 2012 .....	38
Rysunek 15. Mapa trzęsień ziemi w Europie w okresie ostatnich dwóch tygodni (od daty 11.12.14) .....	39
Rysunek 16. Budowa osuwiska .....	40
Rysunek 17. Rozmieszczenie obszarów zagrożonych ruchami masowymi ziemi w Polsce .....	41
Rysunek 18. Złoża surowców energetycznych w Polsce .....	43
Rysunek 19. Obszary występowania niekonwencjonalnych złóż gazu w Polsce .....	43
Rysunek 20. Obszary występowania złóż soli w Polsce .....	44
Rysunek 21. Średnie roczne stężenia pyłu PM10 w 2012 r. na stanowiskach miejskich i podmiejskich .....	47
Rysunek 22. Średnia roczna moc dawki promieniowania gamma w powietrzu w 2013 r. ....	51
Rysunek 23. Zmienność średniego rocznego stężenia promieniotwórczego izotopów pochodzenia sztucznego emitujących promieniowanie alfa w latach 2000 i 2013 r. ....	52
Rysunek 24. Zmienność średniego rocznego stężenie promieniotwórczego izotopów pochodzenia sztucznego emitujących promieniowanie beta w latach 2000 - 2013 .....	52
Rysunek 25. Zmienność rocznej sumy dopływu <sup>137</sup> Cs w miesięcznym zbiorczym opadzie całkowitym w latach 2000-2013 .....	53
Rysunek 26. Zmienność rocznej sumy aktywności <sup>90</sup> S w miesięcznym zbiorczym opadzie całkowitym w latach 2000-2013 .....	54
Rysunek 27. Powierzchniowe stężenie <sup>137</sup> Cs w [Polsce (kBq/m <sup>2</sup> ) w próbkach gleby pobranych w 2012 roku .....	56
Rysunek 28. Zmiany stężeń cezów <sup>137</sup> Cs oraz <sup>134</sup> Cs [w kBq/m <sup>2</sup> ] w powierzchniowej warstwie gleby w Polsce w latach 1988-2012 .....	57
Rysunek 29. Powierzchniowe stężenie <sup>226</sup> Ra w [Polsce (kBq/kg) w próbkach gleby pobranych w 2012 roku .....	58
Rysunek 30. Średnie roczne stężenia <sup>90</sup> Sr w rzekach i jeziorach w 2014 roku .....	60
Rysunek 31. Średnie roczne stężenia <sup>137</sup> Cs w rzekach i jeziorach w 2014 roku .....	60
Rysunek 32. Średnie roczne stężenie promieniotwórcze <sup>137</sup> Cs i <sup>90</sup> Sr w wodach rzek i jezior w Polsce w latach 2004-2014 .....	61
Rysunek 33. Średnie roczne stężenia promieniotwórcze <sup>137</sup> Cs w osadach dorzecza Wisły, Odry i jezior w latach 2004-2014 .....	62
Rysunek 34. Wyniki z monitoringu pól elektromagnetycznych w środowisku wykonanych w latach 2008-2012 .....	64

Rysunek 35. Ocena stanu jednolitych części wód powierzchniowych (rzecznych i jeziornych) objętych Państwowym Monitoringiem Środowiska w okresie 2010-2012 .....	66
Rysunek 36. Granice Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) podatnych i niepodatnych na zanieczyszczenie .....	67
Rysunek 37. Ocena stanu jednolitych części wód podziemnych w 2012 roku .....	68
Rysunek 38. Obszary narażone na niebezpieczeństwo powodzi według Wstępnej oceny ryzyka powodziowego .....	69
Rysunek 39. Rozkład klimatycznego bilansu wodnego Polski podczas półrocza letniego w latach 1951-1990 .....	70
Rysunek 40. Ważniejsze obiekty zabytkowe w Polsce .....	72
Rysunek 41. Schemat powierzchniowego składowania odpadów promieniotwórczych .....	77
Rysunek 42. Bilans stałych odpadów promieniotwórczych odpady odebrane przez ZUOP w latach 2000-2013 .....	81
Rysunek 43. Bilans ciekłych odpadów promieniotwórczych odpady odebrane przez ZUOP w latach 2000-2013 .....	82
Rysunek 44. Bilans odpadów promieniotwórczych niskoaktywnych odebranych przez ZUOP w latach 2000-2013 .....	83
Rysunek 45. Bilans odpadów promieniotwórczych średnioaktywnych oraz alfa-promieniotwórczych odebranych przez ZUOP w latach 2000-2013 .....	83
Rysunek 46. Bilans zużytych czujek dymu i źródeł zamkniętych odebranych przez ZUOP w latach 2000-2013 .....	84
Rysunek 47. Lokalizacja KSOP Różan w kontekście innych inwestycji .....	106
Rysunek 48. Schemat procesu monitorowania składowiska odpadów promieniotwórczych .....	116
Rysunek 49. Obszary o niekorzystnych warunkach lokalizacji (mapa szczegółowa) .....	128
Rysunek 50. Obszary o niekorzystnych warunkach lokalizacji (mapa wynikowa) .....	129
Rysunek 51. Obszary o korzystnych warunkach lokalizacji (mapa szczegółowa) .....	129
Rysunek 52. Mapa poglądowa obrazująca położenie obszarów o warunkach korzystnych i niekorzystnych z punktu widzenia lokalizacji składowiska odpadów promieniotwórczych .....	130