



**MIEJSKI PLAN ADAPTACJI DO ZMIAN
KLIMATU
DLA MIASTA LESZNA**

Leszno, 2017 r.

WYKONAWCA:

EKOSTANDARD
Pracownia Analiz Środowiskowych

ul. Wiązowa 1B/2, 62-002 Suchy Las
www.ekostandard.pl
email: *ekostandard@ekostandard.pl*
tel. 505-006-914, (61) 812-55-89



AUTORZY OPRACOWANIA:

Robert Siudak
Wiktor Górniak
Michał Brzozowski
Maria Maćkowiak
Jarosław Chojnacki
Katarzyna Lewandowska

Prace nad niniejszym dokumentem były prowadzone we współpracy z Wydziałem Ochrony Środowiska Urzędu Miasta Leszna.

Spis treści

1	Wstęp	9
2	Cele i priorytety MPA	10
3	Uwarunkowania i współzależności z dokumentami strategicznymi	12
3.1	Uwarunkowania międzynarodowe	12
3.1.1	Globalna Agenda 21	12
3.1.2	Programu działań z Nairobi w sprawie oddziaływania, wrażliwości i adaptacji do zmian klimatu	13
3.2	Uwarunkowania wynikające z polityki wspólnotowej	13
3.2.1	Biała Księga - Adaptacja do zmian klimatu: europejskie ramy działania	13
3.2.2	Strategia Europa 2020 i pakiet energetyczno-klimatyczny	13
3.2.3	Strategia UE w zakresie przystosowania się do zmian klimatu	14
3.2.4	Program działań w zakresie środowiska do 2020 r. „Dobra jakość życia z uwzględnieniem ograniczeń naszej planety”	14
3.3	Dokumenty strategiczne szczebla krajowego	15
3.3.1	Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030 (SPA2020)	15
3.3.2	Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.)	16
3.3.3	Strategia „Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko” - perspektywa do 2020 roku ..	17
3.4	Dokumenty strategiczne szczebla wojewódzkiego	18
3.4.1	Wielkopolska 2020. Zaktualizowana Strategia Rozwoju Województwa Wielkopolskiego do 2020 roku	18
3.4.2	Program ochrony środowiska dla województwa wielkopolskiego na lata 2016-2020	18
3.5	Dokumenty strategiczne szczebla lokalnego	19
3.5.1	Program Zagospodarowania Wód Opadowych i Rozwoju Kanalizacji Deszczowej dla miasta Leszna	19
3.5.2	Plan gospodarki niskoemisyjnej wraz z elementami planu mobilności miejskiej dla miasta Leszna	20
3.5.3	Projekt założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla miasta Leszna na lata 2015 – 2030	21
3.5.4	Program Ochrony Środowiska dla miasta Leszna na lata 2015-2018 z perspektywą do 2022 roku	22
3.5.5	Strategia rozwoju miasta Leszna	22
3.5.6	Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Leszna	23
4	Diagnoza	24

4.1	Charakterystyka miasta	24
4.1.1	Budowa geologiczna i geomorfologia.....	24
4.1.2	Gleby.....	25
4.1.3	Wody podziemne.....	25
4.1.4	Wody powierzchniowe	27
4.1.5	Zagrożenie powodziowe.....	30
4.1.6	Gospodarka wodno-ściekowa	30
4.1.7	Lasy	32
4.1.8	Szata roślinna.....	33
4.1.9	Zmiany pokrycia terenu	37
4.1.10	Klimat.....	39
4.2	Ankietyzacja	59
5	Główne zagrożenia wynikające ze zmian klimatu	64
5.1	Ekspozycja na dany czynnik klimatyczny	64
5.2	Ocena podatności - wrażliwość miasta na dany czynnik klimatyczny	66
5.3	Analiza ryzyka	102
5.3.1	Określenie możliwych szans i zagrożeń	103
5.3.2	Identyfikacja luk wiedzy.....	105
6	Wybrane działania adaptacyjne	106
6.1	Zielona infrastruktura	108
6.1.1	Zielone dachy.....	109
6.1.2	Zielone ściany	110
6.1.3	Ogrody deszczowe.....	114
6.1.4	Parki kieszonkowe	116
6.2	Niebieska infrastruktura	116
6.2.1	Przepuszczające wodę asfalty i chodniki, pasy buforowe, wyprofilowane ulice, niecki, zbiorniki i studnie chłonne.....	117
6.2.2	Liniowe urządzenia infiltracyjne	118
6.2.3	Urządzenia do powierzchniowej retencji wód	118
6.2.4	Oczyszczalnie hydrofitowe i sekwencyjne systemy sedymentacyjno-biofiltracyjne. 118	
6.2.5	Zbiorniki retencyjne.....	119
6.2.6	Zagospodarowanie wód opadowych w mieście Leszno	120
6.2.7	Podsumowanie	122
6.3	Analiza opcji adaptacji	122

6.3.1 Ocena opcji adaptacji	124
6.3.2 Wybór opcji adaptacji.....	130
7 Korzyści dla miasta płynące z adaptacji.....	134
8 Wdrażanie MPA.....	135
8.1 Podmiot odpowiedzialny za wdrażanie	135
8.2 Potencjalne źródła finansowania.....	135
8.2.1 Program LIFE.....	136
8.2.2 „Horyzont 2020”	138
8.2.3 Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko na lata 2014 – 2020 (POIiŚ).....	138
8.2.4 Wielkopolski Regionalny Program Operacyjny na lata 2014-2020	139
8.2.5 Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW).....	140
8.2.6 Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Poznaniu	142
8.2.7 Europejski Bank Inwestycyjny.....	142
8.2.8 Bank Ochrony Środowiska i komercyjne kredyty bankowe	142
8.3 Monitoring i sprawozdawczość	143
9 Literatura	147

Spis tabel

Tabela 1. Jakość wód podziemnych w miejscowości Leszno w latach 2011-2016.....	27
Tabela 2. Wyniki badań potencjału ekologicznego JCWP Polski Rów od Rowu Kaczkowskiego do Baryczy w punkcie pomiarowo-kontrolnym Rów Polski – Czarny Las.....	29
Tabela 3. Zestawienie komunalnych ujęć wód podziemnych na terenie Miasta Leszna	30
Tabela 4. Zmiany powierzchni gruntów leśnych w Lesznie w latach 2006-2015	32
Tabela 5. Zmiany powierzchni terenów zieleni miejskiej w Lesznie w latach 2006-2015 [ha]	35
Tabela 6. Parki miejskie na terenie Leszna.....	35
Tabela 7. Nasadzenia i ubytki drzew i krzewów w Lesznie w latach 2006-2015.....	37
Tabela 8. Średnie sumy usłonecznienia rzeczywistego w wybranych miesiącach roku w Lesznie (wartości przybliżone)	40
Tabela 9. Średnie miesięczne, maksymalne i minimalne średnie wartości temperatury w Lesznie.....	41
Tabela 10. Absolutne maksima i minima temperatury w Lesznie w latach 1971-2000.....	43
Tabela 11. Średnie daty początku i końca termicznych pór roku w Lesznie	44
Tabela 12. Daty pierwszego i ostatniego dnia wystąpienia pokrywy śnieżnej w Lesznie	46
Tabela 13. Zmiany wybranych parametrów pogody w latach 1986-2013 w Lesznie.....	50
Tabela 14. Symulacje wykorzystane w opracowaniu UE ENSEMBLES	52
Tabela 15. Liczba dni gorących ($T_{max} \geq 25^{\circ}C$) i upalnych ($T_{max} \geq 30^{\circ}C$) w Lesznie w latach 1971-2000 .	57
Tabela 16. Liczba dni z silnymi mrozami w miejscowości Leszno w latach 1981-2010.....	58
Tabela 17. Maksymalna grubość pokrywy śnieżnej (cm) w latach 1981-2010 w Lesznie.....	59
Tabela 18. Analiza trendów klimatycznych w Lesznie.....	64
Tabela 19. Skala odczuwalności termicznej wskaźnika Humidex.....	72

Tabela 20. Wyniki pomiarów pyłu PM10 w Lesznie w latach 2006-2015	75
Tabela 21. Zmiany emisji pyłów i gazów z zakładów szczególnie uciążliwych w Lesznie.....	75
Tabela 22. Obecnie obserwowany zakres oddziaływania UKK na różne rodzaje transportu	77
Tabela 23. Charakterystyka sieci elektroenergetycznej Leszna	79
Tabela 24. Zmiany zużycia energii i liczba odbiorców energii elektrycznej na niskim napięciu w Lesznie w latach 2011-2015	79
Tabela 25. Kotłownie lokalne MPEC Leszno na terenie miasta.....	80
Tabela 26. Sieć kanalizacyjna Leszna w latach 2012-2016	82
Tabela 27. Sieć wodociągowa Leszna w latach 2012-2016	84
Tabela 28. Zasoby mieszkaniowe w Lesznie w latach 2011-2015	85
Tabela 29. Udział budynków mieszkalnych wybudowanych przed 1980 r. w Lesznie	87
Tabela 30. Częstość występowania (%) biotermicznych typów pogody w regionie Centralnym	93
Tabela 31. Formy ochrony przyrody w okolicach Leszna	93
Tabela 32. Wrażliwość sektorów i obszarów funkcjonalnych Leszna na zmiany klimatu	100
Tabela 33. Potencjalne szanse i zagrożenia związane ze zmianami klimatu.....	103
Tabela 34. Zapisy dotyczące zagospodarowania wód opadowych w obowiązujących mpzp	121
Tabela 35. Dochody ogółem oraz własne dla wybranych jednostek administracyjnych	123
Tabela 36. Ocena zaproponowanych opcji adaptacji do zmian klimatycznych	126
Tabela 37. Ocena opcji adaptacji na podstawie analizy kosztów i korzyści	128
Tabela 38. Harmonogram rzeczowo-finansowy planowanych działań adaptacyjnych w mieście Leszno	131
Tabela 39. Wskaźniki realizacji MPA	143

Spis rysunków

Rysunek 1. Położenie miasta Leszna na tle mezoregionów	24
Rysunek 2. Główne Zbiorniki Wód Podziemnych na terenie miasta Leszno.....	25
Rysunek 3. Lokalizacja Leszna na tle jednolitych części wód podziemnych (zgodnie z podziałem obowiązującym w latach 2016-2021).....	26
Rysunek 4. Lokalizacja Leszna na tle jednolitych części wód powierzchniowych 1 – JCWP Rów Strzyżewicki, 2 – JCWP Dopytyw w Henrykowie	28
Rysunek 5. Mapa Nadleśnictwa Karczma Borowa	33
Rysunek 6. Lokalizacja parków miejskich, cmentarzy i ogródków działkowych w Lesznie	36
Rysunek 7. Zmiany struktury pokrycia terenu w Lesznie w latach 1990-2012	38
Rysunek 8. Lokalizacja stacji meteorologicznej Leszno Strzyżewice	40
Rysunek 9. Średnie miesięczne wartości temperatury w Lesznie w latach 1986-2013	41
Rysunek 10. Absolutne maksima temperatury każdego miesiąca w latach 1986-2013 w Lesznie.....	42
Rysunek 11. Absolutne minima temperatury każdego miesiąca w latach 1986-2013 w Lesznie	42
Rysunek 12. Liczba dni w roku z upałem lub silnym mrozem w latach 1986-2013 w Lesznie	43
Rysunek 13. Średnie miesięczne sumy opadów atmosferycznych w Lesznie w latach 1971-2000	45
Rysunek 14. Roczne sumy opadów atmosferycznych w latach 1971-2000 w Lesznie.....	45
Rysunek 15. Średnia prędkość oraz średnia maksymalna prędkość wiatru w miesiącach roku w Lesznie w latach 1986-2013	47
Rysunek 16. Średnia prędkość wiatru w Lesznie w latach 1986-2013	47
Rysunek 17. Średnia roczna liczba dni ze średnią dobową prędkością wiatru powyżej 10 m/s	48

Rysunek 18. Absolutne maksima roczne prędkości wiatru w latach 1986-2013 w Lesznie	48
Rysunek 19. Średnia miesięczna wilgotność względna w Lesznie w latach 1986-2013	49
Rysunek 20. Średni roczny przebieg ciśnienia atmosferycznego na poziomie morza w Lesznie	50
Rysunek 21. Prognoza zmian średniej temperatury powietrza w lecie w latach 2021-2050 w Polsce	53
Rysunek 22. Prognoza zmian średniej temperatury powietrza zimą w latach 2021-2050	53
Rysunek 23. Prognoza zmian średniej temperatury powietrza w lecie w latach 2071-2100	54
Rysunek 24. Prognoza zmian średniej temperatury powietrza zimą w latach 2071-2100	54
Rysunek 25. Prognoza zmian sum opadów atmosferycznych w lecie w latach 2021-2050	55
Rysunek 26. Prognoza zmian sum opadów atmosferycznych zimą w latach 2021-2050	55
Rysunek 27. Prognoza zmian sum opadów atmosferycznych w lecie w latach 2071-2100	56
Rysunek 28. Prognoza zmian sum opadów atmosferycznych zimą w latach 2071-2100	56
Rysunek 29. Liczba dni z mrozem i silnym mrozem w Lesznie w latach 1986-2013	58
Rysunek 30. Największe zagrożenie dla miasta Leszno zdaniem mieszkańców	61
Rysunek 31. Najlepsze sposoby włączenia mieszkańców w proces opracowania i wdrażania rozwiązań adaptacyjnych zdaniem mieszkańców	62
Rysunek 32. Zmiany liczby ludności w Lesznie w latach 2007-2016	67
Rysunek 33. Zmiany udziału osób w wieku do 10 i powyżej 70 lat w ogólnej liczbie ludności Leszno w latach 2007-2016	68
Rysunek 34. Rozmieszczenie liczby ludności w wieku powyżej 65 roku życia w Lesznie w 2011 roku .	68
Rysunek 35. Powody przyznania pomocy rodzinie w Lesznie w 2015 roku	69
Rysunek 36. Przyczyny zgonów w Lesznie w 2015 roku	70
Rysunek 37. Bezwzględne ryzyko termiczne dla miasta Leszno w latach 1996 – 2015	71
Rysunek 38. Demograficzny wskaźnik ryzyka termicznego dla miasta Leszno w Latach 1996 – 2015 .	72
Rysunek 39. Liczba dni w roku ze średnią dobową wartością wskaźnika Humidex w określonych progach obciążeń termiczno-wilgotnościowych w latach 1986-2014 w Lesznie	73
Rysunek 40. Liczba dni w roku z maksymalną dobową wartością wskaźnika Humidex w określonych progach obciążeń termiczno-wilgotnościowych w latach 1986-2014 w Lesznie	74
Rysunek 41. Sieć drogowa Leszno	76
Rysunek 42. Główne źródła systemu ciepłowniczego w Lesznie w 2017 roku	81
Rysunek 43. Lokalizacja zjawisk cofki z kanalizacji oraz interwencji PSP spowodowanych ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi	83
Rysunek 44. Rodzaje zabudowy na terenie miasta Leszno w 2017 roku	86
Rysunek 45. Obszary wyznaczone w celu delimitacji terenów zdegradowanych Leszno	87
Rysunek 46. Przekrój struktury miejskiej wyspy ciepła	89
Rysunek 47. Wysokość budynków na terenie miasta	90
Rysunek 48. Strefy funkcjonalne Leszno	91
Rysunek 49. Tereny niezabudowane z dużym udziałem roślinności w Lesznie	92
Rysunek 50. Główne lokalizacje przemysłu w Lesznie w 2017 roku	96
Rysunek 51. Lokalizacja pomników przyrody w Lesznie	97
Rysunek 52. Tereny rolnicze i pastwiska w granicach Leszno	98
Rysunek 53. Zielona ściana w jednym z podpoznańskich marketów budowlanych	111
Rysunek 54. Możliwa wysokość wzrostu różnych gatunków pnączy	113
Rysunek 55. Schemat cieków odwadniających Leszno	120
Rysunek 56. Produkt krajowy brutto w regionach województwa wielkopolskiego	123

Wykaz skrótów:

CBDG – Centralna Baza Danych Geologicznych

CLC – Corine Land Cover

CRFOP – Centralny Rejestr Form Ochrony Przyrody

GPZ – Główny Punkt Zasilający

GUS – Główny Urząd Statystyczny

GZWP – Główny Zbiornik Wód Podziemnych

HD – Humidex

IGiPZ PAN - Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania Polskiej Akademii Nauk

IMGW – Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

IUNG – Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa

JCWP – Jednolita część wód powierzchniowych

JCWpd – Jednolita część wód podziemnych

MPA – Miejski Plan Adaptacji

MPEC – Miejskiej Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej

NOAA – *National Oceanic and Atmospheric Administration* (Amerykańska Narodowa Służba Oceaniczna i Meteorologiczna)

OZE – Odnawialne Źródła Energii

PIG-PIB – Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

PKD – Polska Klasyfikacja Działalności

PKP – Polskie Koleje Państwowe

POŚ – Program Ochrony Środowiska

ROD – Rodzinne Ogrody Działkowe

UHI – *Urban Heat Island* (Miejska Wyspa Ciepła)

UKK – Umowna Kategoria Klimatu

WIOŚ – Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska

1 Wstęp

Zagrożenia wynikające ze zmian klimatu obecnie są odczuwalne w codziennym życiu każdego mieszkańca naszej planety. Zagrożenia te są widoczne szczególnie w miastach, gdzie zjawiska takie jak podtopienia w wyniku intensywnych opadów atmosferycznych, brak właściwych warunków aerasanitarnych spowodowanych przez stagnację zanieczyszczonego powietrza stały się powszechne.

Państwa członkowskie Unii Europejskiej realizują politykę adaptacyjną do zmian klimatu poprzez *Strategię adaptacji do zmian klimatu Unii Europejskiej* z dnia 13 kwietnia 2013 r. Realizacja Strategii na szczeblu lokalnym odbywać się będzie poprzez miejskie plany adaptacji. Z kolei na poziomie krajowym opracowano Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030 (SPA2020). Dokument został przyjęty przez Rząd Polski w październiku 2013r.

Miasto Leszno również podjęło inicjatywę opracowania Miejskiego Planu Adaptacji do zmiany klimatu. W postępowaniu o zamówienie publiczne został wyłoniony wykonawca planu – firma EKOSTANDARD Pracownia Analiz Środowiskowych z Suchego Lasu koło Poznania.

W prace nad przygotowaniem i wdrożeniem planu włączono szereg instytucji miejskich, mieszkańców, służby ratownicze, przedsiębiorstwa oraz wszystkich zainteresowanych.

W ramach prac nad projektem przygotowano i przeprowadzono spotkania konsultacyjne oraz ankietyzację zidentyfikowanych interesariuszy. Poddano analizie dane dotyczące zmian klimatu na podstawie lokalnych pomiarów monitoringowych, przeprowadzono szereg rozważań, badań i analiz uwarunkowań przyrodniczych, klimatycznych, społecznych i gospodarczych występujących na terenie miasta. Zdiagnozowano najczęściej występujące skutki zmian klimatycznych, ich uciążliwość oraz zasięg. Oceniono podatność miasta na skutki zmian klimatycznych oraz zaproponowano opcje adaptacji do zmian klimatu. Końcowym efektem prac jest harmonogram rzeczowo-finansowy planowanych do zrealizowania działań adaptacyjnych.

2 Cele i priorytety MPA

Podstawowym i głównym celem tworzenia niniejszego planu adaptacji jest zwiększenie zdolności adaptacyjnych miasta Leszno oraz poprawa komfortu życia mieszkańców wobec zagrożeń wynikających ze zmian klimatu, występujących na terenie miasta.

Cel nadrzędny:

Wysoka zdolność adaptacyjna miasta Leszno oraz komfort życia mieszkańców w obliczu zagrożeń wynikających ze zmian klimatu.

Cele szczegółowe:

1. Zrównoważona i odpowiedzialna polityka przestrzenna,
2. Właściwa gospodarka wodna,
3. Świadome zarządzanie terenami zielonymi,
4. Infrastruktura odporna na ekstremalne zjawiska klimatyczne,
5. Społeczeństwo świadome zmian klimatycznych i możliwych adaptacji do zmian klimatu.

Kierunki działań i priorytety niniejszego dokumentu:

1. Zrównoważona i odpowiedzialna polityka przestrzenna
 - 1.1. Ochrona przed zainwestowaniem terenów zielonych, kluczowych dla prawidłowego kształtowania topoklimatu miasta (**priorytet**)
 - 1.2. Zwiększenie terenów zielonej i błękitnej infrastruktury
 - 1.3. Ograniczanie niekontrolowanego rozwoju zabudowy i „rozlewania się” miasta
 - 1.4. Wprowadzenie w mpzp zapisów dotyczących powierzchni nieprzepuszczalnych oraz zagospodarowania wód opadowych
2. Właściwa gospodarka wodna
 - 2.1. Rozwój infrastruktury wychwytywania i zagospodarowania wód opadowych (**priorytet**)
 - 2.2. Utrzymanie i przywracanie dobrego stanu ekologicznego wód i ekosystemów od wód zależnych
3. Świadome zarządzanie terenami zielonymi
 - 3.1. Rozwój zieleni urządzonej o funkcji zacieniającej, retencyjnej, klimatotwórczej (**priorytet**)
 - 3.2. Zapobieganie fragmentacji terenów zielonych („klinów zieleni”)
 - 3.3. Wykorzystanie i adaptacja gatunków przystosowanych do zmian klimatu
 - 3.4. Ochrona przestrzeni rolniczej przed zainwestowaniem
 - 3.5. Przeciwdziałanie rozprzestrzenianiu się gatunków obcych i inwazyjnych
4. Infrastruktura odporna na ekstremalne zjawiska klimatyczne
 - 4.1. System monitoringu i reagowania na nadzwyczajne zjawiska klimatyczne (np. sprawdzenie i utrzymanie drożności systemu odprowadzania wód opadowych, sytuacje sprzyjające wzrostowi zanieczyszczeń powietrza) (**priorytet**)
 - 4.2. Termomodernizacja budynków i rozwój infrastruktury klimatyzacji
 - 4.3. Przygotowanie systemu energetycznego na zmienione zapotrzebowanie na energię

- 4.4. Zapewnienie awaryjnych źródeł zasilania i rozwój OZE
- 4.5. Uwzględnienie zmieniających się warunków klimatycznych w zamówieniach publicznych i procesach projektowania
- 5. Ochrona zdrowia w warunkach zmian klimatu
 - 5.1. Wdrożenie systemu ostrzegania przed nadzwyczajnymi zjawiskami klimatycznymi **(priorytet)**
 - 5.2. Objęcie ochroną zdrowotną grup społecznych szczególnie wrażliwych na zmiany klimatu
 - 5.3. Rozwój usług zdrowotnych uwzględniających wrażliwość na zmiany klimatu i choroby klimatozależne
- 6. Społeczeństwo świadome zmian klimatycznych i możliwych adaptacji do zmian klimatu
 - 6.1. Edukacja na temat ryzyk związanych z ekstremalnymi zjawiskami meteorologicznymi **(priorytet)**
 - 6.2. Rozwój opieki społecznej w celu przeciwdziałania skutkom zmian klimatu wśród najbardziej wrażliwych grup społecznych
 - 6.3. Zwiększenie świadomości na temat działań zapobiegających zmianom i skutkom zmian klimatu

3 Uwarunkowania i współzależności z dokumentami strategicznymi

Realizacja celów i zadań zawartych w MPA wpisuje się w szereg dokumentów strategicznych poziomu międzynarodowego, krajowego, regionalnego. Adekwatność i komplementarność celów Planu z tymi dokumentami gwarantuje, że podejmowane działania w skali lokalnej harmonizują z kierunkami działań ustalonymi na wyższych szczeblach administracji. Oznacza to, że planowane działania nie są przypadkowe, lecz służą osiągnięciu celów o charakterze globalnym i długoterminowym.

Poniżej przedstawiono najważniejsze cele i działania pochodzące z wybranych dokumentów strategicznych i programowych, ustanowionych na szczeblu międzynarodowym, wspólnotowym, regionalnym i lokalnym, które zawierają elementy adaptacji do zmian klimatu i były rozpatrywane przy sporządzaniu MPA.

Ponadto analizowano również następujące dokumenty:

- Strategia rozwoju transportu do 2020 roku (z perspektywą do 2030 roku),
- Program ochrony i zrównoważonego użytkowania różnorodności biologicznej wraz z Planem działań na lata 2015-2020,
- Krajowy Program Ochrony Powietrza do roku 2020,
- Narodowy Program Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej,
- Polityka energetyczna Polski do 2030 roku,
- Program ochrony powietrza dla strefy wielkopolskiej ze względu na ozon,
- Program ochrony powietrza dla strefy wielkopolskiej w zakresie pyłu PM10, PM2,5 oraz B(a)P,
- Strategia wzrostu efektywności energetycznej i rozwoju odnawialnych źródeł energii w Wielkopolsce na lata 2012-2020,
- Wielkopolski Regionalny Program Operacyjny na lata 2014-2020,
- Strategia Rozwoju Społeczno-Gospodarczego Obszaru Funkcjonalnego Aglomeracji Leszczyńskiej do 2030 roku.

3.1 Uwarunkowania międzynarodowe

3.1.1 Globalna Agenda 21

Globalna Agenda 21, uchwalona na Konferencji Organizacji Narodów Zjednoczonych dla Spraw Środowiska i Rozwoju w Rio de Janeiro na tzw. Szczycie Ziemi w czerwcu 1992 roku, stanowi globalny program działań na rzecz środowiska i rozwoju. Program ten wskazuje, w jaki sposób należy równoważyć rozwój gospodarczy i społeczny z poszanowaniem środowiska. Wdrażanie założeń Agendy opiera się na zasadzie „Myśl globalnie, działaj lokalnie”, zgodnie, z którą największą rolę w ich realizacji przypisuje się władzom lokalnym.

3.1.2 Programu działań z Nairobi w sprawie oddziaływania, wrażliwości i adaptacji do zmian klimatu

Problem adaptacji do zmian klimatu został dostrzeżony na forum Ramowej Konwencji Klimatycznej ONZ (UNFCCC). W trakcie prac XII sesji Konwencji UNFCCC w Nairobi, w 2006 roku uchwalono „Program działań nad oddziaływaniem, wrażliwością i adaptacją do zmian klimatu”. Program ten stanowi zbiór zaleceń dla państw – stron konwencji, co do opracowania własnych narodowych programów adaptacji, które miałyby na celu ocenę możliwego wpływu zmian klimatu na różne dziedziny życia i stworzenie strategii ograniczenia tego wpływu poprzez dostosowanie do tych zmian.

3.2 Uwarunkowania wynikające z polityki wspólnotowej

3.2.1 Biała Księga - Adaptacja do zmian klimatu: europejskie ramy działania

Przygotowując się do stworzenia formalnych podstaw do europejskich działań w dziedzinie adaptacji, Komisja Europejska opublikowała w 2009 r. „Białą Księgę”. Celem unijnych ram na rzecz adaptacji jest osiągnięcie w UE takiej zdolności adaptacji, by mogła ona stawić czoła skutkom zmian klimatu.

Biała Księga stanowi podstawę do opracowania przez państwa członkowskie UE krajowych strategicznych planów adaptacyjnych, wyznacza priorytety polityki w zakresie adaptacji do zmian klimatu oraz zaleca skoncentrowanie się na następujących obszarach:

- Zdrowie i polityka społeczna,
- Rolnictwo i leśnictwo,
- Różnorodność biologiczna, ekosystemy i gospodarka wodna,
- Obszary przybrzeżne i morskie,
- Infrastruktura.

3.2.2 Strategia Europa 2020 i pakiet energetyczno-klimatyczny

Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu Europa 2020, przyjęta przez Radę Europejską 17 czerwca 2010 roku, to kluczowy dokument dla średniookresowej strategii rozwoju kraju jako członka Unii Europejskiej. Ten fundamentalny dla rozwoju Unii Europejskiej dokument określa działania, których podjęcie przyspieszy wyjście z obecnego kryzysu i otworzy europejską gospodarkę na przyszłe wyzwania.

Cele unijnej Strategii Europa 2020 w odniesieniu do zmian klimatu i związanego z zagadnieniami klimatycznymi zrównoważonego wykorzystania energii zostały sformułowane w odniesieniu do stanu na rok 2020 w sposób następujący:

- Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych o 20 % w stosunku do poziomu z 1990 r. (lub nawet o 30 %, jeśli warunki będą sprzyjające),
- Osiągnięcie 20% poziomu energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych,
- Wzrost efektywności energetycznej o 20 %.

W przypadku Polski realizacja celu klimatycznego dotyczącego udziału energii odnawialnej będzie polegała na konieczności osiągnięcia w bilansie energii finalnej brutto poziomu 15% z OZE w 2020 r.

Polska w związku z przyjętym w pakiecie energetyczno-klimatycznym poziomem odniesienia z 2005 r., powinna do 2020 r. zredukować emisję gazów cieplarnianych w systemie handlu uprawnieniami do emisji EU ETS o 21%, natomiast w obszarze non-ETS Polska będzie mogła zwiększyć

emisje o 14% w 2020 r. w stosunku do 2005 r. Unijną podstawą prawną ustanawiającą ETS, a w tym podział na rodzaje działalności objętej systemem ETS, jest dyrektywa nr 87/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 13 października 2003 r.

3.2.3 Strategia UE w zakresie przystosowania się do zmian klimatu

Ogólnym celem unijnej strategii w zakresie przystosowania jest przyczynianie się do tego, by Europa była bardziej odporna na zmianę klimatu. Oznacza to zwiększenie gotowości i zdolności do reagowania na skutki zmiany klimatu na szczeblu lokalnym, regionalnym, krajowym i unijnym, opracowanie spójnego podejścia i poprawę koordynacji.

W strategii określono ramy i mechanizmy służące lepszemu przygotowaniu UE na bieżące i przyszłe skutki zmiany klimatu. Proponuje się osiągnięcie tego celu poprzez wspieranie i stymulowanie działań państw członkowskich UE w dziedzinie przystosowania, stworzenie podstaw dla lepszego podejmowania świadomych decyzji w zakresie przystosowania w nadchodzących latach, a także poprzez uodpornienie najważniejszych sektorów gospodarczych i politycznych na skutki zmiany klimatu.

Strategia obejmuje następujące działania:

1. Działanie 1: Zachęcenie wszystkich państw członkowskich do przyjęcia wszechstronnych strategii przystosowawczych;
2. Działanie 2: Zapewnienie finansowania w ramach LIFE w celu wspierania tworzenia potencjału oraz przyspieszenia tempa działań przystosowawczych w Europie (2013-2020);
3. Działanie 3: Uwzględnienie kwestii przystosowania w ramach Porozumienia Burmistrzów (2013/2014) - wspieranie działań przystosowawczych w miastach, w szczególności poprzez dobrowolne zobowiązania do przyjęcia lokalnych strategii przystosowawczych i działań mających na celu podnoszenie świadomości;
4. Działanie 4: Uzupelnienie braków w wiedzy;
5. Działanie 5: Dalszy rozwój Climate-ADAPT jako „punktu kompleksowej obsługi” dla informacji o przystosowaniu do zmiany klimatu w Europie;
6. Działanie 6: Ułatwienie uodpornienia wspólnej polityki rolnej (WPR), polityki spójności i wspólnej polityki rybołówstwa na zmianę klimatu;
7. Działanie 7: Zapewnienie bardziej odpornej infrastruktury;
8. Działanie 8: Promowanie ubezpieczeń i innych produktów finansowych w celu zapewnienia inwestycji i decyzji handlowych odpornych na zmianę klimatu.

3.2.4 Program działań w zakresie środowiska do 2020 r. „Dobra jakość życia z uwzględnieniem ograniczeń naszej planety”

Ogólny unijny programu działań w zakresie środowiska do 2020 r. „Dobra jakość życia z uwzględnieniem ograniczeń naszej planety” został przyjęty decyzją Parlamentu Europejskiego i Rady nr 1386/2013/UE z dnia 20 listopada 2013 r.

Wśród celów priorytetowych Program działań wymienia m.in.:

- przekształcenie Unii w zasobooszczędną, zieloną i konkurencyjną gospodarkę niskoemisyjną;
- ochrona obywateli Unii przed związanymi ze środowiskiem presjami i zagrożeniami dla zdrowia i dobrostanu;

- zabezpieczenie inwestycji na rzecz polityki w zakresie środowiska i klimatu oraz podjęcie kwestii ekologicznych efektów zewnętrznych;
- zwiększenie efektywności Unii w podejmowaniu międzynarodowych wyzwań związanych ze środowiskiem i klimatem.

3.3 Dokumenty strategiczne szczebla krajowego

3.3.1 Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030 (SPA2020)

Krajowa polityka adaptacyjna opiera się na dokumencie pn. Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030 (SPA2020). Opracowanie SPA 2020 wpisuje się w działania na rzecz osiągnięcia celu nadrzędnego Białej Księgi - Adaptacja do zmian klimatu: Europejskie ramy działania, COM(2009)147 oraz unijnej strategii adaptacji do zmian klimatu, jakim jest poprawa odporności państw członkowskich na aktualne i oczekiwane zmiany klimatu, w tym lepsze przygotowanie do ekstremalnych zjawisk klimatycznych i pogodowych oraz redukcja kosztów społeczno-ekonomicznych z tym związanych.

SPA 2020 wskazuje cele i kierunki działań adaptacyjnych, które należy podjąć w najbardziej wrażliwych sektorach i obszarach w okresie do roku 2020: gospodarce wodnej, rolnictwie, leśnictwie, różnorodności biologicznej i obszarach prawnie chronionych, zdrowiu, energetyce, budownictwie, transporcie, obszarach górskich, strefie wybrzeża, gospodarce przestrzennej i obszarach zurbanizowanych. Wrażliwość tych sektorów została określona w oparciu o przyjęte dla SPA scenariusze zmian klimatu. Zaproponowano cele, kierunki działań oraz konkretne działania, które korespondują z dokumentami strategicznymi kraju.

Celem główny Strategii jest: zapewnienie zrównoważonego rozwoju oraz efektywnego funkcjonowania gospodarki i społeczeństwa w warunkach zmian klimatu.

Cel 1. Zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego i dobrego stanu środowiska:

- Kierunek działań 1.1 - dostosowanie sektora gospodarki wodnej do zmian klimatu;
- Kierunek działań 1.2 - adaptacja strefy przybrzeżnej do zmian klimatu;
- Kierunek działań 1.3 - dostosowanie sektora energetycznego do zmian klimatu;
- Kierunek działań 1.4 - ochrona różnorodności biologicznej i gospodarka leśna w kontekście zmian klimatu;
- Kierunek działań 1.5 - adaptacja do zmian klimatu w gospodarce przestrzennej i budownictwie;
- Kierunek działań 1.6 - zapewnienie funkcjonowania skutecznego systemu ochrony zdrowia w warunkach zmian klimatu;

Cel 2. Skuteczna adaptacja do zmian klimatu na obszarach wiejskich:

- Kierunek działań 2.1 - stworzenie lokalnych systemów monitorowania i ostrzegania przed zagrożeniami;
- Kierunek działań 2.2 - organizacyjne i techniczne dostosowanie działalności rolniczej i rybackiej do zmian klimatu;

Cel 3. Rozwój transportu w warunkach zmian klimatu:

- Kierunek działań 3.1 - wypracowywanie standardów konstrukcyjnych uwzględniających zmiany klimatu;

- Kierunek działań 3.2 - zarządzanie szlakami komunikacyjnymi w warunkach zmian klimatu;

Cel 4. Zapewnienie zrównoważonego rozwoju regionalnego i lokalnego z uwzględnieniem zmian klimatu:

- Kierunek działań 4.1 - monitoring stanu środowiska i systemy wczesnego ostrzegania i reagowania w kontekście zmian klimatu (miasta i obszary wiejskie);
- Kierunek działań 4.2 - miejska polityka przestrzenna uwzględniająca zmiany klimatu;

Cel 5. Stymulowanie innowacji sprzyjających adaptacji do zmian klimatu:

- Kierunek działań 5.1 - promowanie innowacji na poziomie działań organizacyjnych i zarządczych sprzyjających adaptacji do zmian klimatu;
- Kierunek działań 5.2 - budowa systemu wsparcia polskich innowacyjnych technologii sprzyjających adaptacji do zmian klimatu;

Cel 6. Kształtowanie postaw społecznych sprzyjających adaptacji do zmian klimatu:

- Kierunek działań 6.1 - zwiększenie świadomości odnośnie do ryzyk związanych ze zjawiskami ekstremalnymi i metodami ograniczania ich wpływu;
- Kierunek działań 6.2 - ochrona grup szczególnie narażonych przed skutkami niekorzystnych zjawisk klimatycznych.

3.3.2 Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.)

Strategia przyjęta przez Radę Ministrów w lutym 2017 r. stanowi nową wizję rozwoju Polski. Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju jest aktualizacją średniookresowej strategii rozwoju kraju (tj. „Strategii Rozwoju Kraju 2020”). Wiodącą zasadą Strategii jest zrównoważyć rozwój całego kraju w wymiarze gospodarczym, społecznym, środowiskowym i terytorialnym. Strategia opiera się na trzech celach szczegółowych:

- I. Trwały wzrost gospodarczy oparty coraz silniej o wiedzę, dane i doskonałość organizacyjną,
- II. Rozwój społecznie wrażliwy i terytorialnie zrównoważony,
- III. Skuteczne państwo i instytucje służące wzrostowi oraz włączeniu społecznemu i gospodarczemu.

W ramach Celu szczegółowego II – „Rozwój społecznie wrażliwy i terytorialnie zrównoważony” w obszarze „Rozwój zrównoważony terytorialnie”, Strategia przewiduje m.in.:

- działania polegające na realizacji niskoemisyjnych strategii miejskich i związanych z poprawą jakości powietrza oraz przystosowanie do zmian klimatycznych obszarów miejskich, w powiązaniu z działaniami wskazanymi w obszarach Strategii dotyczących energetyki i środowiska naturalnego,
- rozwiązanie kwestii środowiskowych, w tym zmniejszenie problemu zanieczyszczeń powietrza i emisji gazów cieplarnianych oraz dostosowanie/adaptacja obszarów zurbanizowanych do zmian klimatu.

Wśród obszarów wpływających na osiągnięcie celów Strategii wymienia się Obszar Transport, Obszar Energia, Obszar Środowisko.

W ramach Obszaru Transport w horyzoncie roku 2030 zakłada się osiągnięcie poziomu optymalnej przepustowości transportowej umożliwiającej efektywne funkcjonowanie całego systemu transportowego poprzez uzyskanie efektu sieciowego w ujęciu międzygałęziowym, zapewniającego

sprawną obsługę transportową społeczeństwa i gospodarki oraz przyczyniającego się do obniżenia negatywnego oddziaływania na środowisko. W tym obszarze Strategia zakłada m.in. większe wykorzystanie potencjału transportu kolejowego, rozwój śródlądowych dróg wodnych, rozwój zintegrowanych systemów transportu publicznego przy wykorzystaniu niskoemisyjnych środków transportu, szczególnie pojazdów szynowych i elektrycznych autobusów.

W ramach Obszaru Energia Strategia zakłada realizację celu „Zapewnienie równego i powszechnego dostępu do energii pochodzącej z różnych źródeł”, dla osiągnięcia którego niezbędne jest m.in. szersze wykorzystanie stabilnych źródeł energii odnawialnej, wdrożenie energetyki jądrowej oraz wsparcie dla rozwoju niskoemisyjnego transportu zbiorowego. Ponadto działania zostaną skoncentrowane na poprawie efektywności energetycznej gospodarki, czyli na inwestycjach w przedsiębiorstwach, ciepłownictwie i wykorzystaniu końcowym energii (termomodernizacja w budownictwie, efektywność paliwowa w transporcie, racjonalne korzystanie z energii przez odbiorców końcowych).

W Obszarze Środowisko celem jest rozwój potencjału środowiska naturalnego na rzecz obywateli i przedsiębiorców. Oczekiwane rezultaty działań obejmują m.in. stopniowe zmniejszenie emisji zanieczyszczeń i zwiększenie ilości retencjonowanej wody do 15-20%.

3.3.3 Strategia „Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko” - perspektywa do 2020 roku

Celem głównym Strategii jest zapewnienie wysokiej jakości życia obecnych i przyszłych pokoleń z uwzględnieniem ochrony środowiska oraz stworzenie warunków do zrównoważonego rozwoju nowoczesnego sektora energetycznego, zdolnego zapewnić Polsce bezpieczeństwo energetyczne oraz konkurencyjną i efektywną gospodarkę. Cele szczegółowe i kierunki interwencji Strategii, które odnoszą się do aspektów zmian klimatycznych są następujące:

1. Cel 1. Zrównoważone gospodarowanie zasobami środowiska
 - Kierunek interwencji 1.2. Gospodarowanie wodami dla ochrony przed powodzią, suszą i deficytem wody,
 - Kierunek interwencji 1.3. Zachowanie bogactwa różnorodności biologicznej, w tym wielofunkcyjna gospodarka leśna.
2. Cel 2. Zapewnienie gospodarce krajowej bezpiecznego i konkurencyjnego zaopatrzenia w energię
 - Kierunek interwencji 2.2. Poprawa efektywności energetycznej,
 - Kierunek interwencji 2.6. Wzrost znaczenia rozproszonych, odnawialnych źródeł energii,
 - Kierunek interwencji 2.7. Rozwój energetyczny obszarów podmiejskich i wiejskich,
 - Kierunek interwencji 2.8. Rozwój systemu zaopatrywania nowej generacji pojazdów wykorzystujących paliwa alternatywne.
3. Cel 3. Poprawa stanu środowiska
 - Kierunek interwencji 3.3. Ochrona powietrza, w tym ograniczenie oddziaływania energetyki,
 - Kierunek interwencji 3.4. Wspieranie nowych i promocja polskich technologii energetycznych i środowiskowych,
 - Kierunek interwencji 3.5. Promowanie zachowań ekologicznych oraz tworzenie warunków do powstawania zielonych miejsc pracy.

3.4 Dokumenty strategiczne szczebla wojewódzkiego

3.4.1 Wielkopolska 2020. Zaktualizowana Strategia Rozwoju Województwa Wielkopolskiego do 2020 roku

Celem generalnym Strategii jest efektywne wykorzystanie potencjałów rozwojowych na rzecz wzrostu konkurencyjności województwa, służące poprawie jakości życia mieszkańców w warunkach zrównoważonego rozwoju. Wśród celów Strategia wymienia te, które mogą odnosić się do problematyki zmian klimatycznych:

- Cel strategiczny „Poprawa dostępności i spójności komunikacyjnej regionu”, który zakłada m.in. modernizację transportu w kierunku jego inteligentnego, bardziej przyjaznego środowisku, charakteru;
- Cel strategiczny „Poprawa stanu środowiska i racjonalne gospodarowanie jego zasobami”, w tym m.in. następujące cele operacyjne:
 - Ograniczanie emisji substancji do atmosfery,
 - Ochrona zasobów wodnych i wzrost bezpieczeństwa powodziowego,
 - Poprawa przyrodniczych warunków dla rolnictwa,
 - Promocja postaw ekologicznych.
- Cel strategiczny „Lepsze zarządzanie energią”, który przewiduje optymalizację gospodarowania energią oraz rozwój produkcji i wykorzystanie alternatywnych źródeł energii;
- Cel strategiczny „Wzrost bezpieczeństwa i sprawności zarządzania regionem” realizowany m.in. poprzez cel operacyjny „Budowa regionalnych systemów zabezpieczania i reagowania na zagrożenia”.

3.4.2 Program ochrony środowiska dla województwa wielkopolskiego na lata 2016-2020

Cele i kierunki interwencji Programu oraz działania zmierzające do poprawy stanu środowiska zostały wskazane w ramach poszczególnych obszarów interwencji:

- w ramach obszaru interwencji „Ochrona klimatu i jakości powietrza” m.in.:
 - zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń emitowanych do powietrza m.in. poprzez przejście na gospodarkę niskoemisyjną we wszystkich sektorach,
 - rozwój rozproszonych odnawialnych źródeł energii,
 - rozwój i modernizacja zbiorowych systemów ciepłowniczych,
 - rozwój i modernizacja transportu zbiorowego w kierunku transportu przyjaznego dla środowiska,
 - wspieranie ekologicznych form transportu - budowa ścieżek rowerowych,
 - termomodernizacja,
 - ograniczenie emisji niskiej; modernizacja/wymiana indywidualnych źródeł ciepła,
 - rozbudowa energooszczędnych systemów oświetlenia budynków i dróg publicznych,
 - rozwój systemów ostrzegania i reagowania w sytuacji zjawisk ekstremalnych.
- w ramach obszaru interwencji „Gospodarowanie wodami” m.in.:
 - gospodarowanie wodami dla ochrony przed: powodzią, suszą i deficytem wody, zwiększenie retencji wodnej,
 - zwiększenia bezpieczeństwa powodziowego; minimalizacja ryzyka powodziowego,
 - optymalizacja zużycia wody.

- w ramach obszaru interwencji „Zasoby przyrodnicze” m.in.:
 - tworzenie zielonej infrastruktury.

3.5 Dokumenty strategiczne szczebla lokalnego

3.5.1 Program Zagospodarowania Wód Opadowych i Rozwoju Kanalizacji Deszczowej dla miasta Leszno

Celem realizacji Programu było opracowanie wytycznych rozwojowych w zakresie zagospodarowania wód deszczowych dla terenu miasta Leszno, pozwalających m.in. na zabezpieczenie terenów miasta przed skutkami intensywnych opadów. Opracowanie prezentuje koncepcje rozwoju i przebudowy sieci kanalizacji deszczowej (i ogólnospławnej) dla miasta Leszno na okres najbliższych 25 lat, w tym:

- wykorzystanie wszystkich obecnych odbiorników wód opadowych,
- utworzenie (budowę) nowych odbiorników wód deszczowych - nowy podział miasta na zlewnie,
- ograniczenie przyszłych spływów deszczowych z poszczególnych zlewni (posesji),
- budowę nowych kanałów obliczonych na spływy ze zlewni ograniczone,
- budowę zbiorników retencyjnych, tam, gdzie budowa kanałów byłaby rozwiązaniem gorszym.

W programie przedstawiono pełen zakres działań inwestycyjnych służących rozwojowi systemu zagospodarowania wód opadowych na obszarze miasta Leszno. Ponadto przedstawiono propozycje całego pakietu działań „systemowych” mających doprowadzić do uzyskania celów zakładanych w Programie takich, jak:

- ostrożne podejście do zgłaszanych potrzeb dalszego obciążania sieci ogólnospławnej i deszczowej (w obecnym stanie rozwoju sieć ogólnospławna i większość sieci deszczowych uznano za w pełni obciążone);
- opracowanie, aktualizowanych okresowo, uwarunkowań gospodarowania wodami opadowymi; winny to być (m.in.):
 - wytyczne dla planów zagospodarowania przestrzennego i innych opracowań planistycznych i rozwojowych,
 - wytyczne dla inwestorów i eksploatorów układów lokalnych istniejących i projektowanych,
 - przewodniki, poradniki, konsultacje dla inwestorów jako wyraz stałej akcji uświadamiającej,
- wdrożenie wytycznych dla działań inwestycyjnych dla poprawy stanu obecnego i celem przygotowania do przyszłych potrzeb obejmujące:
 - usunięcie „odstępstw” od standardów przewodów kanalizacyjnych w miejscach hydraulicznie powiązanych z zamierzonym podłączeniem (obowiązek właściciela sieci), w tym: budowa budowli retencyjnych i regulacyjnych (obowiązek każdego inwestora) oraz budowa kanałów odciążających, uzupełniających (obowiązek właściciela sieci lub inwestycja wspólna),
- ustalenie rodzaju i zakresu działań rezerwowych ze strony właściciela sieci szczególnie przy braku skuteczności działań pierwszoplanowych ujętych w Programie oraz działań, które miały być zadaniami inwestorów poszczególnych terenów:

- rezerwy terenu pod uzupełniające zbiorniki retencyjne i infiltracyjne (wybór lokalizacji),
- inne kanały odciążające,
- modernizację kanałów istniejących,
- przygotowanie ulic do funkcji transportu wód -jezdnie jako obszary transportu wód nadmiarowych,
- ukształtowanie jezdni i ukierunkowane odpowiednio spadki podłużne; należyte odgrodzenie krawężnikami od posesji, szczególnie posiadających garaże zagłębione,
- inne działania uzasadnione sytuacją lub postępem technicznym – działania organizacyjne, rozwiązania techniczne, finansowe, itd.

3.5.2 Plan gospodarki niskoemisyjnej wraz z elementami planu mobilności miejskiej dla miasta Leszna

Plan wyznacza cele i kierunki działań w zakresie podnoszenia efektywności energetycznej, zwiększenia wykorzystania odnawialnych źródeł energii oraz ograniczenia emisji zanieczyszczeń do powietrza. Działania te mają przyczynić się do osiągnięcia celów określonych przez Unię Europejską w pakiecie klimatyczno-energetycznym do roku 2020.

W Planie dokonano analizy aktualnego stanu w zakresie zużycia energii i emisji gazów cieplarnianych na obszarze miasta Leszna, inwentaryzacji emisji dwutlenku węgla, której celem jest wyliczenie ilości CO₂ wyemitowanego wskutek zużycia energii na terenie miasta. Dodatkowo została przeprowadzona prognoza kształtowania się poziomu dwutlenku węgla do roku 2020 (przewidywany wzrost zużycia energii na terenie miasta Leszna o około 5,17%; prognozowana redukcja emisji CO₂ o na poziomie 7,34%).

Cele strategiczne miasta uwzględniają zapisy określone w pakiecie klimatyczno-energetycznym do roku 2020, tj.:

- redukcję emisji gazów cieplarnianych,
- zwiększenie udziału energii pochodzącej z źródeł odnawialnych,
- redukcję zużycia energii finalnej, co ma zostać zrealizowane poprzez podniesienie efektywności energetycznej.

Plan zakłada następujące cele:

- rozwój niskoemisyjnych źródeł energii,
- poprawa efektywności energetycznej,
- poprawa efektywności gospodarowania surowcami i materiałami,
- rozwój i wykorzystanie technologii niskoemisyjnych,
- zapobieganie powstawaniu oraz poprawa efektywności gospodarowania odpadami,
- promocja nowych wzorców konsumpcji.

Proponowane działania realizowane będą w następujących sektorach: użyteczności publicznej, oświetlenia ulicznego, transportu, mieszkalnictwa, handlu, usług i przedsiębiorstw oraz dystrybucji ciepła. Działania mają na celu wspieranie rozwoju gospodarki niskoemisyjnej, mniej uciążliwej dla środowiska i podnoszącej komfort życia mieszkańców.

Plan zakłada, że realizacja działań pozwoli ograniczyć wzrost energii z prognozowanej 5,17% do 1,04%.

3.5.3 Projekt założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla miasta Leszna na lata 2015 – 2030

W zakresie zaopatrzenia w ciepło budownictwa w dokumencie przyjęto realizację następujących zadań:

- poprawa jakości powietrza, ograniczenie emisji zanieczyszczeń do powietrza ze źródeł niskiej emisji poprzez eliminowanie tych źródeł oraz realizację przedsięwzięć termomodernizacyjnych;
- poprawa sposobu komunikowania się ze społeczeństwem, zmierzające do uzyskania większej akceptowalności zagadnień związanych z systemami zaopatrzenia miasta w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe;
- promocja ekologicznych nośników energii oraz technologii termomodernizacji budynków;
- wspólne występowanie (lub firmowanie programów przez gminę) o środki preferencyjne z właścicielami lub administratorami budynków.

W zakresie działań, związanych z racjonalizacją użytkowania ciepła oraz energii elektrycznej w obiektach należących do miasta, budynkach mieszkalnych i innych budynkach należących do podmiotów gospodarczych przewiduje się:

- realizację działań wynikających z Planu Gospodarki Niskoemisyjnej dla miasta Leszna,
- popularyzowanie wśród indywidualnych mieszkańców działań mających na celu ograniczenie zużycia energii w budynkach mieszkalnych,
- termomodernizację w budynkach należących do miasta,
- wprowadzenie monitoringu zużycia energii, paliw (również wody) oraz kosztów w budynkach użyteczności publicznej (np. poprzez wdrożenie Programu Zarządzania Energią w Budynkach Użyteczności Publicznej),
- organizację, planowanie i finansowanie działań związanych z modernizacją źródeł ciepła i działań termomodernizacyjnych.

W zakresie rozwoju energetyki odnawialnej na terenie miasta proponuje się:

- zastosowanie kolektorów słonecznych w części budynków zarządzanych przez Urząd Miasta (szkoły, obiekty sportowe) oraz popularyzację tego typu urządzeń wśród właścicieli budynków jednorodzinnych oraz podmiotów gospodarczych,
- ulgi podatkowe dla mieszkańców, którzy zastępują konwencjonalne ogrzewanie (węglowe) na systemy oparte o źródła odnawialne,
- zastosowanie pomp ciepła czy układów wentylacji mechanicznej współpracujących z gruntowymi wymiennikami ciepła (np. w budynkach mieszkalnych, budynkach użyteczności publicznej i budynkach handlowo – usługowych),
- możliwość budowy farm fotowoltaicznych oraz montażu ogniw fotowoltaicznych na dachach budynków użyteczności publicznej, budynków mieszkalnych, usługowych, handlowych i innych,
- możliwość budowy źródła kogeneracyjnego opartego na energii biogazu po zastosowaniu zamkniętej komory fermentacyjnej na oczyszczalni ścieków w Henrykowie.

3.5.4 Program Ochrony Środowiska dla miasta Leszna na lata 2015-2018 z perspektywą do 2022 roku

Głównym celem Programu jest „Leszno jako miasto o wysokiej świadomości ekologicznej, przyjaznym dla środowiska i mieszkańców, spełniającym wszystkie normy ekologiczne – miastem czystym, zielonym o sprawnie zorganizowanym ruchu kołowym”.

W Programie przyjęto pięć priorytetów ekologicznych w zakresie ochrony i poprawy stanu środowiska w Lesznie: redukcja niskiej emisji oraz emisji komunikacyjnej, ochrona przed hałasem komunikacyjnym, zwiększenie wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych, utrzymanie dobrego stanu jakości wód podziemnych i powierzchniowych, podnoszenie świadomości ekologicznej społeczeństwa, zgodnie z zasadą „myśl globalnie, działaj lokalnie”.

W ramach każdego priorytetu wyznaczono cele ekologiczne średniookresowe do 2022 r. i krótkookresowe do 2018 r. oraz kierunki działań.

Program przewiduje m.in. następujące cele:

- Racjonalne gospodarowanie zasobami wodnymi oraz ochrona przed powodzią i suszą,
- Budowa i modernizacja sieci drogowej wraz z towarzyszącą infrastrukturą oraz rozwój nowoczesnego i proekologicznego transportu zbiorowego,
- Spełnienie wymagań ustawodawstwa UE w zakresie jakości powietrza, w szczególności dla benzo(a)pirenu i ozonu,
- Minimalizacja negatywnego oddziaływania przemysłu i energetyki na środowisko miasta.

3.5.5 Strategia rozwoju miasta Leszna

Strategia rozwoju miasta Leszna zawiera trzy główne cele rozwoju miasta:

- Zmodernizowanie lokalnej gospodarki oraz przyciągnięcie innowacyjnych inwestycji dla budowania trwałego, zrównoważonego rozwoju gospodarczego,
- Poprawa warunków życia ludności przez doskonalenie usług publicznych i stwarzanie warunków dla inicjatyw służących zaspokajaniu potrzeb społeczności lokalnych,
- Budowa ponadlokalnej pozycji miasta jako centrum świadczenia usług dla otaczającego subregionu.

W ramach drugiego celu realizowane jest dziewięć programów w tym m. in. : program Czyste środowisko.

Dzięki programowi Czyste środowisko mają być podniesione świadomość ekologiczna i inwestowanie w niezbędną infrastrukturę. Miernikami dla programu są emisja zanieczyszczeń, parametry stanu środowiska, wielkość zagospodarowywanych odpadów i ilość środków przeznaczonych na ochronę środowiska. W ramach programu Czyste środowisko realizowane jest osiem projektów: Edukacja ekologiczna, Realizacja systemu gospodarki odpadami i osadami ściekowymi, Zagospodarowanie wód opadowych, Rozwój infrastruktury wodno-kanalizacyjnej, Ograniczenie hałasu w mieście, Rozwój miejskiego transportu zbiorowego, Rozwój infrastruktury energetycznej przyjaznej środowisku i Utrzymywanie standardów środowiskowych w zakresie jakości powietrza.

3.5.6 Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Leszna

W Studium sporządzonym w 2000 r. wśród kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta wskazano m.in. kierunek „Ochrona środowiska i ochrona przyrody”, który obejmuje następujące zalecenia:

- wprowadzenie zieleni izolacyjnej przy głównych szlakach komunikacyjnych i wokół terenów przemysłowych,
- sukcesywne zmniejszanie liczby obiektów zaopatrywanych w ciepło ze źródeł opalanych paliwem stałym na rzecz zaopatrywanych z ciepłowni miejskiej lub opalanych gazem,
- ograniczenie w części wschodniej miasta zabudowy wysokiej i zabudowy o dużej intensywności.

Ponadto w ramach kierunków rozwoju infrastruktury technicznej Studium wymienia za celowe m.in. uzupełnienie sieci kanalizacji deszczowej na obrzeżach miasta.

4 Diagnoza

4.1 Charakterystyka miasta

4.1.1 Budowa geologiczna i geomorfologia

Zgodnie z podziałem obszaru Polski na jednostki laramijskie (utworzone na przetomie kredy i kenozoiku oraz we wczesnym paleocenie), Leszno znajduje się w północnym skłonie jednostki geologicznej – monokliny przedsudeckiej. W jej podłożu występują sfałdowane i częściowo zmetamorfizowane skały paleozoiku, należące do sudeckich eksternidów, tworzące liczne antyklinoria i synklinoria. Na utworach starszego paleozoiku zalegają osady cechsztyńsko-mezozoiczne, zapadające na północ i przykryte warstwą osadów kenozoicznych. Strop utworów mezozoicznych znajduje się na głębokości 275m. Miąższość trzeciorzędu na terenie Leszna wynosi około 226m. Osady trzeciorzędowe to przede wszystkim utwory oligoceńskie i mioceńskie (iły, iłowce, mułowce, piaskowce, dolomity, wapień i gipsy). Miąższość utworów czwartorzędowych wynosi do 49 m. Czwartorzęd tworzą gliny zwałowe poprzedzielane osadami piaszczystymi pochodzenia fluwioglacjalnego i rzecznoego.

Według podziału dziesiętnego regionalizacji fizycznogeograficznej Polski (J. Kondracki, 1978), Leszno położone jest głównie w obrębie Wysoczyzny Leszczyńskiej (makroregiony – Nizina Południowowielkopolska), choć północno-zachodnie fragmenty leżą również w granicach Pojezierza Krzywińskiego (makroregion – Pojezierze Leszczyńskie).



Rysunek 1. Położenie miasta Leszna na tle mezoregionów

Źródło: Opracowanie własne

Wysoczyzna Leszczyńska jest mezoregionem o powierzchni ok. 1380 km² i znajduje się pomiędzy pojezierzami Sławskim i Krzywińskim na północy, a Pradolina Głogowską, którą odpływały wody lodowcowo-rzeczne na zachód. Śladami dawnego odpływu są znajdujące się na wysoczyźnie wystlane piaskami doliny Kopanicy, Rowu Krzyckiego i Rowu Polskiego oraz niewielkie pola sandrowe na przedpolu pojezierzy. Wysoczyzna Leszczyńska jest krainą rolniczą z małym udziałem lasów. Leszno położone jest na piaszczystym sandrze, na bezpośrednim przedpolu lądolodu tzw. fazy leszczyńskiej.

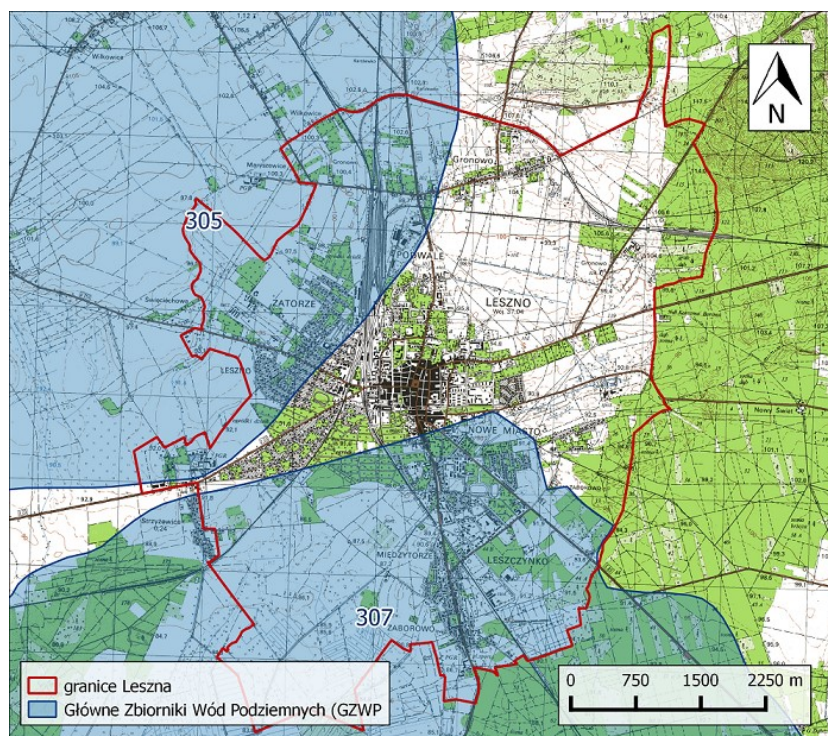
4.1.2 Gleby

W obrębie miasta Leszno występują gleby należące do klas bonitacyjnych od II do VI, czyli od ornej bardzo dobrej do klasy najłabszej. Gleby orne bardzo dobre (II) cechujące się dobrymi właściwościami fizyczno-chemicznymi oraz dobrze wykształconym poziomem akumulacyjnym, występują jedynie w postaci niewielkich płatów w północno-wschodniej części miasta. Gleby klasy III, o słabszych właściwościach, zlokalizowane są w części północno-wschodniej, północnej oraz na terenie ogródków działkowych na południu Leszna. Gleby klas IV-VI, charakteryzujące się gorszymi właściwościami powietrzno-wodnymi i biologicznymi, pokrywają pozostałe tereny miasta.

4.1.3 Wody podziemne

W granicach Leszna zlokalizowane są części dwóch głównych zbiorników wód podziemnych. Pierwszym z nich jest zbiornik o nazwie własnej *Zbiornik międzymorenowy Leszno* (nr 305), którego wody znajdują się w porowatych utworach czwartorzędowych. Jego powierzchnia szacowana jest na 95,9 km², z czego ok. 6,6 km² pokrywa się z obszarem miasta. Szacunkowe zasoby dyspozycyjne wynoszą dla tego zbiornika 15 tys. m³/dobę, z kolei średnia głębokość ujęć oscyluje na poziomie 40 m.

Drugim ze zbiorników jest GZWP *Sandr Leszno* (nr 307), zajmujący ok. 11 km² w południowej części miasta. Podobnie jak w przypadku zbiornika nr 305, wody ulokowane są w porowatych utworach czwartorzędowych. Szacunkowe zasoby dyspozycyjne wynoszą 23 tys. m³/dobę, a średnia głębokość ujęcia – 25 m.

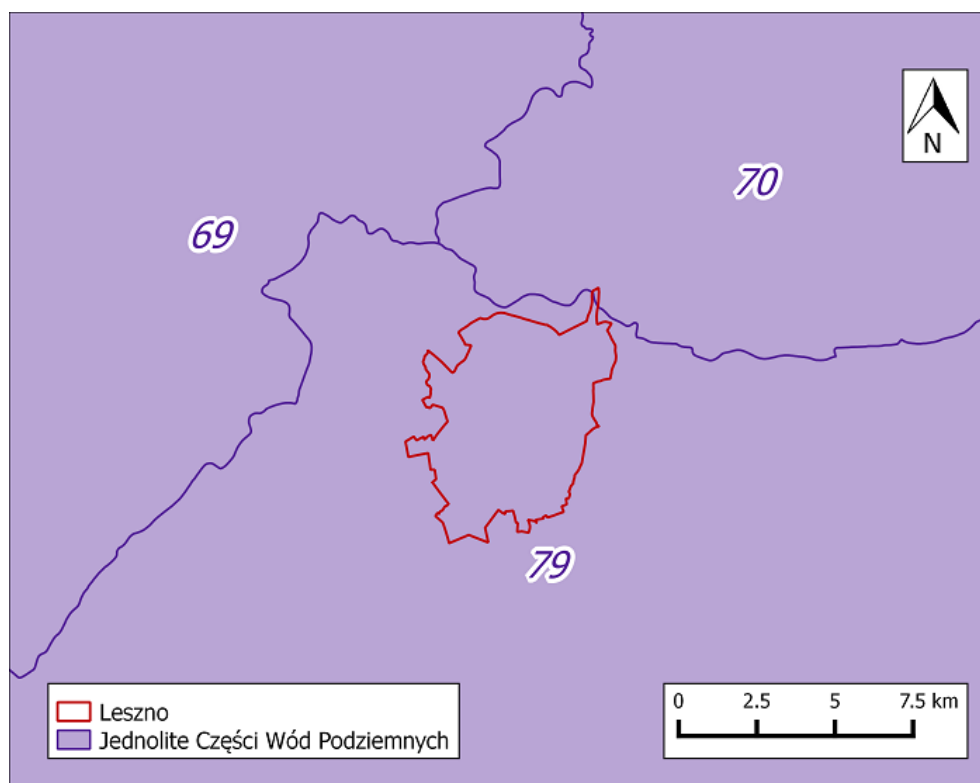


Rysunek 2. Główne Zbiorniki Wód Podziemnych na terenie miasta Leszno

Źródło: Opracowanie własne

Leszno zlokalizowane jest również w obrębie dwóch jednolitych części wód podziemnych:

- a) JCWPd nr 79 – zajmuje powierzchnię 3819,9 km², a głębokość występowania warstw wodonośnych wynosi od 0,5 do 70 m w piętrze czwartorzędowym oraz od 40 do 160 m w piętrze neogeńskim. Charakteryzuje się wielostopniowym systemem krążenia wód podziemnych, dla których głównym źródłem zasilania jest infiltracja opadów atmosferycznych. Struktury czwartorzędowe zasilane są bezpośrednio lub poprzez utwory słabo przepuszczalne w skali lokalnej. Cechą piętra neogeńskiego jest ograniczona więź hydrauliczna pomiędzy poszczególnymi warstwami, ponieważ nie posiadają większego rozprzestrzenia często tworzą izolowane warstwy i soczewy. Zasilanie następuje poprzez przesączanie z nadległych poziomów czwartorzędowych lub bezpośrednio drogą infiltracji opadów przez gliniasto-ilasty nadkład. Odptyw wód podziemnych w obrębie omawianej JCWPd wymuszony jest drenującym charakterem doliny Odry i Baryczy oraz jej dopływów.
- b) JCWPd nr 70 (jedynie niewielki fragment miasta w północno-wschodniej części) – zajmuje powierzchnię 1284,7 km² w dorzeczu Odry. Wody podziemne zlokalizowane są w jej obrębie w 2 piętrach wodonośnych: czwartorzędowym oraz neogeńskim. Piętro czwartorzędowe charakteryzuje się zwierciadłem częściowo napiętym oraz głębokością występowania warstw wodonośnych od 0,5 do 58 m. Zasilanie w tych warstwach odbywa się głównie poprzez infiltrację wód opadowych zarówno do warstw pozbawionych izolacji jak i przesączanie poprzez utwory słabo przepuszczalne. Piętro neogeńskie zasilane jest infiltracją wód poprzez kompleks iłów i glin morenowych z poziomów czwartorzędowych. Drenaż w warunkach naturalnych następuje w dolinach głównych rzek: Warty, Baryczy i Obry w pradolinie oraz eksploatację ujęć.



Rysunek 3. Lokalizacja Leszna na tle jednolitych części wód podziemnych (zgodnie z podziałem obowiązującym w latach 2016-2021)

Źródło: Opracowanie własne

Badania chemizmu wód podziemnych prowadzone są w sieci krajowej, w ramach monitoringu diagnostycznego i operacyjnego, przez Państwowy Instytut Geologiczny w Warszawie. W Lesznie w latach 2011-2016 były prowadzone badania jakości wód podziemnych. Punkt pomiarowy zlokalizowany był w luźnej, miejskiej zabudowie, w obrębie JCWPd nr 79, a wyniki pomiarów pozwoliły przydzielić wody do IV klasy jakości, głównie ze względu na ponadnormatywne stężenia manganu pochodzenia geogenicznego. W badanym okresie jakość wód nie ulegała poprawie lub pogarszaniu.

Tabela 1. Jakość wód podziemnych w miejscowości Leszno w latach 2011-2016

Miejscowość	Użytkowanie terenu	JCWPd	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Zwierciadło wody	Rok	Klasa jakości
Leszno	Zabudowa miejska luźna	79	2,0	swobodne	2016	IV
					2015	IV
					2014	IV
					2013	IV
					2012	IV
					2011	IV

Źródło: Opracowanie własne na podstawie - *Ocena jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych sieci krajowej w ramach monitoringu diagnostycznego stanu chemicznego wód podziemnych w latach 2011-2016*

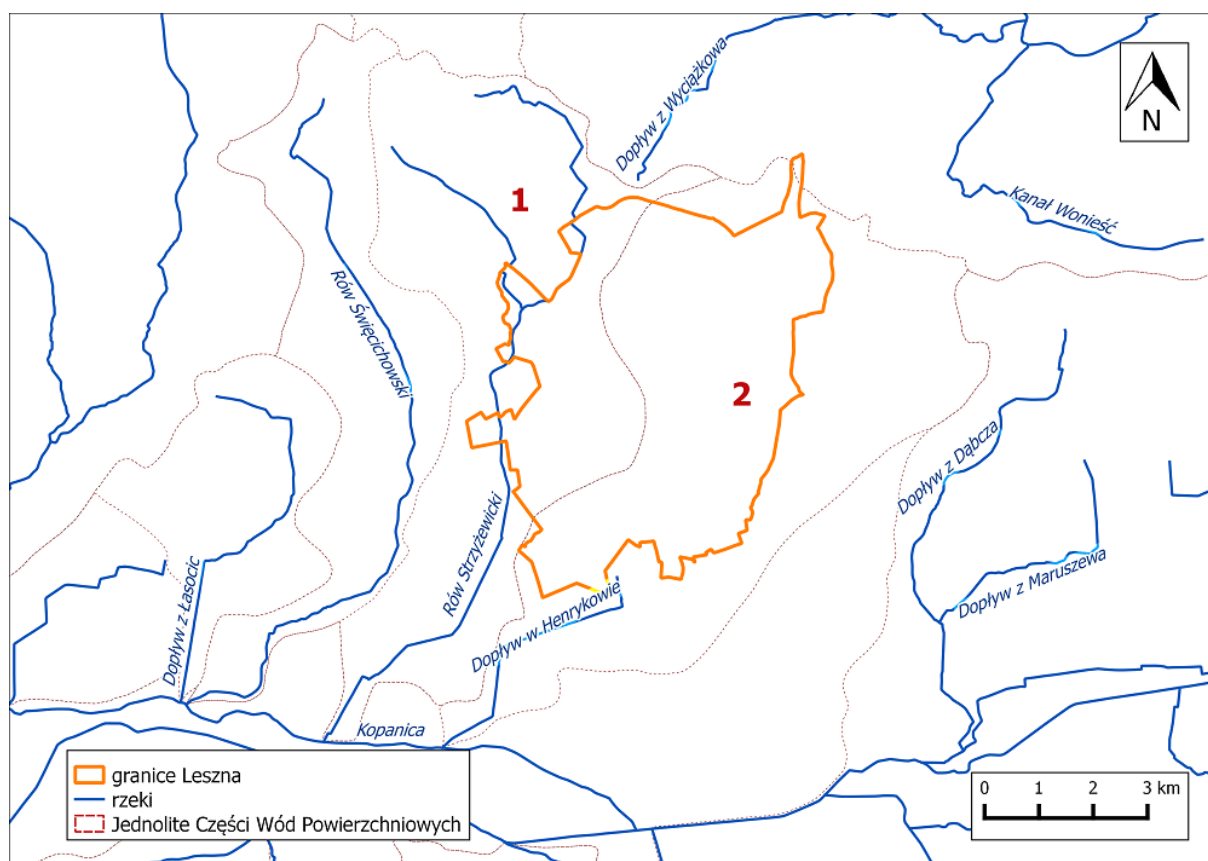
4.1.4 Wody powierzchniowe

Leszno położone jest w zlewni rzeki Kopanicy (Rowu Polskiego). Kopanica stanowi dopływ Rowu Śląskiego, położonego w zlewni Baryczy w dorzeczu Odry. Jej długość wynosi 60 km, a źródła zlokalizowane są w pobliżu miejscowości Gostyń. Teren miasta odwadniają dwa ciek: Dopływ w Henrykowie oraz Rów Strzyżewicki wraz ze swoim niewielkim dopływem wpadającym do jego koryta w północno-zachodniej części miasta.

Sieć rzeczna ma charakter nizinny, cechując się niewielkimi spadkami hydraulicznymi. Układ sieci rzecznej jest ściśle powiązany z morfologią terenu – wszystkie ciek z wysoczyzny morenowej i sandru leszczyńskiego odpływają na południe, gdzie trafiają do doliny Kopanicy (Rowu Polskiego), odwadniającej ten obszar. Poza wymienionymi wcześniej ciekami, miasto poprzecinane jest rowami melioracyjnymi: Rowem „SW”, Rowem nr „II2” oraz Rowem „SL”.

Miasto Leszno leży w obrębie następujących jednolitych części wód powierzchniowych:

- PLRW600017148849 Rów Strzyżewicki,
- PLRW60001714882 Dopływ w Henrykowie.



Rysunek 4. Lokalizacja Leszna na tle jednolitych części wód powierzchniowych
 1 – JCWP Rów Strzyżewicki, 2 – JCWP Dopływ w Henrykowie

Źródło: Opracowanie własne

Jakość wód powierzchniowych

Zgodnie z zapisami ustawy Prawo wodne (Dz.U. 2001 nr 115 poz. 1229) badania monitoringowe wód powierzchniowych w zakresie elementów biologicznych, fizykochemicznych i chemicznych wykonuje Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska (WIOŚ). Na podstawie wyników badań dokonuje się oceny stanu wód, na którą składają się: ocena stanu ekologicznego (w przypadku JCW naturalnych) lub potencjału ekologicznego (JCW silnie zmienione lub sztuczne) oraz ocena stanu chemicznego.

W ostatnich latach badania stanu jakościowego wód JCWP w rejonie Leszna prowadzone były w 2013 r. Badania dotyczyły potencjału ekologicznego wód w punkcie pomiarowo-kontrolnym *Rów Polski – Czarny Las*, zlokalizowanego w obrębie JCWP o nazwie *Polski Rów od Rowu Kaczkowskiego do Baryczy*. Klasyfikacja elementów biologicznych, fizykochemicznych oraz hydromorfologicznych przedstawiała się następująco:

- Klasa elementów biologicznych – I,
- Klasa elementów fizykochemicznych – potencjał poniżej dobrego,
- Klasa elementów hydromorfologicznych – II.

Dokładne wyniki prowadzonych badań przedstawia poniższa tabela.

Tabela 2. Wyniki badań potencjału ekologicznego JCWP Polski Rów od Rowu Kaczkowskiego do Baryczy w punkcie pomiarowo-kontrolnym Rów Polski – Czarny Las

Wskaźnik jakości wody	Jednostka miary	Liczba prób	Minimum	Maksimum	Średnia roczna	Granica oznaczalności	Niepewność pomiaru [%]	Klasa wskaźnika jakości wód
Elementy biologiczne								
Fitobentos (IO)	indeks	1	-	-	0,57	nie dotyczy	12,9	I
Elementy fizykochemiczne								
Temperatura wody	°C	8	2,4	18,7	13,1	nie dotyczy	0,5	I
BZT ₅	mg O ₂ /l	8	1,45	5,73	2,58	0,5	10	I
Azot amonowy	mg N _{NH4} /l	8	0,35	2,31	1,214	0,01	10	I
Azot Kjeldahla	mg N/l	8	1,44	4,06	2,73	0,3	10	potencjał poniżej dobrego
Azot azotanowy	mg N _{NO3} /l	8	0,18	5,85	2,85	0,1	9	II
Azot ogólny	mg N/l	8	2,727	9,4	5,64	0,4	12	II
Fosforany	mg PO ₄ /l	8	0,021	0,963	0,262	0,005	9	II
Fosfor ogólny	mg P/l	8	0,109	0,56	0,302	0,018	9	II

Źródło: Wyniki badań potencjału ekologicznego w punkcie pomiarowo-kontrolnym Rów Polski – Czarny Las na podstawie wyników badań z roku 2013 - http://poznan.wios.gov.pl/gis/ocena2014/rzeki/Row_Polski-Czarny%20Las.pdf

4.1.5 Zagrożenie powodziowe

Z racji braku większych cieków wodnych w rejonie Leszna, na terenie miasta nie występuje ryzyko związane z wystąpieniem powodzi spowodowanej wezbraniem rzeczny. Najbliższymi obszarami, gdzie możliwe jest wystąpienie takiej powodzi, są miejscowości Przybyszewo oraz Rydzyna, w których ryzyko związane jest z wysokimi stanami wody w rzece Rów Polski.

Lokalne podtopienia mogą wystąpić w Lesznie jedynie podczas intensywnych deszczów. W sytuacji, gdy sumy opadów dobowych przekraczają 50 mm, w dużym stopniu nieprzepuszczalne powierzchnie miejskie mogą nie wchłaniać nadmiaru wody, wskutek czego tworzą się płynące ulicami strumienie lub zastoiska wody.

4.1.6 Gospodarka wodno-ściekowa

Ludność Miasta Leszna prawie w 100% zaopatrywana jest w wodę z wodociągu komunalnego zasilanego z ujęć wód podziemnych. Podstawowym zbiornikiem wód podziemnych dla Miasta Leszna jest tzw. Sandr Leszczyński, który został zaliczony do GZWP, wymagających szczególnej ochrony. Na terenie miasta eksploatowane są następujące ujęcia wód:

- Poziom czwartorzędowy sandru, 6 studni:
 - ujęcie Zaborowo – 6 studni,
- Poziom czwartorzędowy wgłębny, 8 studni:
 - ujęcie Poniatowskiego – 2 studnie,
 - ujęcie Przybyszewo – Strzyżewice – 1 studnia,
 - ujęcie Karczma Borowa – 5 studni;

Zestawienie ujęć komunalnych wraz z ich charakterystyką przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 3. Zestawienie komunalnych ujęć wód podziemnych na terenie Miasta Leszna

Lp.	Nazwa ujęcia	Ilość studni			Zasoby eksploatacyjne		Wielkość poboru m ³ /h	Głębokość ostateczna m	Rodzaj i wielkość strefy F (km ²)
		ogółem	czynnych	nieczynnych	Q	S depresja			
					m ³ /h	m	m ³ /h	m	
1.	Leszno Zaborowo	6	6	0	(Q) 500	7,7 – 8,2	260	21 – 28	Bezpośrednia 600m ² Pośrednia 3,7km ²
2.	Karczma Borowa	5	3	2	(Q) 250	7,5-11,5	150	30,0 –36,5	Bezpośrednia 1666m ² Pośrednia 3,7km ²
3.	Przybyszewo - Strzyżewice	1	1	0	(Q) 20	33,1	20	82	Pośrednia 8,4km ²
5.	Leszno ul. Poniatowskiego	2	0	2	(Q) 60	11,8	60	41,5 –44,0	Bezpośrednia 887m ²

Źródło: Program ochrony środowiska dla miasta Leszna na lata 2015 – 2018 z perspektywą do 2022 r.

Charakterystyka ujęć wody

Ujęcie komunalne „Leszno – Zaborowo”

Ujęcie komunalne Leszno „Leszno – Zaborowo” zlokalizowane w centralnej części miasta. Ujęcie charakteryzuje się korzystnymi wydajnościami studni do 100 m³/h, z uwagi na korzystne parametry

warstwy: miąższość 8,0 – 25,0 m, współczynnik filtracji ujętych warstw od piasków średnioziarnistych do żwirów 1,0 – 3,8 m/h. Na ujęciu pracuje 6 studni, a 18 zostało zlikwidowanych od okresu jego budowy w 1899 r. Aktualnie zasoby eksploatacyjne zatwierdzone są w wielkości $Q = 500 \text{ m}^3/\text{h}$ (decyzja KDH/013/5765/93 z dn.30.11.1993).

Ujęcie komunalne „Przybyszewo - Strzyżewice”

Ujęcie „Przybyszewo – Strzyżewice” ujmuje wody z poziomu czwartorzędowego wglębnego (1 studnia). Zasoby eksploatacyjne z ujęcia czwartorzędowego wglębnego wynoszą $= 20 \text{ m}^3/\text{h}$ (decyzja KDH/013/5765/93 z dn.30.11.1993).

Ujęcie komunalne przy ul. Poniatowskiego

Ujęcie przy ul. Poniatowskiego jest dobrze chronione przed przenikaniem zanieczyszczeń, stąd nie ma wyznaczonego terenu ochrony pośredniej. Aktualnie jest nieczynne.

Ujęcie komunalne „Karczma Borowa”

Ujęcie Karczma Borowa ujmuje do eksploatacji poziom wglębny doliny kopalnej Leszno – Osieczna i posiada ustalone zasoby eksploatacyjne w ilości $Q = 250 \text{ m}^3/\text{h}$ przy depresji studziennej $s = 7,5 - 11,5 \text{ m}$ i rejonowej $sr = 6,3 - 7,15 \text{ m}$ dla obszaru $F = 12,25 \text{ km}^2$ (decyzja U.W. w Lesznie z dnia 8.10.1998 r. nr ROS-IV-7523/23/98).

System odprowadzania i oczyszczania ścieków

Miasto Leszno wyposażone jest niemalże w całości w system kanalizacji sanitarnej (w centrum – ogólnospławnej), a obszarami nieskanalizowanymi są tereny jeszcze nie zabudowane. Obszary te są przewidziane do skanalizowania w dokumentach planistycznych oraz planie rozwoju i modernizacji urządzeń kanalizacyjnych. Ścieki odprowadzane są do mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków, o przepustowości $Q_{\text{śrd}} = 24\,000 \text{ m}^3/\text{d}$, zlokalizowanej w miejscowości Henrykowo. Oczyszczone ścieki trafiają do cieku – Rów Polski.

Długość sieci kanalizacji ogólnospławnej na terenie miasta wynosi ok. 53,5 km, a kanalizacji sanitarnej – ok. 133,3 km. Zebrane z terenu miasta ścieki trafiają do głównego kolektora przesyłowego o długości 6,5 km, który łączy Leszno z Henrykowem. Średnica kolektora wynosi 1,8 m.

Wszystkie zakłady przemysłowe funkcjonujące na terenie Leszna są podłączone do systemu kanalizacyjnego.

Kanalizacja deszczowa

Na terenie Leszna zlokalizowanych jest czternaście głównych zlewni wód opadowych lub roztopowych. Wody opadowe z terenu miasta odprowadzane są do rowów odwadniających [wg danych MPWiK]:

- Rów SL Strzyżewice,
- Rów SL ul. Święciechowska i ul. Wolińska,
- Rów SL od ul. Wolińskiej do ul. Szybowników,
- Rów SW od ul. Święciechowskiej do ul. Kossaka,
- Rów SA od ul. Kąkolewskiej do al. 21-go Października,
- Rów II ZL Zaborowo od ul. Górowskiej do ul. Kryłowa,
- Rów z Zaborowa od ul. Kryłowa,
- Rów Ściekowy Henrykowski.

Wody opadowe z pozostałej części miasta Leszna, obejmującej centrum, odprowadzane są do oczyszczalni ścieków w Henrykowie za pośrednictwem kanalizacji ogólnospławnej.

4.1.7 Lasy

Wg danych GUS z 2015 roku, Leszno charakteryzuje się niewielką powierzchnią gruntów leśnych, wynoszącą 245,83 ha, w efekcie czego wskaźnik lesistości kształtuje się na poziomie 7,5%. Jest to wynik zdecydowanie niższy od średniej lesistości województwa wielkopolskiego, wynoszącej 25,7% oraz od średniej dla całej Polski (29,5%). W latach 2006-2015 powierzchnia gruntów leśnych na terenie miasta ulegała niewielkim zmianom, jednak w stosunku do 2006 roku areał tych gruntów zmniejszył się o 0,6 ha.

Tabela 4. Zmiany powierzchni gruntów leśnych w Lesznie w latach 2006-2015

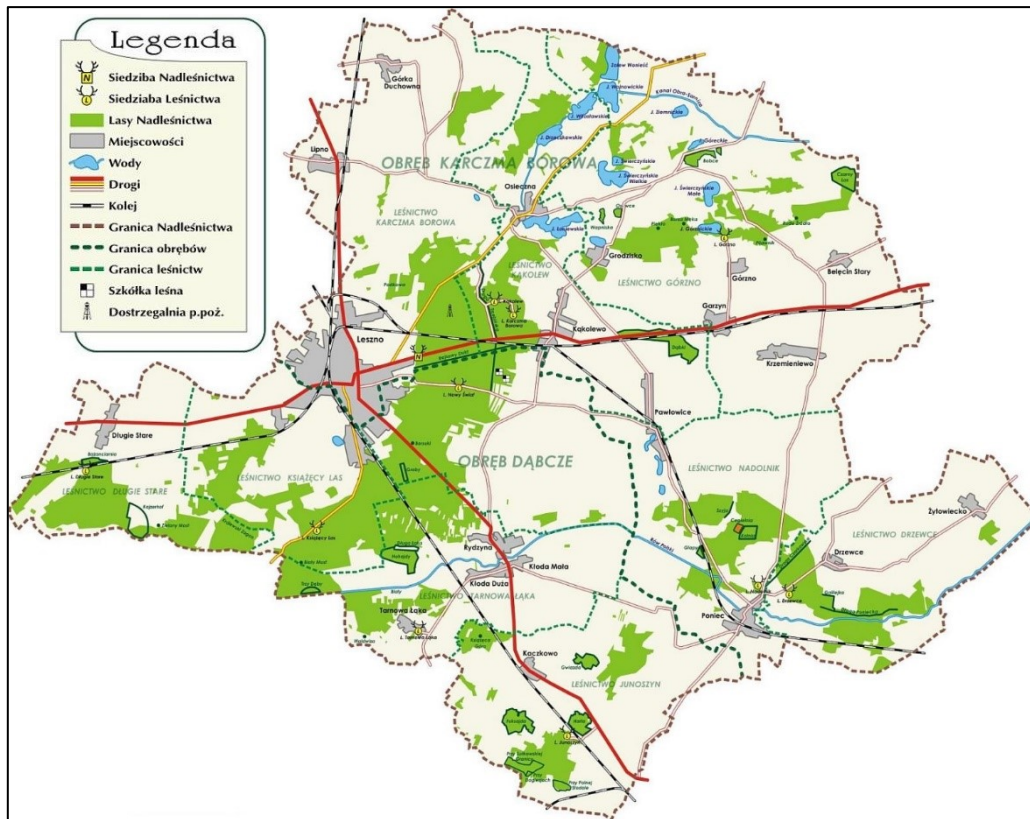
Wyszczególnienie	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Pow. ogółem [ha]	246,4	247,6	245,5	245,3	245,3	245,3	245,8	245,8	245,8	245,8
Lesistość [%]	7,6	7,6	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Grunty leśne publiczne [ha]	233,5	234,7	231,9	231,7	231,7	231,7	231,7	231,7	231,7	231,7
Grunty leśne prywatne [ha]	12,9	12,9	13,6	13,6	13,6	13,6	14,1	14,1	14,1	14,1

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS

Lasy w obrębie miasta stanowią lasy komunalne (ok.55ha), lasy prywatne (ok.14ha) oraz lasy wchodzące w skład Nadleśnictwa Karczma Borowa (ok.176 ha). Gospodarkę w lasach nadleśnictwa prowadzi się w oparciu o 10-letnie Uproszczone Plany Urządzenia Lasu. W skład gatunków drzew występujących na tych terenach wchodzi w przeważającej części sosna pospolita, olsza, dęby i buki, natomiast mniej liczne są cis oraz czereśnia ptasia. Nadzór nad gospodarką leśną w lasach komunalnych i lasach prywatnych na terenie miasta Leszno sprawuje Prezydent Miasta Leszno w porozumieniu z Nadleśnictwem Karczma Borowa.

W pobliżu miasta oraz na jego terenie lasy są intensywnie użytkowane przez spacerowiczów, biegaczy czy rowerzystów. W związku z tym teren nadleśnictwa poprzecinany jest licznymi ścieżkami pieszymi i rowerowymi. Znajduje się tutaj również rezerwat przyrody *Ostoja żółwia błotnego*, mający za zadanie ochronę tego rzadkiego gatunku. Chronionych jest 37 szt. wiekowych drzew, głównie buków i dębów, które zyskały status pomników przyrody.

Lasy Nadleśnictwa, ze względu na duże rozczłonkowanie, strukturę wiekową i skład gatunkowy, są jedynie w niewielkim stopniu narażone na czynniki biotyczne. Istotny problem dla zdrowotności drzewostanów stanowią jednak gazy i pyły przemysłowe, przez oddziaływanie których cały obszar Nadleśnictwa został w 1994 r. zaklasyfikowany do I strefy uszkodzeń przemysłowych. Zagrożenie antropogeniczne związane jest dodatkowo z występowaniem pożarów. Poza działalnością człowieka istotny wpływ na pojawianie się pożarów mają również warunki meteorologiczne: temperatura powietrza, prędkość i kierunek wiatru, wilgotność powietrza oraz opady atmosferyczne.



Rysunek 5. Mapa Nadleśnictwa Karczma Borowa

Źródło: <http://www.karczmaborowa.poznan.lasy.gov.pl/polozenie>

4.1.8 Szata roślinna

Według podziału geobotanicznego Polski, zaproponowanego przez Matuszkiewicza (1993), Leszno położone jest w granicach działu Brandenbursko-Wielkopolskiego (kraina Południowowielkopolsko-Łużycka, podkraina Wschodnia, okręg Leszczyński, podokręg Leszczyński). W ujęciu ogólnym roślinność działu zdominowana jest przez lasy liściaste klasy *Querc-Fagetea* (eutroficzne i mezotroficzne lasy liściaste), reprezentowane głównie przez związek *Carpinion* (lasy grądowe), w mniejszym stopniu przez związek *Fagion* (lasy bukowe), jeszcze rzadziej przez związek *Quercion patraeo-pubescentis* (ciepłolubne dąbrowy). Na uboższych siedliskach występują acidofilne dąbrowy typu atlantyckiego z klasy *Quercetea robori patraeae* oraz ogólnie kontynentalne bory sosnowe.

W porównaniu z innymi działami Prowincji Środkowoeuropejskiej, Dział Brandenbursko-Wielkopolski wyróżnia się specyfiką zbiorowisk grądowych, należących do zespołu *Galio-Carpinetum* (grąd środkowoeuropejski). Zbiorowiskiem charakterystycznym dla tego działu jest zespół acidofilnego lasu dębowego *Calamagrostio-Quercetum*. Na obszarze Działu dominują dwa typy krajobrazów roślinnych: krajobraz grądowy, związany głównie z obszarami wysoczyzn morenowych lub zastoiskowych z gliniastym lub ilastym podłożem, oraz krajobraz borów i borów mieszanych, zajmujący równiny sandrowe oraz terasy rzeczne w pradolinach o podłożu piaszczystym.

Roślinność potencjalna

Roślinność potencjalna rozumiana jest jako hipotetyczny stan roślinności na danym obszarze, jaki mógłby zostać osiągnięty na drodze sukcesji pierwotnej lub wtórnej, przy wyeliminowaniu oddziaływania człowieka. Na terenie Leszna wyróżnić można 2 zespoły roślinne:

- *Galio Carpinetum* – **grąd środkowoeuropejski** (typ: bogaty) – wielogatunkowy las liściasty siedlisk eutroficznych świeżych i umiarkowanie wilgotnych, występujący między innymi w Wielkopolsce i na Śląsku. Gatunkami charakterystycznymi zespołu są *Galium sylvaticum* (przytulia leśna), *Ranunculus auricomus* (jaskier różnolistny), *Carex umbrosa* (turzyca cienista), a także regionalnie inne gatunki charakterystyczne dla związku *Carpinion* (lasów grądowych), z wyjątkiem *Carex pilosa* (turzyca otrzęsiona) i *Galium schultesii* (przytulia Schultesa), nie występującymi lub występującymi tylko w nielicznych regionach w tym zespole.
- *Ficario Ulmetum* – **łęg jesionowo-wiązowy** – las jesionowo-wiązowy bardzo żyznych siedlisk, zróżnicowany na dwie wyraźne postacie siedliskowe, występujący typowo na madach w dużych dolinach rzecznych lub w specjalnej postaci na czarnych ziemiach poza dolinami. Zespół *Ficario-Ulmetum* jest typowym reprezentantem związku *Alno-Ulmion* (lasów łęgowych). Najczęściej występującymi gatunkami, charakterystycznymi dla ww. związku są w przypadku tego zespołu: *Ulmus minor* (wiąz pospolity), *Ficaria verna* (ziarnopłon wiosenny), *Circaea lutetiana* (czartawa pospolita), *Padus avium* (czeremcha zwyczajna), *Plagiomnium undulatum* (płożymrzyk falisty), *Festuca gigantea* (kostrzewa olbrzymia), rzadziej *Ribes spicatum* (porzeczka czerwona) i *Agropyron caninum* (perz psi).

W najbliższym sąsiedztwie miasta występują również zespoły:

- *Quercu-Pinetum* – **kontynentalny bór mieszany** – zespół występujący w środkowej i wschodniej Polsce na słabo zbielicowanych, mezotroficznych glebach gliniasto-piaszczystych. Dominującymi gatunkami w drzewostanie są sosna (*Pinus*) i dwa rodzaje dębu, z przewagą dębu szypułkowego (*Quercus robur*). Występują również domieszki drzew, takich jak: brzoza brodawkowata (*Betula pendula*), osika (*Populus tremula*), świerk (*Picea*) i modrzew (*Larix Mill*). W warstwie krzewów dominują leszczyna, kruszyny, jarzębiny, jałowiec. Górną warstwę runa często tworzy orlica pospolita (*Pteridium aquilinum*). Liczne w tej warstwie są również m.in. borówka czarna (*Vaccinium myrtillus*), nawłóć pospolita (*Solidago virga aurea*), siódmaczek leśny (*Trientalis europaea*), wrzos pospolity (*Calluna vulgaris*).
- *Fraxino-Alnetum* – **łęg olszowo-jesionowy** – typowym miejscem występowania tego zespołu roślinnego są dna dolin mniejszych rzek i strumieni. Łęgi zajmują różne typy gleb hydrogenicznych, semihydrogenicznych lub napływowych. Zalewy powierzchniowe wodami rzeczными mogą występować co roku lub co kilka lat. Drzewostan zdominowany jest przez olszę czarną (*Alnus glutinosa*), której najczęściej towarzyszy domieszka jesionu wyniosłego (*Fraxinus excelsior*). W niektórych przypadkach jesion może występować z olszą w równych proporcjach lub nawet dominować w drzewostanie. Mniej liczne są: klon zwyczajny (*Acer platanoides*), jawor (*Acer pseudoplatanus*), grab zwyczajny (*Carpinus betulus*) i świerk pospolity (*Picea abies*). Warstwę krzewów tworzą porzeczka czarna (*Ribes nigrum*) i czerwona (*Ribes spicatum*), leszczyna pospolita (*Corylus avellana*), trzmielina zwyczajna (*Euonymus europea*), kalina koralowa (*Viburnum opulus*). Skład runa jest zmienny, jednak do najczęściej występujących gatunków zaliczają się m.in. pokrzywa (*Urtica dioica*), nacierpek pospolity (*Impatiens noli-tangere*), podagrycznik pospolity (*Aegopodium podagraria*), czartawa pospolita (*Circaea lutetiana*), gajowiec żółty (*Galeobdolon luteum*).

Tereny zieleni miejskiej

Zieleń miejska ma duże znaczenie w kształtowaniu warunków życia mieszkańców. Poza funkcją estetyczną i rekreacyjną, zieleń miejska odgrywa również istotną rolę w regulowaniu warunków

termicznych obszarów zabudowanych. Przyczynia się do zmniejszenia natężenia zjawiska miejskiej wyspy ciepła, co skutkuje złagodzeniem warunków bioklimatycznych silnie obciążających organizm człowieka, szczególnie w okresie letnim. Wyróżnia się kilka typów zieleni miejskiej, m.in.:

- Parki spacerowo-wypoczynkowe – tereny zieleni z roślinnością wysoką i niską o powierzchni co najmniej 2 ha, urządzone i konserwowane z przeznaczeniem na cele wypoczynkowe ludności, wyposażone w drogi, aleje spacerowe, ławki, place zabaw itp. Do powierzchni parku zalicza się również zbiorniki wodne znajdujące się na jego terenie.
- Zieleńce – tereny o powierzchni poniżej 2 ha, pełniące głównie funkcje wypoczynkową. Zalicza się do nich również zielen przy budynkach użyteczności publicznej, pomnikach oraz bulwary i promenady. Zieleniec mogą tworzyć zarówno kompozycje zieleni niskiej, jak i nasadzenia drzew i krzewów,
- Tereny zieleni osiedlowej – towarzyszące zabudowie mieszkaniowej, pełniące funkcję wypoczynkową, izolacyjną i estetyczną. Są to zarówno trawniki, kwietniki, kompozycje z elementami nasadzeń drzew i krzewów, jak również tereny boisk, placów do gier i podobnych obiektów porośniętych zielenią,
- Zielen uliczna – tereny zielone towarzyszące komunikacji miejskiej.

W Lesznie zlokalizowane są wszystkie ww. typy terenów zieleni miejskiej, jednak ich powierzchnia w latach 2006-2015 ulegała systematycznemu zmniejszaniu. Zmiany areału terenów zielonych w mieście przedstawia poniższa tabela

Tabela 5. Zmiany powierzchni terenów zieleni miejskiej w Lesznie w latach 2006-2015 [ha]

Wyszczególnienie	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Parki spacerowo-wypoczynkowe	14,7	14,7	11,5	11,5	10,9	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Zieleńce	25,2	25,2	14,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,6	16,6	16,1
Zielen uliczna	35,2	44,4	31,9	43,9	45,4	46,3	46,3	46,7	46,7	46,7
Tereny zieleni osiedlowej	80,6	80,6	85,6	85,6	65,6	65,7	55,8	55,8	51,4	52,81
Suma	155,7	164,9	143,5	157,5	138,4	138,5	128,6	129,1	124,7	125,6

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS

Na terenie miasta znajduje się 7 parków, z czego 6 administrowanych jest przez Miejski Zakład Zieleni, a 1 zarządzany jest przez PKP (dane za: *POŚ dla miasta Leszna na lata 2015-2018*). Wykaz parków miejskich wraz z ich powierzchniami przedstawia poniższa tabela.

Tabela 6. Parki miejskie na terenie Leszna

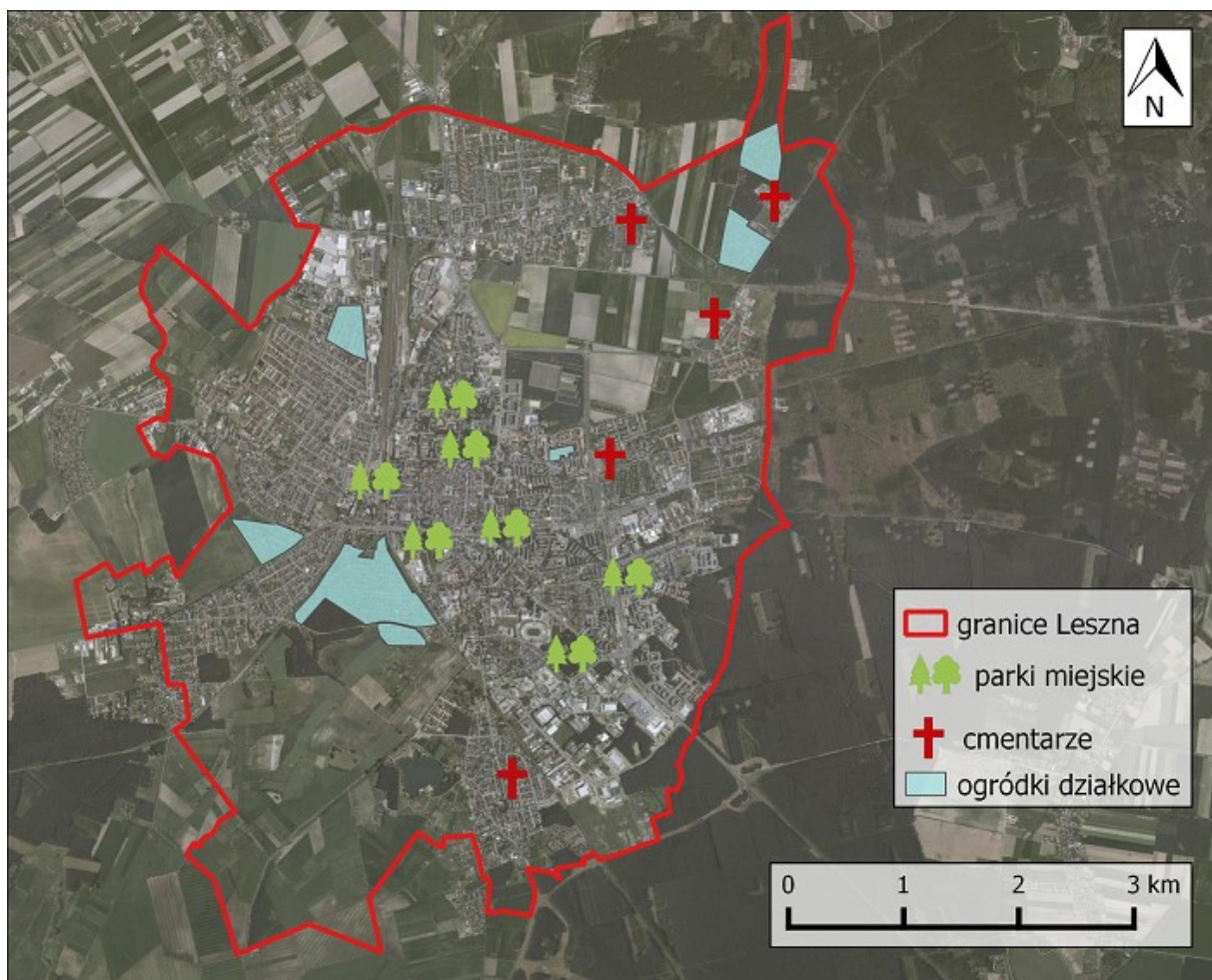
Nazwa Parku	Powierzchnia [ha]	Organ administrujący
Park Tysiąclecia	6,42 ha	Miejski Zakład Zieleni
Park Estkowskiego - Jonstona	3,58 ha	
Park Johanna Heermanna	1,73 ha	
Park Leszczyńskich Satyryków	1,49 ha	
Park T. Kościuszki	1,65 ha	
Park przy ul. Kiepury (Park Sygietyńskiego)	0,99	
Park przy ul. Dworcowej	1,0 ha	PKP

Źródło: MZZ, *POŚ dla miasta Leszna na lata 2015-2018r.*

Poza miejskimi parkami, w Lesznie znajduje się również 9 ogrodów działkowych:

- ROD „Przodujący Kolejarz”,
- ROD „Kolejarz”,
- ROD „Bratek”,
- ROD im. M. Buczka,
- ROD „Leszczyńko”,
- ROD im. Króla S. Leszczyńskiego,
- ROD im. K. Świerczewskiego,
- ROD „Grzybowo”,
- ROD „Miedzylesie”.

Dodatkowo, za tereny zielone miasta mogą być uważane również cmentarze, których jest aktualnie 5.



Rysunek 6. Lokalizacja parków miejskich, cmentarzy i ogródków działkowych w Lesznie

Źródło: Opracowanie własne

Według danych GUS w latach 2006-2015 na terenie Leszna przybyło łącznie 4 199 drzew oraz 32 699 krzewów. W samym 2015 roku wsadzono ich łącznie odpowiednio 1 391 i 2 720 sztuki. Największy wzrost liczby nasadzeń zarówno drzew jak i krzewów zanotowano w 2013 roku, kiedy to w przypadku tych pierwszych wsadzono 2 963 sztuki, a przypadku drugich aż 12 423 sztuki.

Tabela 7. Nasadzenia i ubytki drzew i krzewów w Lesznie w latach 2006-2015

Wyszczególnienie	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Nasadzenia drzew	973	799	611	600	720	1 505	870	2 963	683	1 391
Ubytki drzew	225	696	524	450	1 949	463	434	245	1 484	446
Bilans	748	103	87	150	-1 229	1 042	436	2 718	-801	945
Nasadzenia krzewów	2 886	3 646	2 616	2 800	84	5 403	2 942	12 714	2 751	2 720
Ubytki krzewów	1 250	1 679	0	0	0	0	840	291	1 039	764
Bilans	1 636	1 967	2 616	2 800	84	5 403	2 102	12 423	1 712	1 956

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS

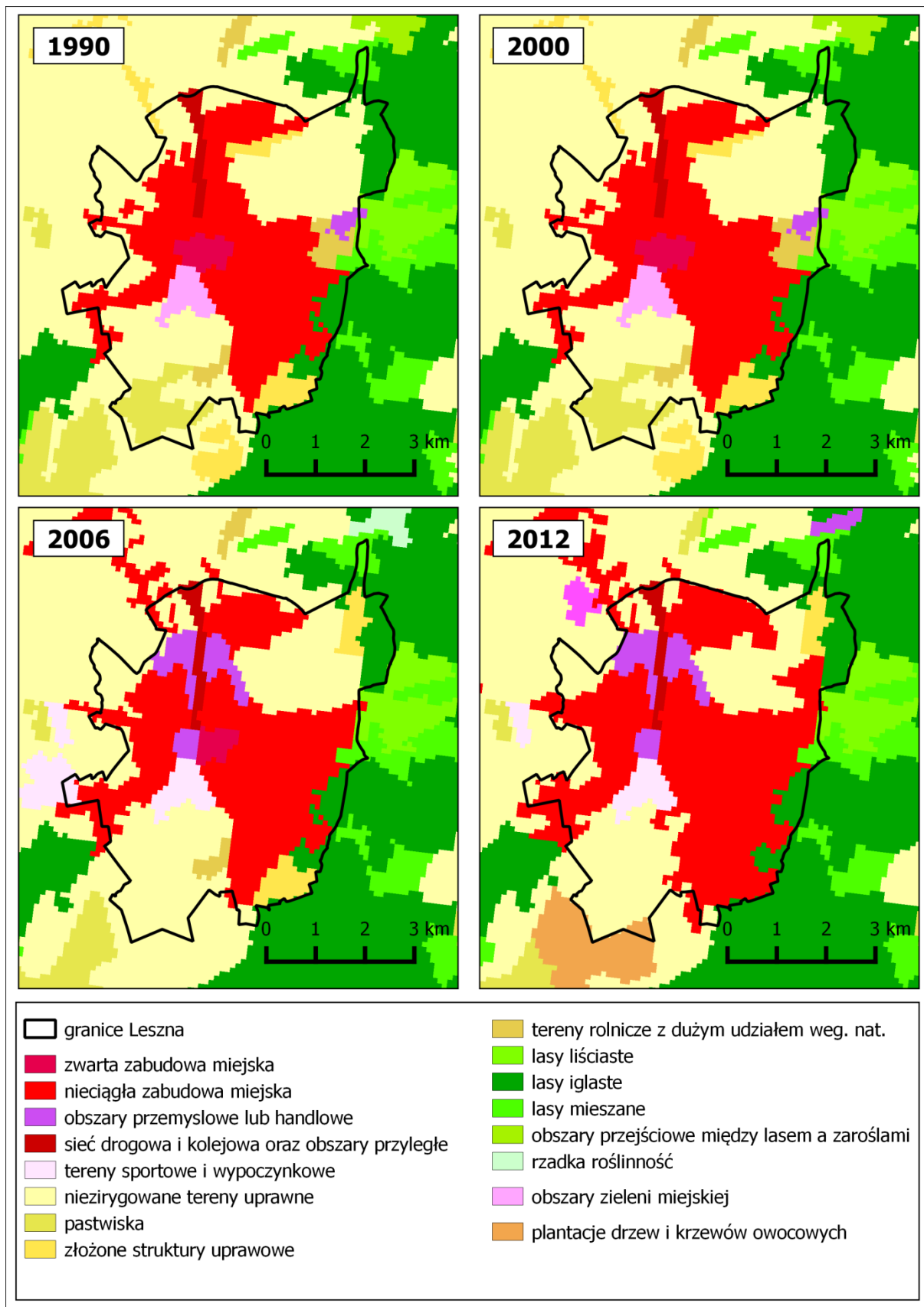
4.1.9 Zmiany pokrycia terenu

Zgodnie z mapami pokrycia terenu Corine Land Cover (CLC), w 1990 r. największy udział w powierzchni miasta posiadały tereny nieciągłej zabudowy miejskiej (37,6%), na drugim miejscu klasyfikowały się z kolei niezirygowane tereny uprawne (37,1%). Inne typy pokrycia terenu nie zajmowały z reguły więcej niż 5% powierzchni miasta, z wyjątkiem lasów iglastych, których udział szacowano na 6,4%.

Do roku 2000 nie nastąpiły praktycznie żadne zmiany w strukturze pokrycia terenu na omawianym obszarze jak i w bezpośrednim sąsiedztwie miasta. Dopiero w latach 2000-2006 obserwowano gwałtowny wzrost udziału powierzchni nieciągłej zabudowy miejskiej (do 41,4%) oraz obszarów przemysłowych i handlowych (z 0,7% w 2000 r. do 4,7% w 2006 r.). Równocześnie z tymi przemianami powierzchni następował ubytek niezirygowanych terenów uprawnych, jak również terenów rolniczych z dużym udziałem wegetacji naturalnej.

W kolejnych latach, aż do 2012 r., następowała sukcesywna ekspansja luźnej tkanki miejskiej, szczególnie w części północnej, północno-wschodniej i południowej miasta. Zajmowała ona głównie niezirygowane tereny uprawne oraz złożone struktury uprawowe. Na południe od granic miasta, powierzchnie wcześniej wykorzystywane rolniczo lub jako pastwiska, zajęły plantacje drzew i krzewów owocowych.

Zmiany struktury przestrzennej miasta, a także pokrycia terenu na jego obszarze, nie stanowią czynnika powodującego zwiększenie wrażliwości Leszna na zmieniające się warunki klimatyczne, w szczególności pod względem temperatury powietrza. Trzy kliny terenów niezabudowanych (głównie rolniczych), „wchodzące” na obszar miasta od północnego wschodu, północnego zachodu oraz od strony południa (gdzie dużym udziałem odznaczają się ogrody działkowe), stanowią miejsce redukcji niekorzystnych warunków bioklimatycznych w lecie oraz przyczyniają się do lepszego przewietrzania miasta w ciągu roku. Korzystnie na klimat w mieście, z punktu widzenia mieszkańców, oddziałują również tereny leśne, otaczające miasto od strony wschodniej. W latach 1990-2012 ściana lasu nie podlegała odsuwaniu od miasta i nie zmieniła się również znacząco powierzchnia lasów.



Rysunek 7. Zmiany struktury pokrycia terenu w Lesznie w latach 1990-2012

Źródło: Opracowanie własne na podstawie map Corine Land Cover

4.1.10 Klimat

Miasto Leszno, podobnie jak cały obszar Polski, położone jest w strefie klimatu umiarkowanego ciepłego przejściowego, pomiędzy klimatem kontynentalnym Europy Wschodniej a klimatem oceanicznym Europy Zachodniej. Cechy klimatu uwarunkowane są wpływami rozległych obszarów lądowych na wschodzie oraz wpływem Oceanu Atlantyckiego. Jedną z przyczyn przejściowości klimatycznej są warunki orograficzne, między innymi brak łańcuchów górskich o orientacji południkowej, sprzyjający przenikaniu z zachodu mas powietrza oceanicznego i mas powietrza kontynentalnego ze wschodu. Powoduje to w konsekwencji dużą zmienność typów pogody, zarówno w cyklu rocznym, jak i wieloleciu.

Położenie Leszna w regionie klimatycznym

Według regionalizacji klimatycznej Polski A. Wosia (1993) opartej na częstości występowania dni z określonymi typami pogody, Leszno znajduje się w regionie Wielkopolskim Południowym (XVI). Region ten charakteryzuje się stosunkowo dużą liczbą dni w roku z pogodą umiarkowanie ciepłą, ze średnią temperaturą dobową w granicach 5,1-15,0°C, pochmurną (średnie zachmurzenie 21-79%) z brakiem opadów atmosferycznych (dobowa suma opadu <0,1 mm). Do stosunkowo licznych należą również dni bardzo ciepłe, z pogodą pochmurną i bez opadu, których notuje się ok. 38 w roku.

Suma godzin usłonecznienia rzeczywistego w regionie Wielkopolskim Południowym wynosi średnio 1565 godz. rocznie. Najwyższe wartości usłonecznienia notuje się latem, w czerwcu dochodzą one do 7,2 h w ciągu doby. Minima notowane są z kolei w grudniu i wynoszą 1,1 godz. na dobę.

Średnia roczna temperatura powietrza w tym regionie jest jedną z najwyższych w Polsce i wynosi 8,3°C. Minimalne średnie odczyty notowane są w styczniu (-1,5°C), natomiast najwyższe w lipcu (18,1°C). Średnia roczna amplituda temperatury powietrza znajduje się na poziomie 19,8°C.

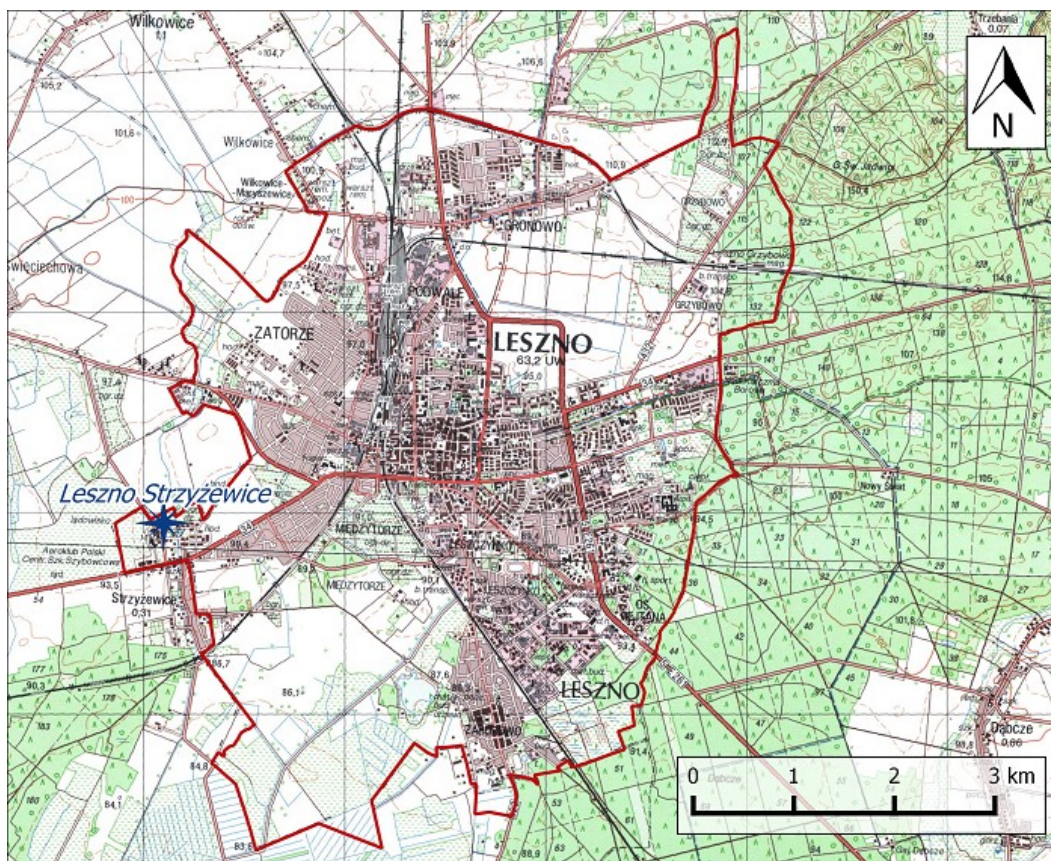
Najniższe średnie zachmurzenie ogólne nieba notuje się w miesiącach letnich (VI-VIII), z minimum w sierpniu (58%). W zimie zachmurzenie jest większe i wynosi średnio 74%, przy czym w grudniu dochodzi średnio do 77%.

Suma opadów atmosferycznych wynosi przeciętnie 526 mm. Miesiącem o najwyższych opadach jest lipiec (76 mm), z kolei najniższe sumy odczytuje się w lutym (26 mm). W całym regionie notuje się rocznie 159 dni z opadem, z czego najwięcej przypada na miesiące zimowe (XII-II) mimo, iż pod względem objętości opadu spada go wówczas najmniej.

W regionie Wielkopolskim Południowym średnia łączna liczba dni pogodnych w ciągu roku wynosi 38 (za dzień pogodny uznaje się dzień z zachmurzeniem średnim dobowym <20%). Dni pochmurnych (zachmurzenie ogólne średnie dobowe \geq 80%) notuje się 131. Ponadto przez ok. 88 dni region doświadcza pogody bardzo ciepłej, a przez 71 dni – bardzo zimnej.

Warunki klimatyczne w Lesznie

Dane klimatyczne przedstawione w poniższym podrozdziale opracowane zostały na podstawie pomiarów meteorologicznych, dokonywanych w Lesznie na stacji meteorologicznej I rzędu *Leszno Strzyżewice* (kod stacji: 351160418). Stacja położona jest w pobliżu lotniska *Leszno-Strzyżewice*, na wysokości 91 m n.p.m. (współrzędne: 51°49'40" ϕ N, 16°32'15" λ E). Lokalizację stacji przedstawiono na poniższej mapie.



Rysunek 8. Lokalizacja stacji meteorologicznej Leszno Strzyżewice

Źródło: Opracowanie własne

Opis klimatu w poniższym podrozdziale oparty został na literaturze z dziedziny klimatologii Polski oraz własnych obliczeniach, dokonanych na bazie danych udostępnianych przez NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration - Amerykańska Narodowa Służba Oceaniczna i Meteorologiczna*). Dane te obejmują okres od 1986 do 2013 roku, z wyłączeniem lat 1992-1993, w których miały miejsce znaczące braki w danych.

Usłonecznienie

Suma godzin usłonecznienia rzeczywistego w ciągu roku w Lesznie wynosi średnio ok. 1650 godzin. Najwyższa suma godzin słonecznych zanotowana została w roku 1982 i wyniosła ok. 1900 godzin, natomiast najniższa suma pojawiła się w roku 1980 (ok. 1350 godz.). Sumy usłonecznienia w wybranych miesiącach przedstawiono w tabeli poniżej.

Tabela 8. Średnie sumy usłonecznienia rzeczywistego w wybranych miesiącach roku w Lesznie (wartości przybliżone)

Wyszczególnienie	I	IV	VII	X
Wartość usłonecznienia [h]	50	165	230	105

Źródło: *Atlas klimatu województwa wielkopolskiego (2004)*

Temperatura powietrza

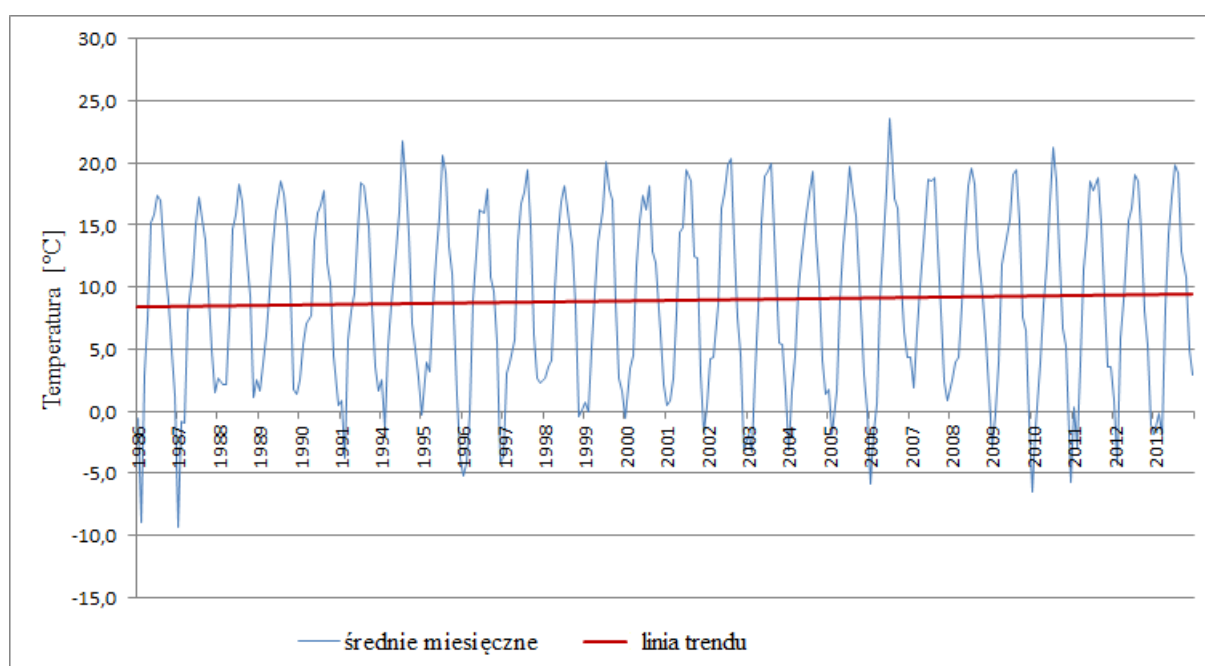
Średnia roczna temperatura powietrza w Lesznie, obliczona na podstawie danych z lat 1971-2000, wyniosła 8,3°C. Najwyższe średnie wartości tego elementu notowane są w lipcu (18,1°C), z kolei najniższe w styczniu (-1,2°C).

Tabela 9. Średnie miesięczne, maksymalne i minimalne średnie wartości temperatury w Lesznie

Wyszczególnienie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Średnia temperatura	-1,2	-0,5	3,4	7,7	13,4	16,3	18,1	17,5	13,0	8,2	3,2	0,4
Min. średnia*	-9,3	-9,0	-2,0	5,7	9,5	14,3	15,9	15,4	10,8	5,5	-0,5	-5,8
Maks. średnia*	4,3	5,4	7,1	11,8	16,4	18,9	23,6	20,4	17,0	12,3	6,5	4,3

Źródło: Opracowane na podstawie – *Atlas klimatu województwa wielkopolskiego* (2004) oraz *własnych obliczeń

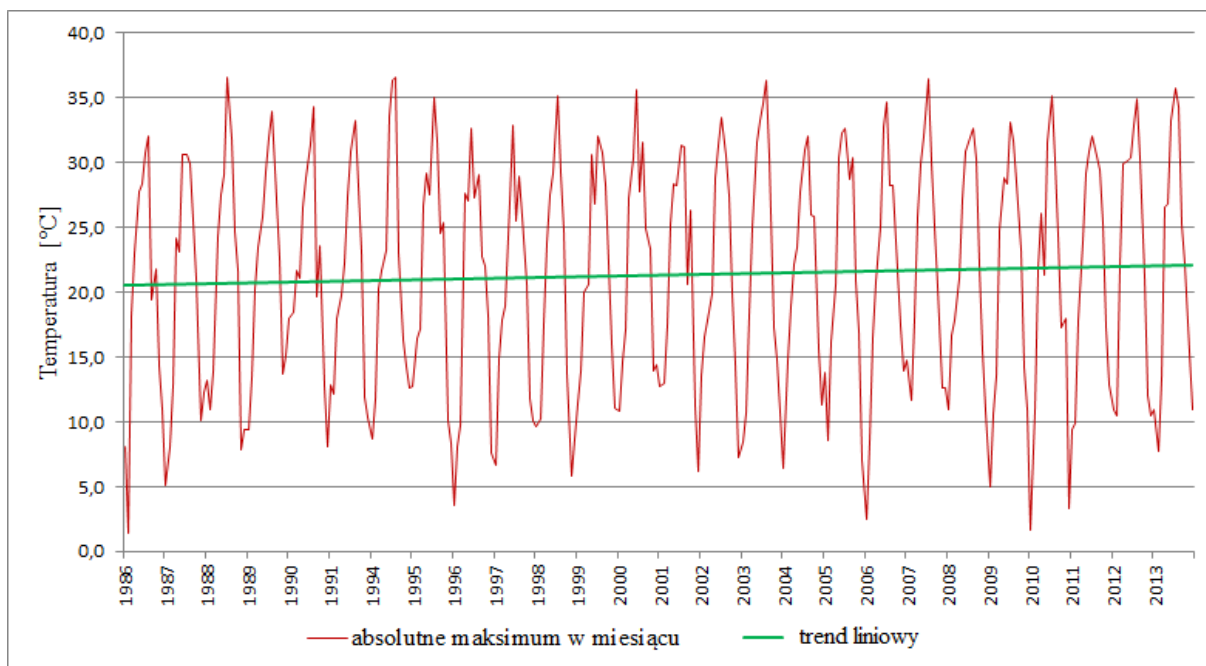
Analiza średnich miesięcznych temperatury w latach 1986-2013 wykazuje rosnący trend wartości tego elementu w czasie, co zgodne jest z ogólnym trendem obserwowanym w ostatnich latach zarówno w Polsce, jak i w całej Europie. W omawianym okresie pomiarów średnia temperatura w Lesznie wzrosła o ok. 1°C.



Rysunek 9. Średnie miesięczne wartości temperatury w Lesznie w latach 1986-2013

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych NOAA

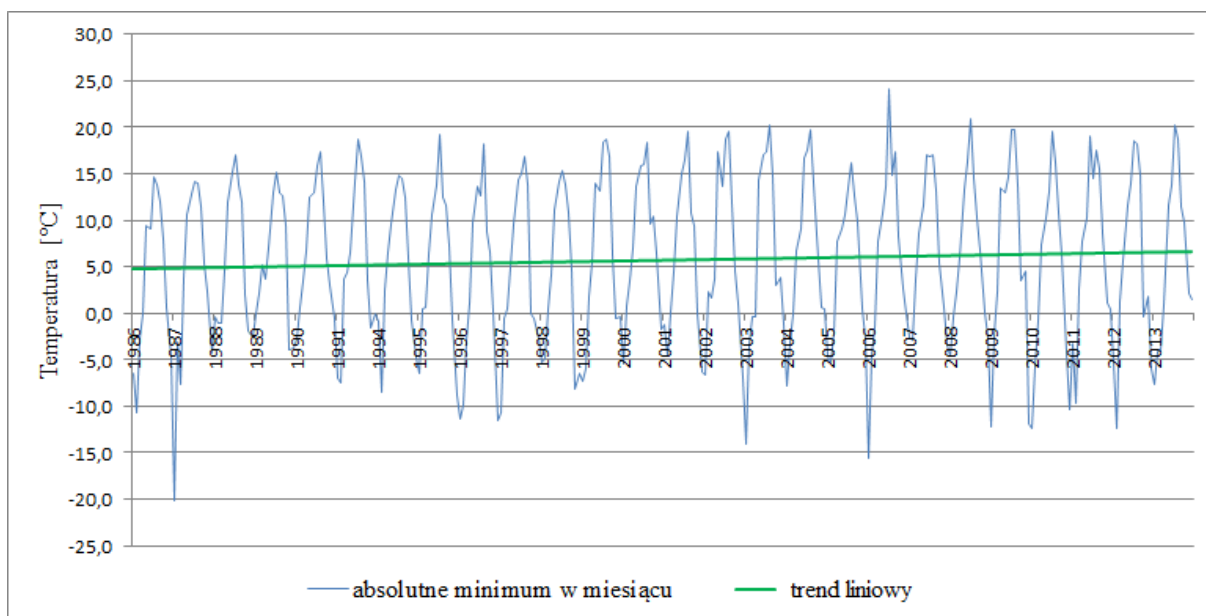
Jeszcze wyraźniej zmiany klimatyczne zaobserwować można na przykładzie przebiegu wartości maksymalnych każdego miesiąca (rysunek poniżej). W tym przypadku zmiana temperatury wyniosła na przestrzeni lat 1,6°C. Największe zmiany absolutnych maksimów temperatury zanotowano w wrześniu i listopadzie, gdzie zwiększały się one odpowiednio o 0,20°C i 0,18°C z każdym kolejnym rokiem.



Rysunek 10. Absolutne maksima temperatury każdego miesiąca w latach 1986-2013 w Lesznie

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych NOAA

Jeszcze większemu wzrostowi podlegają z kolei absolutne minima temperatury. W badanych latach wzrosły one średnio o 1,9°C. Coraz częściej notowano lata, w których w lipcu lub w sierpniu temperatura minimalna nie spadała poniżej 18°C. Częściej dochodziło również do sytuacji, w której w ciągu roku absolutne minima temperatury nie spadały poniżej -5°C. Miesiącami w których najwyraźniej obserwowano skutki ocieplania się klimatu były lipiec oraz sierpień.



Rysunek 11. Absolutne minima temperatury każdego miesiąca w latach 1986-2013 w Lesznie

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych NOAA

Najwyższą wartość temperatury według pomiarów dokonywanych na stacji meteorologicznej *Leszno Strzyżewice* w latach 1971-2000 odnotowano 10 sierpnia 1992 r., gdy termometry wskazały na

37,8°C. Z kolei absolutne minimum w tym samym okresie wystąpiło 8 stycznia 1985 roku i wyniosło -28,8°C.

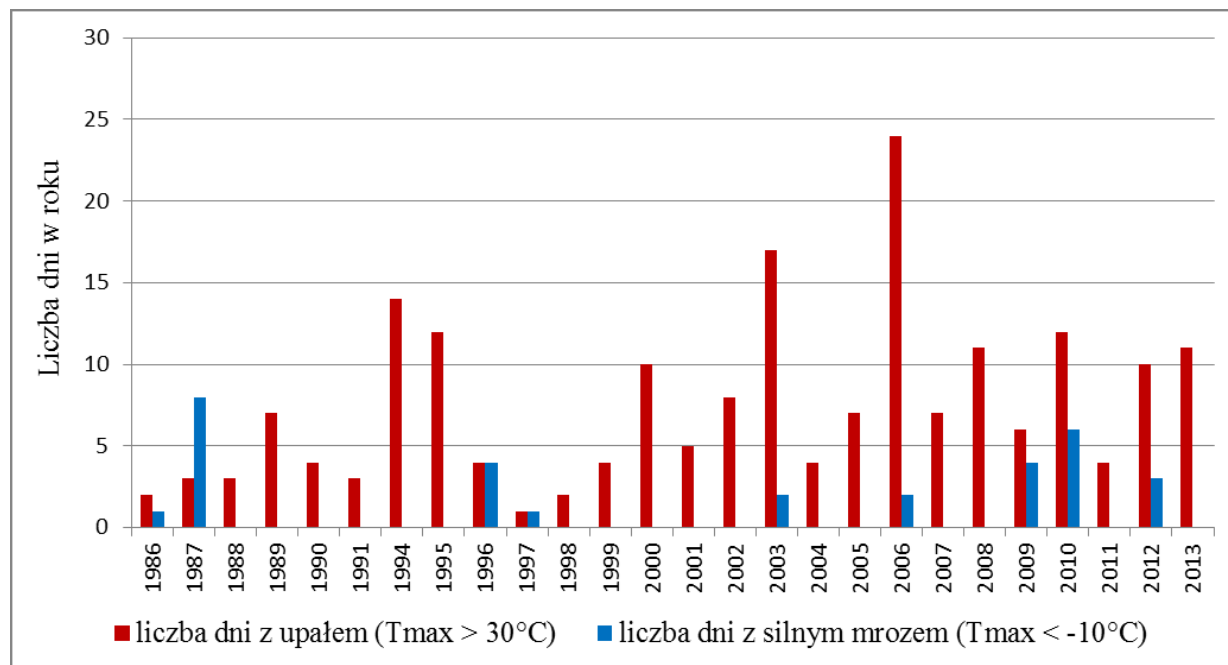
Tabela 10. Absolutne maksima i minima temperatury w Lesznie w latach 1971-2000

Wyszczególnienie		I	IV	VII	X	Rok
Najniższa temperatura	minimalna	-28,8	-7,3	2,2	-8,0	-28,8
Najwyższa temperatura	maksymalna	15,8	27,6	37,0	26,3	37,8

Źródło: *Atlas klimatu województwa wielkopolskiego (2004)*

Wraz z postępującymi zmianami klimatycznymi, objawiającymi się podwyższaniem temperatury powietrza, coraz częstszym zjawiskiem stają tzw. upały. Upałem nazywa się stan pogody, gdy temperatura maksymalna powietrza, mierzona w klatce meteorologicznej na wysokości 2 m n.p.g. jest większa lub równa 30°C. Ta tendencja widoczna jest również dla Leszna, w którym notuje się dodatni trend liczby dni z występowaniem tego zjawiska. Rekordowym rokiem w okresie badań (1986-2013) był rok 2006, gdy upał obserwowano łącznie przez 24 dni.

Wzrost średniej temperatury nie przekłada się jednak w przypadku Leszna na zmniejszenie się liczby dni z silnym mrozem ($T_{max} < -10^{\circ}C$). Zgodnie z pomiarami liczba dni bardzo chłodnych charakteryzuje się względną stabilnością.



Rysunek 12. Liczba dni w roku z upałem lub silnym mrozem w latach 1986-2013 w Lesznie

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych NOAA

Okres wegetacyjny, czyli okres roku, w którym średnia dobowa temperatura powietrza przekracza 5°C, stwarzając tym samym dogodne warunki do rozwoju roślin, trwa na terenie Leszna ok. 228 dni. Początek tego okresu wypada zwykle 31 marca, natomiast koniec ok. 7 listopada. Z kolei okres gospodarczy (fragment cyklu rocznego ze średnimi dobowymi temperaturami powietrza powyżej 2,5°C) trwa ok. 255 dni.

Najdłuższą termiczną porą roku w Lesznie jest lato, które trwa średnio ok. 97 dni. Druga pod względem okresu trwania jest zima, notowana zwykle przez ok. 70 dni. Pozostałe termiczne pory roku rozkładają się mniej więcej na równe części, trwające ok. 30 dni. Daty początku i końca termicznych pór roku przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 11. Średnie daty początku i końca termicznych pór roku w Lesznie

Termiczna pora roku	Kryterium termiczne (średnia dobowa temperatura [°C])	Data początku	Data końca
Zima	$t \leq 0,0 \text{ } ^\circ\text{C}$	17.12.	27.02.
Przedwiośnie	$0,0 \text{ } ^\circ\text{C} < t \leq 5,0 \text{ } ^\circ\text{C}$	27.02.	29.03
Wiosna	$5,0 \text{ } ^\circ\text{C} < t \leq 10,0 \text{ } ^\circ\text{C}$	29.03.	30.04.
Przedlecie	$10,0 \text{ } ^\circ\text{C} < t \leq 15,0 \text{ } ^\circ\text{C}$	30.04.	30.05.
Lato	$t > 15,0$	30.05.	04.09.
Polecie	$10,0 \text{ } ^\circ\text{C} < t \leq 15,0 \text{ } ^\circ\text{C}$	04.09.	08.10.
Jesień	$5,0 \text{ } ^\circ\text{C} < t \leq 10,0 \text{ } ^\circ\text{C}$	08.10.	08.11.
Przedzimie	$0,0 \text{ } ^\circ\text{C} < t \leq 5,0 \text{ } ^\circ\text{C}$	08.11.	16.12.

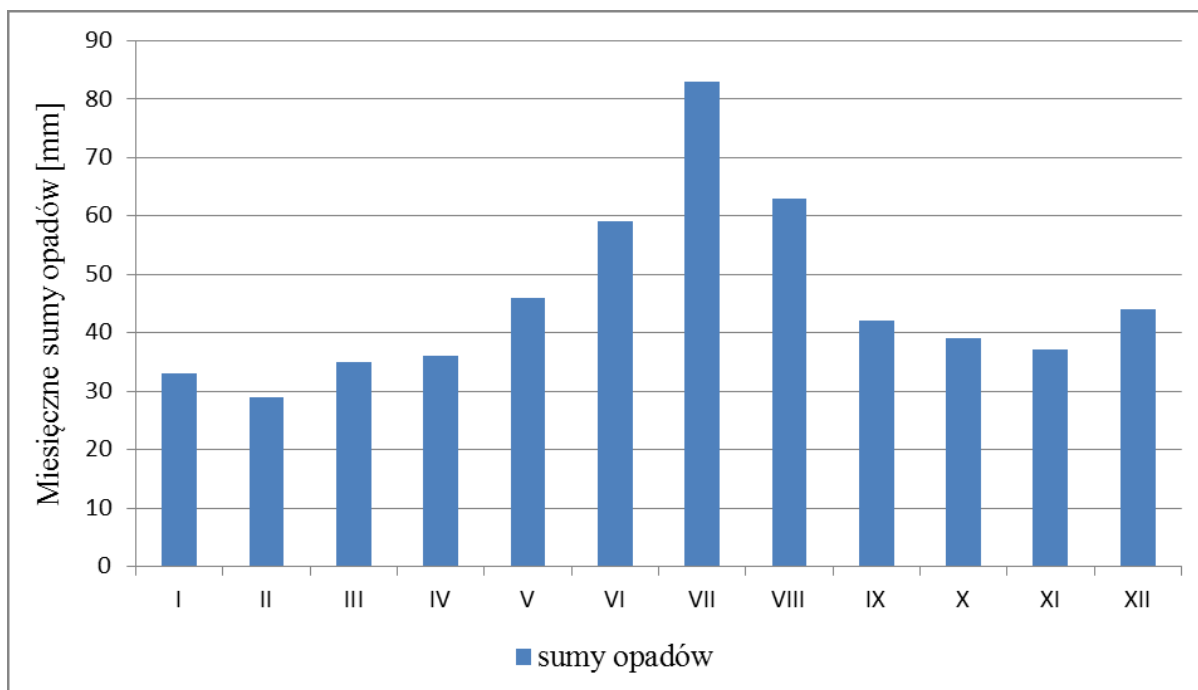
Źródło: Atlas klimatu województwa wielkopolskiego (2004)

Opady atmosferyczne

Opady atmosferyczne są w Polsce tym elementem klimatu, który podlega największej zmienności przestrzennej i czasowej, zarówno w przebiegu rocznym jaki i wieloletnim. Notuje się bardzo duże różnice pomiędzy miesięcznymi i rocznymi sumami opadów w poszczególnych latach. Ta mała stabilność sum opadów atmosferycznych jest charakterystyczna dla całego obszaru Polski i uważana jest za jeden ze szczególnych rysów klimatu tej części Europy. Stąd możliwe jest przedstawienie jedynie ogólnych cech zmienności opadów, jednak wskazywanie trendów w wielkości i częstotliwości ich występowania nie jest właściwe.

Dotychczasowe piśmiennictwo klimatologiczne i hydrologiczne wskazuje województwo wielkopolskie jako najbardziej deficytowe w wodę w porównaniu z innymi regionami fizycznogeograficznymi Polski. Wynika to głównie ze względnie niskich sum opadów atmosferycznych.

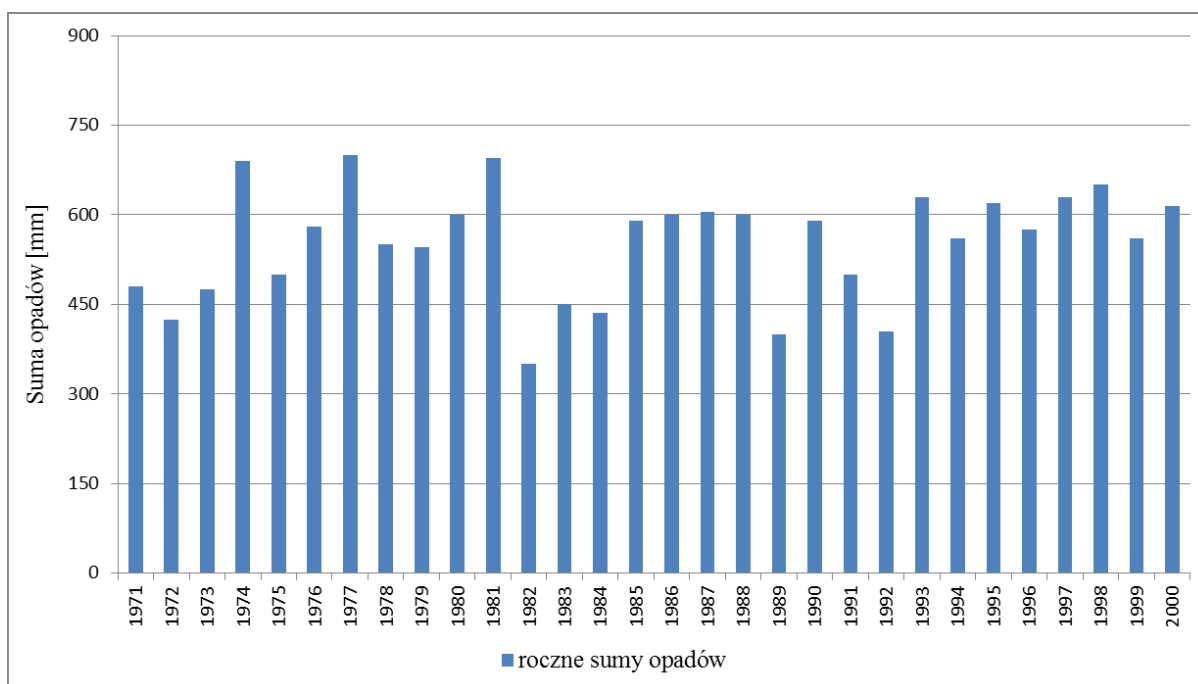
Średnia roczna suma opadów atmosferycznych notowana w Lesznie wynosi 546 mm. Najwyższe opady charakterystyczne są dla lipca, gdzie ich miesięczne sumy przekraczają 80 mm. Miesiącem o najniższym poziomie opadów jest luty, gdzie dochodzą one średnio do 29 mm. Na okres wegetacyjny przypada zwykle 350-400 mm opadu.



Rysunek 13. Średnie miesięczne sumy opadów atmosferycznych w Lesznie w latach 1971-2000

Źródło: *Atlas klimatu województwa wielkopolskiego (2004)*

W przebiegu wieloletnim widoczne są znaczne odchylenia rocznych sum opadów od wartości średniej, wynoszącej dla Leszna 546 mm. W ujęciu ogólnym sumy opadów w rejonie miasta rozciągają się w przedziale od ok. 700 mm do ok. 350 mm rocznie. W latach 1971-2000 najniższe opady odnotowano w 1982 roku, podczas gdy w roku poprzedzającym były one jednymi z najwyższych w badanym okresie.



Rysunek 14. Roczne sumy opadów atmosferycznych w latach 1971-2000 w Lesznie

Źródło: *Atlas klimatu województwa wielkopolskiego*

Średnia roczna liczba dni z opadem, obliczona na podstawie obserwacji z lat 1951-2000, wynosiła w Lesznie ok. 160. W analizie rocznych wartości tego parametru widoczna jest jego niewielka zmienność w czasie. Podobnie jak na większości obszaru Polski liczba dni z opadem w poszczególnych latach jest zbliżona do średniej wieloletniej, a wyraźniejsze odchylenia pojawiają się sporadycznie. Najwięcej dni z opadem notuje się w grudniu i styczniu.

Największy udział w strukturze opadów mają opady poniżej 1 mm. Powyżej tej granicy notuje się ok. 100 dni z opadem. Dni z opadem powyżej 10 mm występuje średnio w ciągu roku jedynie 12, z kolei z opadem większym niż 20 mm – od 2 do 3.

Średnia roczna liczba dni z pokrywą śnieżną w Lesznie wynosi ok. 40, ze średnią grubością pokrywy dochodzącą do 5 cm. Odnotowywane w poszczególnych latach liczby dni mogą znacznie różnić się od średniej wieloletniej, przekraczając ją nawet o kilkadziesiąt procent. Częstość występowania oraz grubość pokrywy śnieżnej w dniach jej zalegania generalnie wykazują tendencję spadkową, jednak trend ten nie jest statystycznie istotny (Czarnecka, 2012).

Tabela 12. Daty pierwszego i ostatniego dnia wystąpienia pokrywy śnieżnej w Lesznie

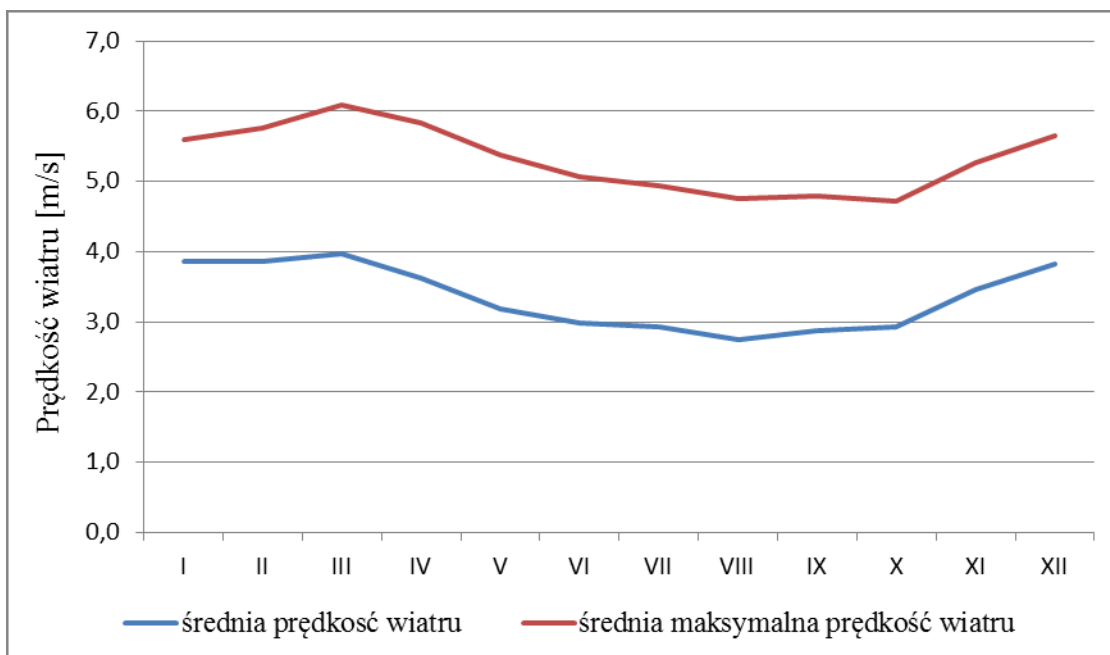
Pierwsze wystąpienie pokrywy - data			Ostatnie wystąpienie pokrywy - data			Średnia roczna liczba dni z pokrywą śnieżną
Średnia	Najwcześniejsza	Najpóźniejsza	Średni	Najwcześniejsza	Najpóźniejsza	
1 XII	1 XI	13 I	19 III	8 I	6 V	52

Źródło: *Klimat Polski w drugiej połowie XX wieku* (Woś A., 2010)

Prędkość wiatru

Średnia roczna prędkość wiatru na terenie Leszna wynosi między 3,0 a 3,5 m/s, natomiast średnie maksymalne wartości dobowe dochodzą do 5,9 m/s. Miesiącem o najwyższych średnich prędkościach wiatru jest marzec, z kolei o najniższych – sierpień. Pod względem kierunku przeważają wiatry z sektora zachodniego, występujące przez ok. 20% dni w roku, dużą częstością charakteryzują się również wiatry północno-zachodnie (17%) oraz południowo-zachodnie (ok. 15%).

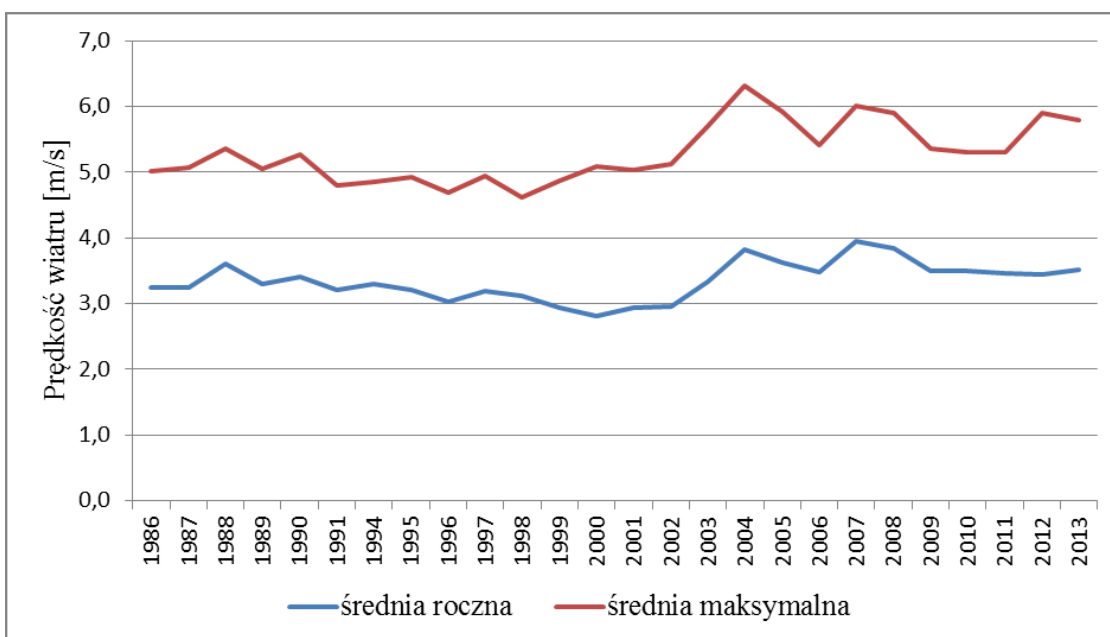
W ujęciu średnim notuje się w Lesznie 6% dni z ciszą atmosferyczną każdego roku. Dni ze średnią dobową prędkością wiatru w zakresie 1-3 m/s stanowią ok. 52% roku, natomiast wiatry w przedziale 4-9 m/s mają z kolei ok. 42% udział. Średnie dobowe prędkości powyżej 10 m/s notuje się bardzo rzadko, według danych z lat 1971-2000 obserwuje się je średnio mniej więcej przez jeden dzień w ciągu dwóch lat.



Rysunek 15. Średnia prędkość oraz średnia maksymalna prędkość wiatru w miesiącach roku w Lesznie w latach 1986-2013

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych NOAA

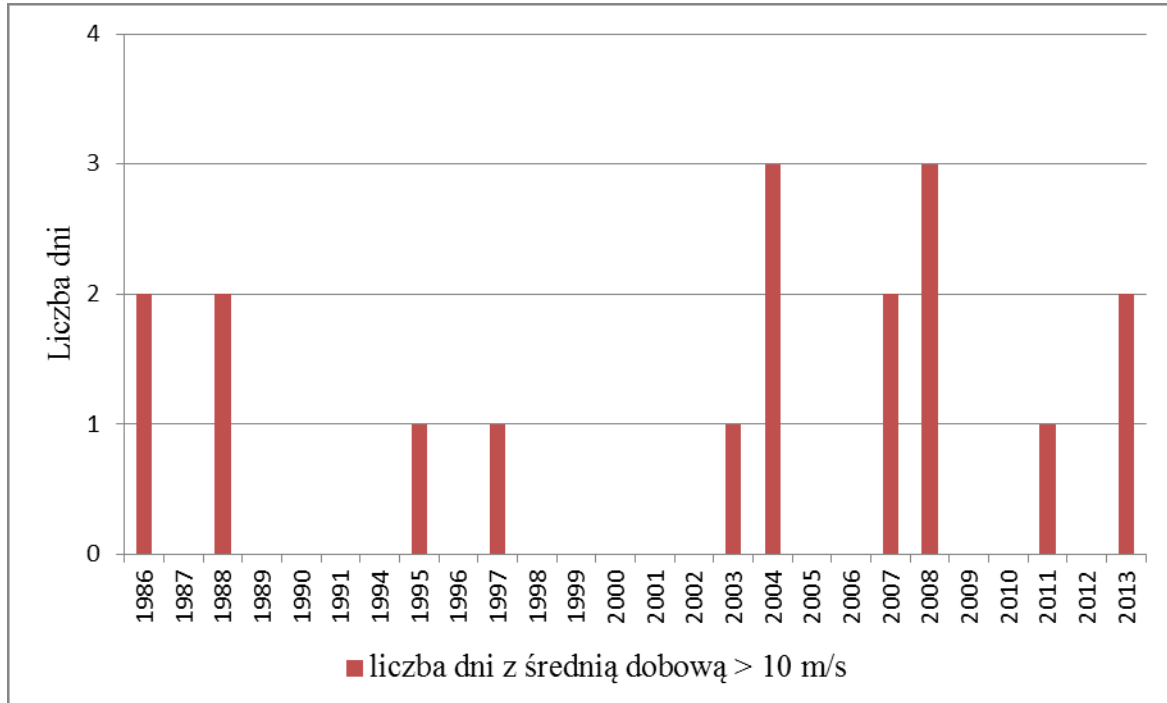
W ujęciu wieloletnim zaznacza się trend dodatni dla średniej prędkości wiatru w Lesznie, jak również dla średnich maksymalnych wartości. Najwyższa odnotowana średnia roczna tego parametru meteorologicznego miała miejsce w 2007r., co nie pokrywa się jednak z najwyższą średnią z maksymalnych dobowych wartości w badanym okresie pomiarowym. W latach 1986-2013 najwyższa dobową wartość średnia wyniosła 14,2 m/s (06.12.2013r.), z kolei najwyższa dobową wartość maksymalna – 25 m/s (02.12.1992).



Rysunek 16. Średnia prędkość wiatru w Lesznie w latach 1986-2013

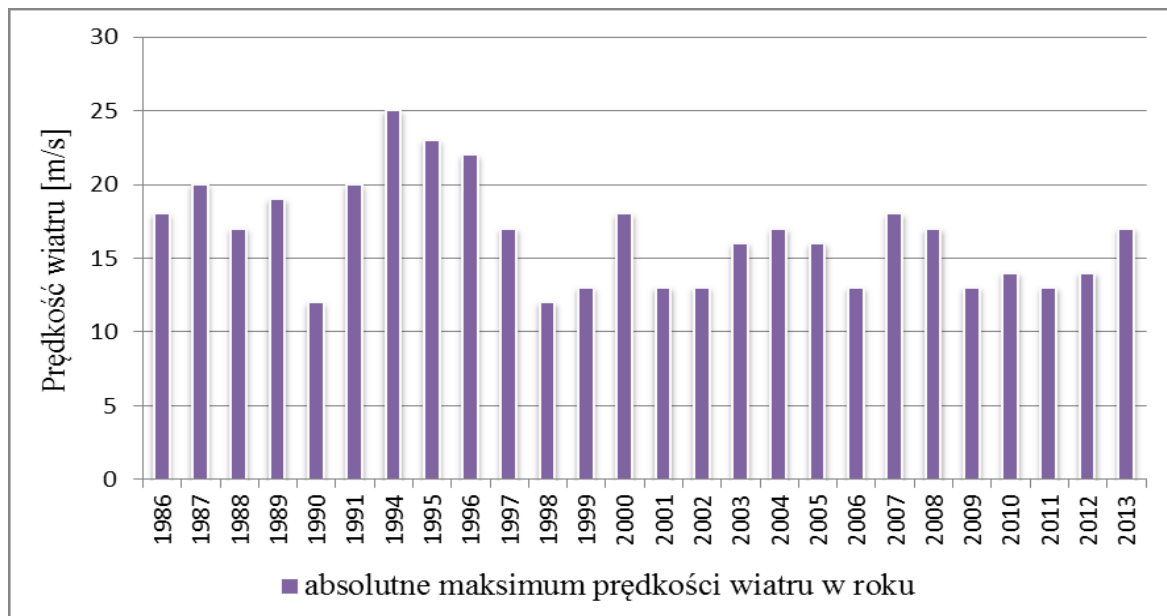
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych NOAA

Z większą częstotliwością notuje się również występowanie dni, w których średnia dobowa prędkość wiatru przekracza 10 m/s. W latach 2004 i 2008 odnotowano po 3 przypadki dni o wyżej wymienionej charakterystyce, co znacznie odbiega od średniej dla tego obszaru, wynoszącej ok. 0,7 dnia rocznie. Tendencję spadkową wykazują za to absolutne maksima prędkości wiatru notowane na stacji w Lesznie.



Rysunek 17. Średnia roczna liczba dni ze średnią dobową prędkością wiatru powyżej 10 m/s

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych NOAA

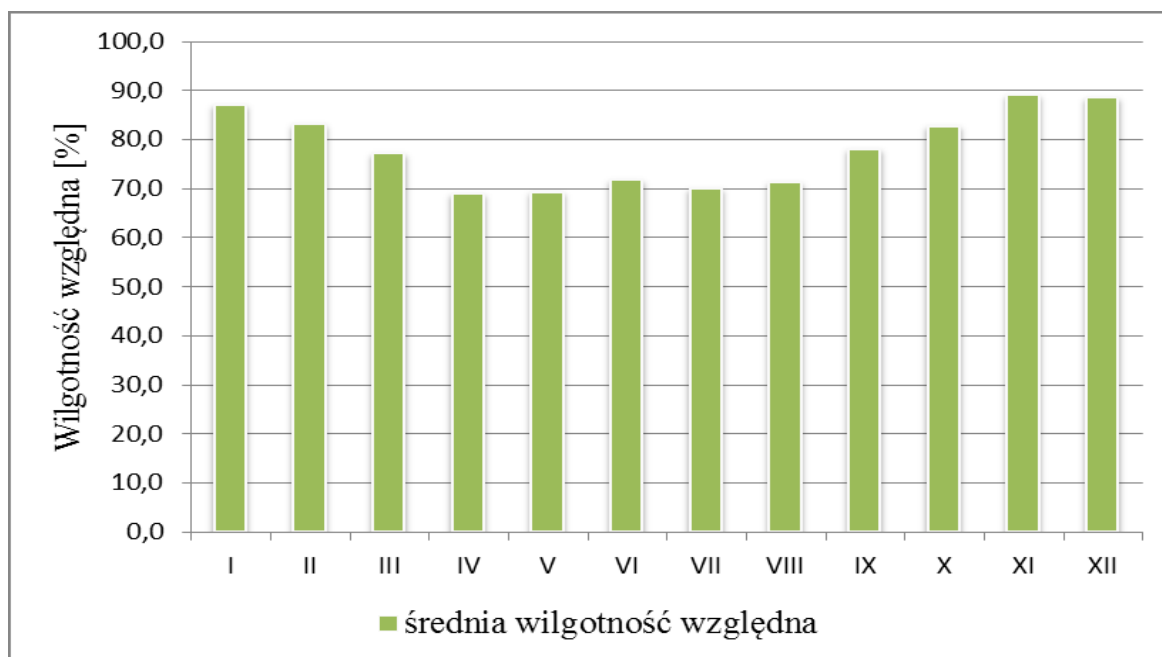


Rysunek 18. Absolutne maksima roczne prędkości wiatru w latach 1986-2013 w Lesznie

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych NOAA

Wilgotność względna

Wilgotność powietrza jest parametrem o niewielkim zróżnicowaniu przestrzennym, zarówno na terenie całej Polski jak i na obszarze Wielkopolski, gdzie średnie roczne wartości wilgotności względnej osiągają ok. 80%. Leszno również wpisuje się w jej ogólny rozkład, charakteryzując się średnią roczną na poziomie 78%. Największe wartości notowane są w listopadzie i grudniu (odpowiednio 89,1% oraz 88,5%), z kolei najniższe w kwietniu i maju (po ok. 69%). Wilgotność względna w ogólnym ujęciu jest parametrem zmieniającym się w przebiegu rocznym i dobowym w relacji odwrotnej do temperatury powietrza.



Rysunek 19. Średnia miesięczna wilgotność względna w Lesznie w latach 1986-2013

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych NOAA

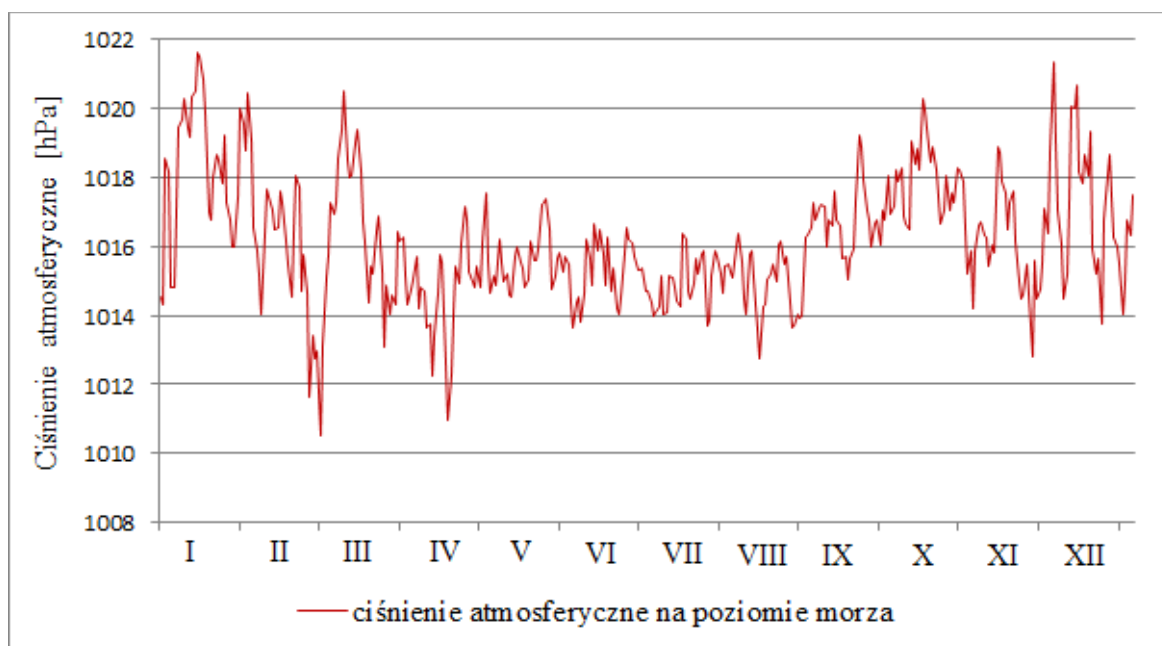
Innym parametrem opisującym wilgotność powietrza jest tzw. prężność pary wodnej, wyrażana w jednostkach ciśnienia (hPa). Średnia roczna prężność pary wodnej w Lesznie wynosi ok. 9,5 hPa, a najwyższe wartości notowane są w miesiącach letnich (VI-VIII). Bezpośrednio związane z prężnością jest również zjawisko parności. Pod pojęciem dnia parnego rozumie się taki dzień, w którym przynajmniej w jednym terminie obserwacyjnym wystąpiła prężność pary wodnej większa lub równa 18,8 hPa. W rejonie Leszna średnia liczba dni parnych w roku wynosi 16.

Ciśnienie atmosferyczne

Ciśnienie atmosferyczne odnotowywane w rejonie Leszna, podobnie jak dla całej Polski, zależy od położenia i stopnia rozbudowania głównych ośrodków ciśnienia nad Europą. W zimie pogoda jest wypadkową wspólnego działania Nizu Islandzkiego oraz Wyżu Syberyjskiego. Latem oddziaływanie Nizu Islandzkiego wyraźnie słabnie, rozbudowuje się z kolei Wyż Azorski, co przejawia się w napływie z zachodu stosunkowo wilgotnego powietrza pochodzenia morskiego.

Średnia roczna wartość ciśnienia atmosferycznego w Lesznie wynosi ok. 1016 hPa. Najwyższe średnie ciśnienie notuje się zazwyczaj w styczniu, natomiast najniższe wartości są charakterystyczne dla kwietnia. W przebiegu rocznym najbardziej widoczna zmiana ciśnienia atmosferycznego ma miejsce od połowy lutego do początku marca. Następuje wówczas bardzo szybki wzrost, po czym przez

cały okres marca ciśnienie spada, dążąc do minimum występującego w kwietniu. Niskie ciśnienie cechujące miesiące letnie jest skutkiem względnie silnego, w porównaniu z obszarami morskimi, nagrzewania kontynentu europejskiego. Średni roczny przebieg ciśnienia w Lesznie przedstawia poniższa rycina.



Rysunek 20. Średni roczny przebieg ciśnienia atmosferycznego na poziomie morza w Lesznie

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych NOAA

Obecne tendencje i projekcje przyszłych zmian klimatu

Tabela 13. Zmiany wybranych parametrów pogody w latach 1986-2013 w Lesznie

Parametr	1986-1990	1991-1997*	1998-2002	2003-2007	2008-2013
Średnia temperatura roczna [°C]	8,6	8,3	9,5	9,2	9,0
Absolutne maksimum temperatury [°C]	36,6	36,6	35,6	36,4	35,7
Absolutne minimum temperatury [°C]	-26,1	-20,0	-18,7	-23,2	-23,9
Średnia liczba dni w roku z $T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$	90,0	98,2	82,4	108,0	99,3
Średnia liczba dni w roku z $T_{\max} > 25^{\circ}\text{C}$	26,8	33,6	40,4	52,2	47,2
Średnia roczna liczba dni parnych (hPa > 18,8)	7,8	9,6	13,2	9,4	16,2
Średnia prędkość wiatru	3,4	3,2	2,9	3,6	3,5

Parametr	1986-1990	1991-1997*	1998-2002	2003-2007	2008-2013
Średnie maksimum roczne prędkości wiatru	17,2	21,4	13,8	16,0	14,7

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych NOAA

Podstawowymi elementami opisu cech klimatu w skali globalnej i lokalnej są temperatura powietrza oraz opady atmosferyczne. Na podstawie wieloletnich obserwacji temperatury określa się oscylacje i tendencje w krótszych i dłuższych okresach, identyfikując je jako quasi-cykle ociepleń i ochłodzeń. W przypadku zmienności opadów, wyróżnia się okresy wilgotne, suche i normalne.

Biorąc pod dane meteorologiczne dla Polski z ostatniego 40-lecia, uznawanego za okres współczesny, i porównując je z ponad 200-letnim, jednorodnym materiałem obserwacyjnym, zauważa się:

- dużą zmienność temperatury powietrza z roku na rok,
- rosnący od połowy XIX w. trend temperatury – wzrost temperatury następuje w tempie $0,7^{\circ}\text{C}/100$ lat, a w samym okresie od 2001 do 2012 roku nastąpił wzrost aż o $0,12^{\circ}\text{C}$,
- ostatnie 40 lat jest okresem najcieplejszym w historii obserwacji instrumentalnych prowadzonych w Polsce.

Warunki klimatyczne ulegają zmianom głównie poprzez wpływ zjawisk ekstremalnych, których obecny wzrost liczby wystąpień zauważalnie zmienia dynamikę cech klimatu w Polsce. Do zjawisk uciążliwych dla społeczeństwa i środowiska należą fale upałów, najczęściej występujące w południowo-zachodniej części Polski, z najdłuższymi ciągami dni upalnych trwającymi nawet 17 i więcej dni. W przeważającej części kraju obserwuje się z kolei spadkowe tendencje liczby dni mroźnych ($T_{\text{max}} \leq 0^{\circ}\text{C}$) i bardzo mroźnych ($T_{\text{max}} \leq -10^{\circ}\text{C}$).

Na większości obszaru Polski nastąpiła zmiana struktury opadów polegająca na zdecydowanym wzroście liczby dni z opadem dobowym o dużym natężeniu: opad dobowy powyżej 10 mm wzrósł do 10 dni na dekadę, z kolei powyżej 20 mm – do 4 dni na dekadę. Zaznaczyła się również tendencja wzrostowa sum opadów maksymalnych 5-cio dobowych na wybrzeżu oraz w południowej części Polski. Prowadzone badania klimatologiczne wykazują zanikanie tzw. opadów ciągłych i małych ($< 1,0$ mm), wydłużenie okresów bezopadowych (suszy), przy jednoczesnym wzroście liczby dni z opadem powyżej 10 mm/dobę.

W ostatnich 60-latach notuje się zwiększenie częstotliwości występowania zjawiska suszy. W latach 1951-1981 na terenie Polski susze wystąpiły 6 razy, z kolei w latach 1982-2011 – 18 razy. Głównymi przyczynami występowania susz w Polsce są:

- braki opadów atmosferycznych w okresie ponad 10 kolejnych dni z niską temperaturą powietrza w zimie,
- utrzymywanie się w okresie wiosenno-letnim wysokiej temperatury powietrza i silnego nasłonecznienia, przy jednoczesnym braku opadów i słabym wietrze (warunki utrzymujące się od 15 do 20 dni).

Od 2005 r. wystąpiło w Polsce 11 huraganów, w których prędkości wiatru okresowo przekraczały 30-36 m/s. Najwyższą zarejestrowaną prędkością wiatru w Polsce w latach 1971-2005 była wartość 48 m/s, odnotowana 6 listopada 1985 r. w Bielsku Białej.

Scenariusze zmian klimatu w XXI w. w Polsce opracowano z wykorzystaniem hydrodynamicznych modeli systemu klimatycznego. Scenariusze te przygotowane zostały w oparciu o symulacje przeprowadzone w projekcie UE ENSEMBLES, w którym powstał największy dostępny obecnie zestaw projekcji klimatu dla Europy. Wyniki projektu umożliwiają wzięcie pod uwagę różnych możliwości rozwoju systemu klimatycznego, są szeroko eksploatowane i stanowią podstawę wielu opracowań zmian klimatu w innych krajach europejskich. Dla oceny zmian klimatu w Polsce wykorzystano wyniki 8 modeli regionalnych z warunkami brzegowymi z 4 modeli globalnych, które przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 14. Symulacje wykorzystane w opracowaniu UE ENSEMBLES

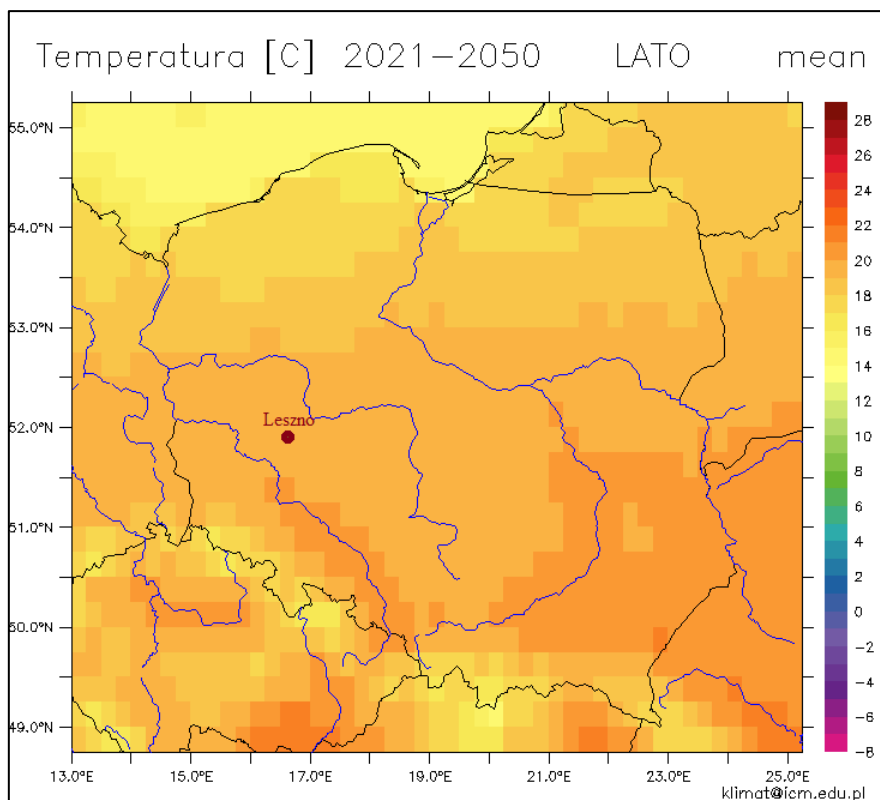
Regionalny model klimatu	Referencje	Globalny model klimatu (warunki brzegowe)	Referencje
RM5.1	Radu et al, 2008	ARPEGE	www.cnrm.meteo.fr
DMI-HIRHAM5	Christensen et al, 2007	ARPEGE	
MPI-M-REMO	Jacob 2001, Jacob et al, 2001	ECHAM5	www.mpimet.mpg.de
KNMI-RACMO2	Meijgaard et al, 2008	ECHAM5	
SMHIRCA	Kjellström et al, 2005	BCM	Furevik et al 2003
METO-HC_HadRM3Q0	Collins et al, 2006	HadCM3Q0	www.metoffice.gov.uk
ETHZ-CLM	Böhm et al, 2006	HadCM3Q0	

Źródło: <http://klimada.mos.gov.pl/>

Analiza scenariuszy klimatycznych wykazuje, że:

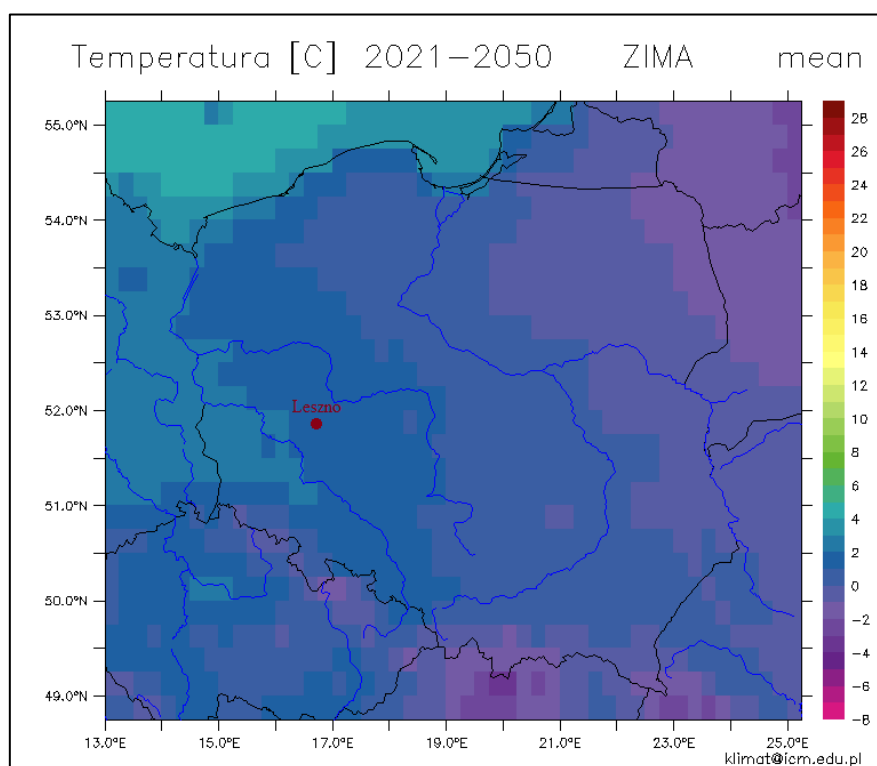
- wyraźną tendencją wzrostową na terenie całego kraju cechuje się temperatura,
- pod koniec stulecia przewiduje się większe ocieplenie,
- największy wzrost temperatury, wynoszący nawet 4,5°C, widoczny będzie w ostatnim trzydziestoleciu XXI w. w zakresach niskich temperatur w zimie w regionie północno-zachodnim kraju,
- podobny wzrost widoczny będzie również w tym samym okresie w zakresie wysokich temperatur w sezonie letnim w Polsce południowo-wschodniej,
- wzrost temperatury wyrażał się będzie również poprzez wskaźniki klimatyczne oparte na tym parametrze, np. wyraźna tendencja wydłużenia termicznego okresu wegetacyjnego, zauważa się jego wcześniejszy początek, maleje liczba dni z temperaturą minimalną mniejszą od 0°C a rośnie liczba dni z temperaturą maksymalną wyższą od 25°C,
- tendencje w przypadku opadów są mniej wyraźne, zgodnie z wynikami symulacji przewiduje się pewne zwiększenie opadów zimowych i zmniejszenie opadów letnich pod koniec stulecia,
- charakterystyki opadowe wykazują wydłużenie okresów bezopadowych, wzrost sumy opadów maksymalnych oraz skrócenie okresu zalegania pokrywy śnieżnej.

Prognozowane zmiany klimatyczne, dotyczące średnich temperatur i opadów w Polsce, przedstawiono na poniższych mapach. Słowo „mean” w legendzie map oznacza wartość średnią.



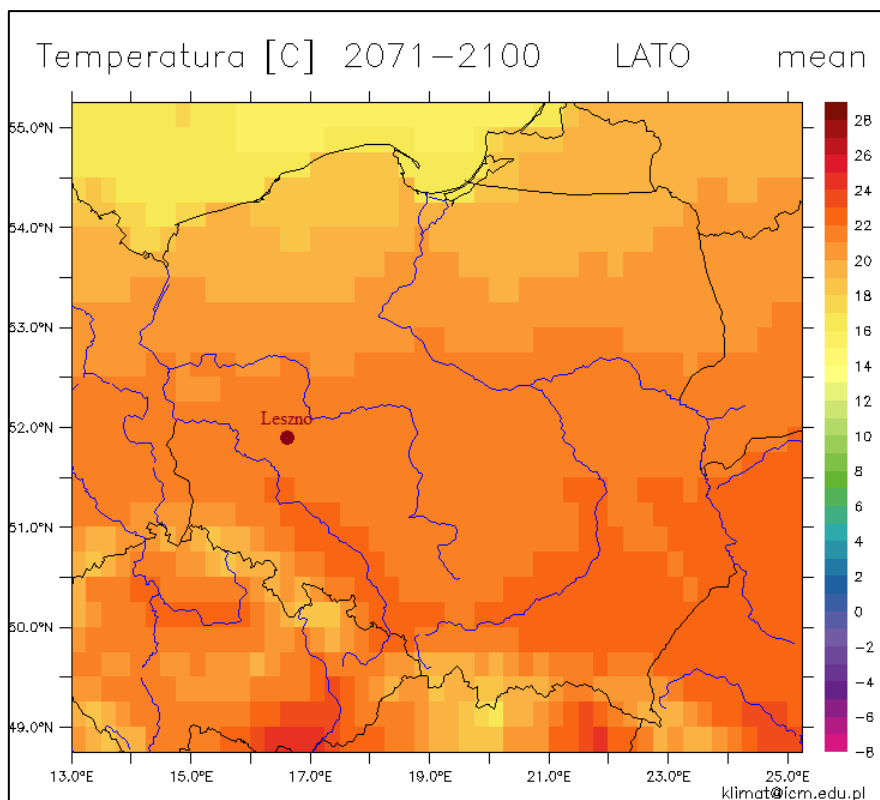
Rysunek 21. Prognoza zmian średniej temperatury powietrza w lecie w latach 2021-2050 w Polsce

Źródło: http://klimat.icm.edu.pl/proj_climate.php



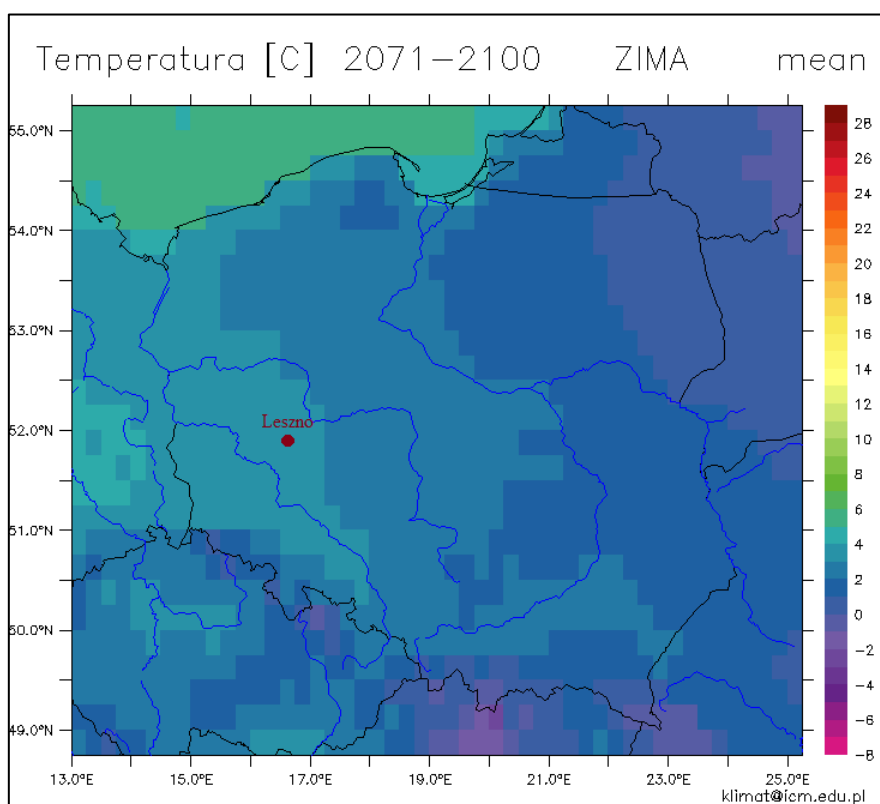
Rysunek 22. Prognoza zmian średniej temperatury powietrza zimą w latach 2021-2050

Źródło: http://klimat.icm.edu.pl/proj_climate.php



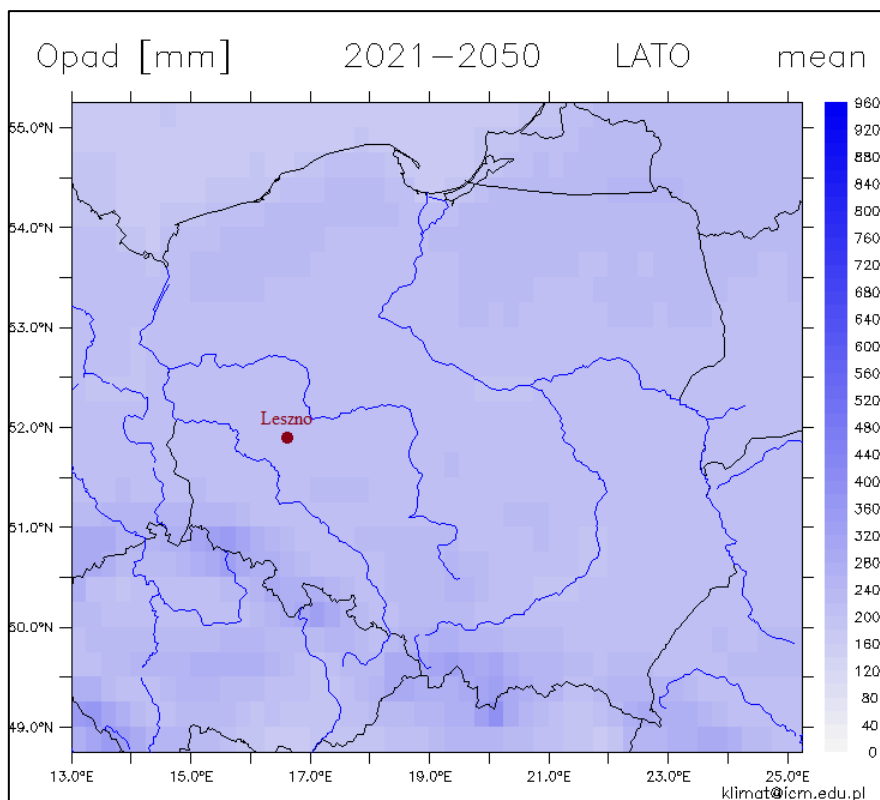
Rysunek 23. Prognoza zmian średniej temperatury powietrza w lecie w latach 2071-2100

Źródło: http://klimat.icm.edu.pl/proj_climate.php



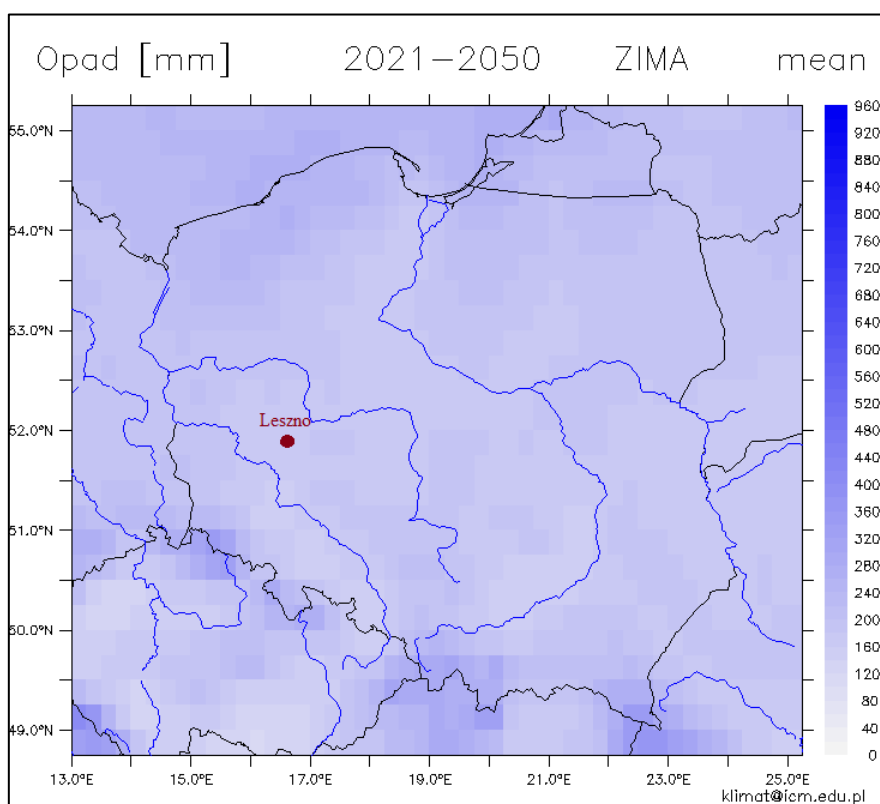
Rysunek 24. Prognoza zmian średniej temperatury powietrza zimą w latach 2071-2100

Źródło: http://klimat.icm.edu.pl/proj_climate.php



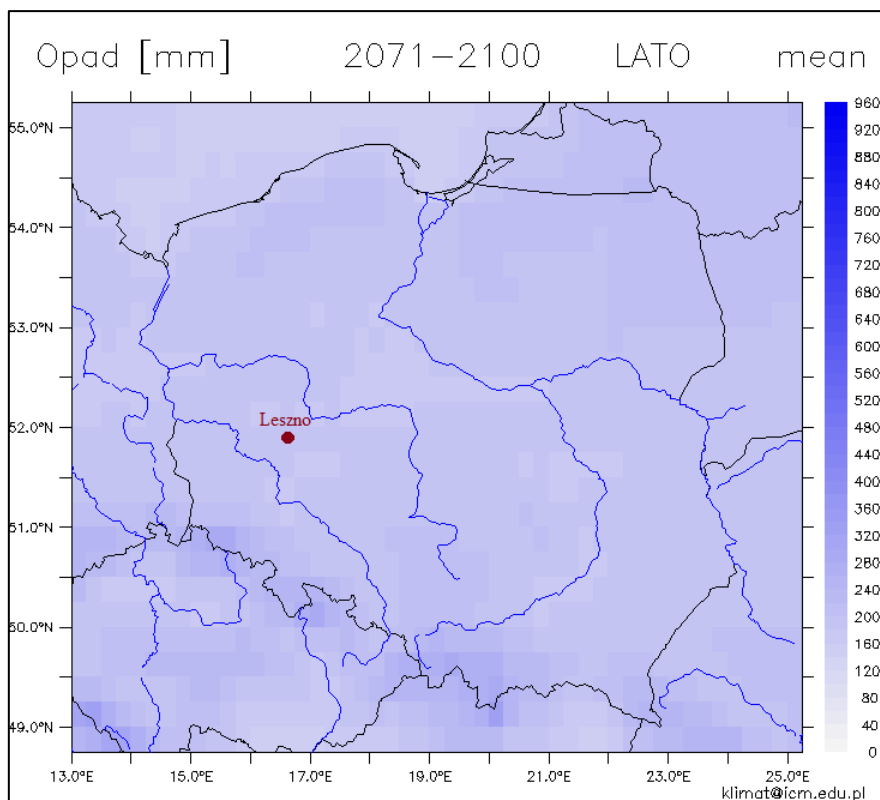
Rysunek 25. Prognoza zmian sum opadów atmosferycznych w lecie w latach 2021-2050

Źródło: http://klimat.icm.edu.pl/proj_climate.php



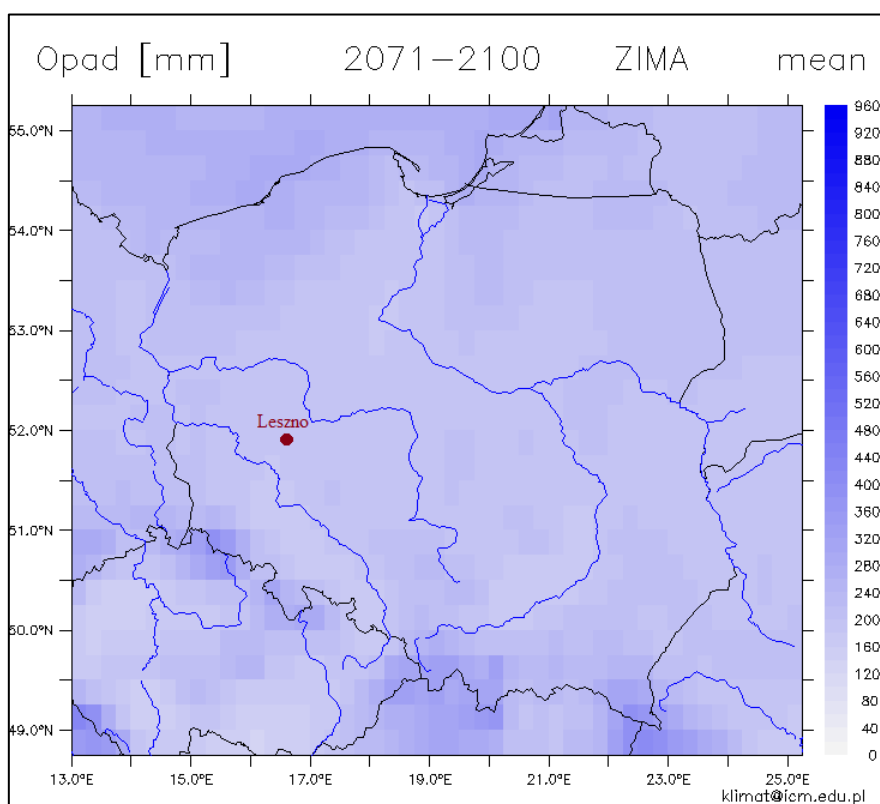
Rysunek 26. Prognoza zmian sum opadów atmosferycznego zimą w latach 2021-2050

Źródło: http://klimat.icm.edu.pl/proj_climate.php



Rysunek 27. Prognoza zmian sum opadów atmosferycznych w lecie w latach 2071-2100

Źródło: http://klimat.icm.edu.pl/proj_climate.php



Rysunek 28. Prognoza zmian sum opadów atmosferycznych zimą w latach 2071-2100

Źródło: http://klimat.icm.edu.pl/proj_climate.php

Niebezpieczne zjawiska meteorologiczne

Do niebezpiecznych zjawisk meteorologicznych zalicza się:

- silne burze,
- opady gradu,
- upały (z temperaturą powietrza przekraczającą 30°C),
- intensywne opady deszczu (powyżej 30 mm na dobę),
- roztopy pokrywy śnieżnej powodowane przez nagły wzrost temperatury powietrza o 10°C lub więcej, gdy temperatura powietrza kształtuje się poniżej 0°C,
- przymrozki powodowane nagłymi spadkami temperatury powietrza (gdy temperatura spada w okresie wegetacyjnym poniżej 0°C,
- silny wiatr, gdy średnia prędkość wiatru przekracza 15 m/s lub w porywach 20 m/s,
- intensywne opady śniegu (powyżej 15 cm na dobę),
- zawieje i zamiecie śnieżne,
- opady marznące powodujące gołoledź,
- oblodzenie nawierzchni powodowane nagłymi zmianami temperatury powietrza, gdy temperatura kształtuje się w pobliżu 0°C,
- silny mróz, gdy temperatura spada poniżej -20°C,
- silna mgła występująca na znacznym obszarze lub mgła intensywnie osadzająca szadź.

Zgodnie z danymi IMGW z lat 1981-2010, na stacji meteorologicznej Leszno Strzyżewice odnotowano 656 przypadków dni z burzą w półroczu ciepłym (IV-IX). Średnia liczba dni z burzą dla tej samej stacji w ciepłym półroczu wynosi ok. 22. Najwyższa częstość występowania charakteryzuje lipiec, gdy obserwuje się zjawiska burzowe średnio przez około ¼ miesiąca.

Z burzami związane są również stosunkowo rzadko występujące, lecz stwarzające duże zagrożenie dla ludzkiego dobytku opady gradu. W latach 1981-2010 dla stacji odnotowano 40 dni z wystąpieniem tego typu opadu atmosferycznego, przy czym największe prawdopodobieństwo pojawienia się tego zjawiska charakterystyczne jest dla kwietnia (18 przypadków) i maja (12 przypadków). Najgroźniejszymi skutkami gradu są zwykle zniszczenia w rolnictwie, sadownictwie, uszkodzenia dachów i samochodów, utrudnienia w transporcie, zagrożenie dla zdrowia ludzi i zwierząt.

Z racji położenia w jednym z cieplejszych regionów kraju, często spotykanym zjawiskiem są upały i fale upałów. W wieloleciu 1971-2010 na stacji w Lesznie odnotowano 300 dni z maksymalną temperaturą większą lub równą 30°C. W całym okresie wystąpiły łącznie 33 fale upałów, z których najdłuższa odnotowana została w 1994 roku i trwała przez 12 dni.

Tabela 15. Liczba dni gorących ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) i upalnych ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) w Lesznie w latach 1971-2000

Wyszczególnienie	Liczba dni	Liczba ciągów 3-dniowych i dłuższych	Maksymalna długość ciągu	Rok z maksymalnym ciągiem
Dni gorące $T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$	1693	224	23	1994
Dni upalne $T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$	300	33	12	1994

Źródło: *Vademecum – Niebezpieczne zjawiska meteorologiczne*, cz. I – wiosna, lato, 2013

Intensywne opady deszczu, o sumach dobowych przekraczających 30 mm, są w Polsce związane głównie z niżami, przemieszczającymi się z rejonu Morza Śródziemnego. Niże te niosą znaczne zasoby wilgoci zgromadzonej nad ciepłymi morzami. Najwyższe dobowe sumy opadów w latach 1981-2010 na stacji pomiarowej w Lesznie wyniosły 79,2 mm. Taka wielkość opadu powoduje, iż grunt nie nadąża wchłaniać wody, która zaczyna tworzyć trajektorie w postaci strumieni przepływających po ulicach miasta. Następuje powierzchniowe zalanie terenu i niżej położonych pomieszczeń, pojawiają się zniszczenia infrastruktury miejskiej, tworzą się zastoiska wody.

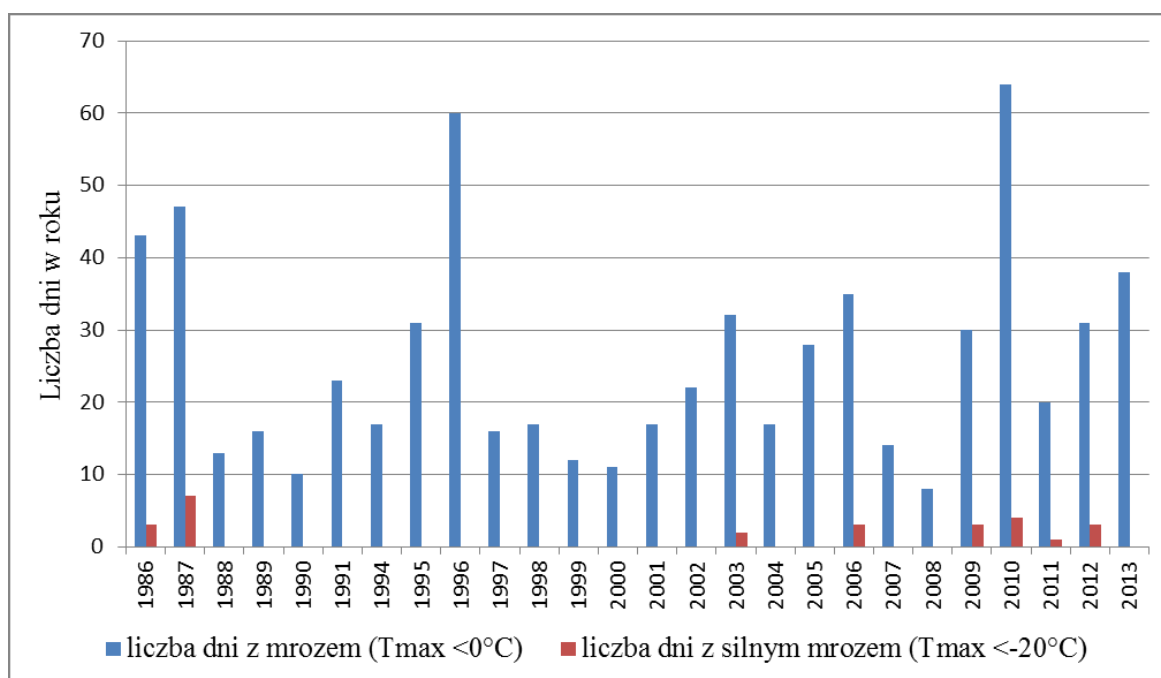
Zagrożenie mogą stwarzać również wiatry wiejące z dużą prędkością. W określonych warunkach cyrkulacji atmosferycznej, cyrkulacji lokalnej oraz przy rozwoju zjawisk burzowych, prędkość wiatru na omawianym obszarze może osiągać średnio między 15 a 20 m/s, natomiast maksymalne wartości w porywach dochodzić mogą do 35-40 m/s. Przy takich prędkościach wiatru może dochodzić do rozległych zniszczeń, m.in. uszkodzeń budynków, zrywania dachów, łamania drzew i słupów energetycznych, co stanowi bezpośrednie zagrożenie dla życia człowieka.

Roczną liczbę dni z silnymi mrozami, jak również liczbę takich dni w miesiącach zimowych w miejscowości Leszno, wyliczone dla wielolecia 1981-2010, przedstawia poniższa tabela.

Tabela 16. Liczba dni z silnymi mrozami w miejscowości Leszno w latach 1981-2010

Progi temperatury	Miesiąc						Suma
	I	II	III	X	XI	XII	
$-25^{\circ}\text{C} < t_{\text{min}} < -20^{\circ}\text{C}$	13	10	2	0	0	3	28
$-30^{\circ}\text{C} < t_{\text{min}} < -25^{\circ}\text{C}$	4	1	0	0	0	0	5
$t_{\text{min}} < -30^{\circ}\text{C}$	0	0	0	0	0	0	0

Źródło: *Vademecum – Niebezpieczne zjawiska meteorologiczne, część II – jesień, zima, 2013*



Rysunek 29. Liczba dni z mrozem i silnym mrozem w Lesznie w latach 1986-2013

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych NOAA

Silne mrozy powodują uszkodzenia infrastruktury wodno-kanalizacyjnej, jak również zaburzają pracę systemów energetycznych i komunikacyjnych. Stwarzają one także zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi. W wyniku odmrożeń mogą wystąpić trwałe uszkodzenia nieodpowiednio zabezpieczonych części ciała.

Zgodnie z danymi meteorologicznymi zebranymi na stacji meteorologicznej w Lesznie w latach 1981-2010, w badanym rejonie średnia roczna liczba dni z mgłą wynosi ok. 38. Mgły mogą powodować poważne utrudnienia komunikacyjne w ruchu lądowym, przyczyniając się do zwiększenia częstotliwości wypadków. Pochodną mgły w okresie niskich temperatur może być szadź, osadzająca się na antenach i liniach napowietrznych, powodując zakłócenia ich pracy.

Poważne straty w wielu dziedzinach gospodarki powodowane są również przez intensywne opady śniegu. Najczęstszymi ich skutkami są utrudnienia komunikacyjne i uszkodzenia linii wysokiego napięcia, jednak przy długotrwałych opadach i kumulującej się pokrywie śnieżnej, może niekiedy dochodzić do zarywania dachów budynków. Grubość pokrywy śnieżnej determinuje również w znacznym stopniu stany rzek w okresie roztopów. Według danych IMGW na stacji Leszno Strzyżewice notuje średnio ok. 40 dni z występowaniem pokrywy śnieżnej w ciągu roku. Pokrywa śnieżna o maksymalnej grubości w latach 1981-2010 wystąpiła 3 lutego 2010 roku i wyniosła 29 cm.

Tabela 17. Maksymalna grubość pokrywy śnieżnej (cm) w latach 1981-2010 w Lesznie

Wyszczególnienie	Miesiące							
	I	II	III	IV	V	X	XI	XII
Max	21	29	18	4	1	4	15	24
Data	18 I 2010	03 II 2010	07 III 2005	11 IV 1986	01 V 1985	26 X 1997	27 XI 1989	08 XII 2010

Źródło: Vademecum – Niebezpieczne zjawiska meteorologiczne, część II – jesień, zima, 2013

Opady marznące powodujące gołoledź są zjawiskiem szczególnie niebezpiecznym dla komunikacji drogowej i kolejowej, często doprowadzając do kompletnego paraliżu transportu. Dodatkowo osadzanie się lodu na przewodach energetycznych prowadzi do ich zrywania. W latach 1981-2010 zanotowano w Lesznie 183 dni z gołoledzią, z czego najwięcej przypadków tego zjawiska wystąpiło w styczniu (72 dni).

4.2 Ankietyzacja

Właściwe komunikowanie interesariuszy o zachodzących zmianach klimatu, o ich wpływie na miasto Leszno oraz o potrzebie adaptacji jest podstawą dla zdobycia akceptacji dla prowadzonych w mieście działań.

W celu zapewnienia aktywnego udziału społeczności miasta w procesie tworzenia MPA zorganizowano spotkanie informacyjne otwierające projekt, które odbyło się 28 czerwca 2017. Spotkanie było przeznaczone dla osób i instytucji z terenu miasta, zainteresowanych adaptacją do zmian klimatu. Na spotkaniu przedstawiono główne kierunki zmian klimatu, główne skutki tych zmian oraz podstawowe działania adaptacyjne. Podczas spotkania odbyła się również dyskusja na temat globalnych zmian klimatu oraz ich lokalnych konsekwencji, widocznych na terenie Leszna.

Efektem spotkania było zapewnienie, że głównym celem Miejskiego Planu Adaptacji do zmian klimatu dla miasta Leszna jest dalszy rozwój miasta przy zmieniającym się klimacie, z zachowaniem i efektywnym wykorzystaniem zasobów środowiska. W warunkach zmieniającego się klimatu dalszy

rozwój i funkcjonowanie miasta są możliwe jedynie przy realizacji działań adaptacyjnych i minimalizujących skutki wystąpienia ekstremalnych zjawisk meteorologicznych i hydrologicznych.

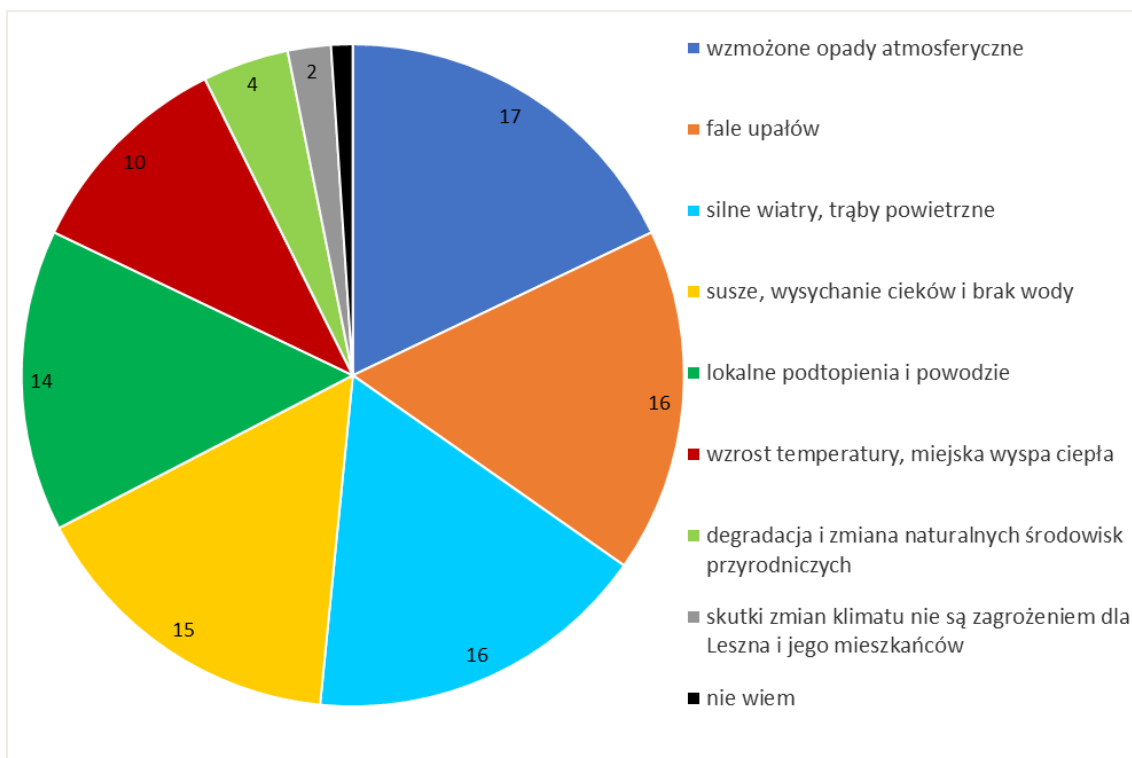
Przeprowadzono również dwa wywiady kwestionariuszowe. Pierwszy z nich został przeprowadzony wśród instytucji i organizacji działających w Lesznie. Kwestionariusze były wysyłane w większości pocztą elektroniczną, ale też pocztą tradycyjną. Ankiety zawierały dwa pytania – pierwsze na temat problemów spowodowanych zmianami klimatu, które są dotkliwe dla podmiotów ankietowanych oraz drugie pytanie o planowane inwestycje minimalizujące negatywne skutki zmian klimatu. Ankiety zostały wypełnione przez 16 organizacji. Cztery z nich stwierdziły, że nie odczuwają negatywnych skutków zmian klimatu, a siedem nie planuje żadnych inwestycji adaptacyjnych do zmian klimatu. Informacje z pozostałych uzupełnionych kwestionariuszy zostały uwzględnione w czasie pisania niniejszego opracowania.

Druga ankieta była skierowana do wszystkich mieszkańców miasta. Ankieta była dostępna na głównej stronie internetowej Leszna, w dniach od 14 czerwca do 20 sierpnia 2017 roku. Na podstawie wypełnionych kwestionariuszy poznano wiedzę i odczucia zainteresowanych mieszkańców na temat zmian klimatu i adaptacji do nich.

Spośród 35 ankietowanych, 86% spotkało się z pojęciem zmian klimatu i adaptacji do zmian klimatu. Tylko 5 ankietowanych nie spotkało się z tymi pojęciami. 69% ankietowanych, czyli 24 osoby odczuwa skutki zmian klimatu i taka sama część ankietowanych uważa, że należy wdrożyć działania mające na celu adaptację do zmian klimatu. Większość osób (83%) zgadza się ze stwierdzeniem: „Zmiany klimatu mają i będą miały wpływ na funkcjonowanie miasta Leszna i jego mieszkańców”. Poniższy diagram przedstawia charakterystykę odpowiedzi na pytanie o skutki zmian klimatu stanowiące największe zagrożenie dla Leszna. Ankietowani mogli wybrać maksymalnie trzy odpowiedzi spośród następujących:

- Wzrost temperatury, tworzenie się miejskiej wyspy ciepła,
- Fale upałów,
- Susze, wysychanie cieków i brak wody,
- Silne wiatry, trąby powietrzne,
- Wzmoczone opady atmosferyczne (deszcze nawalne i burze),
- Lokalne podtopienia i powodzie w wyniku intensywnych opadów,
- Degradacja i zmiana naturalnych środowisk przyrodniczych,
- Nie wiem, trudno powiedzieć,
- Skutki zmian klimatu nie są zagrożeniem dla miasta Leszna i jego mieszkańców.

Największa liczba osób (17 osób) za największe zagrożenie uznała fale upałów i wzmoczone opady atmosferyczne. Niewiele mniej osób wskazało susze, silne wiatry i lokalne podtopienia. Na kolejnym miejscu znajduje się wzrost temperatury i miejska wyspa ciepła. Najmniej osób zaznaczyło degradację i zmianę naturalnego środowiska przyrodniczego. Dwie osoby spośród ankietowanych uważa, że skutki zmian klimatu nie dotyczą miasta Leszna i jego mieszkańców.



Rysunek 30. Największe zagrożenie dla miasta Leszna zdaniem mieszkańców

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet.

Ze stwierdzeniem: „Opracowanie i wdrożenie planów adaptacji do zmian klimatu jest konieczne w celu ograniczenia negatywnych skutków zmian klimatu w miastach” zgadza się 69% osób ankietowanych (24 osoby). Mimo to większość osób nie podejmuje aktualnie ani nie planuje w przyszłości działań adaptacyjnych do zmian klimatu. Tylko 40% ankietowanych podejmuje obecnie lub ma w planach działania służące adaptacji do zmian klimatu. Wśród takich działań wymieniane były:

a) Działania obecnie przeprowadzane:

- Rozwiązania i zapisy w dokumentach planistycznych łagodzące skutki ewentualnych zmian (np. ocieplenia),
- Montaż klimatyzatorów np. w pomieszczeniach z dużą ilością komputerów,
- Ogrzewanie gazowe,
- Termoizolacja budynku,
- Segregacja i ograniczenie śmieci,
- Gromadzenie wód opadowych w ogrodzie w celu ponownego użycia,
- Nasadzenia drzew i krzewów,
- Wprowadzenie nowych elementów zieleni w centrum miasta (donice obsadzone roślinami).

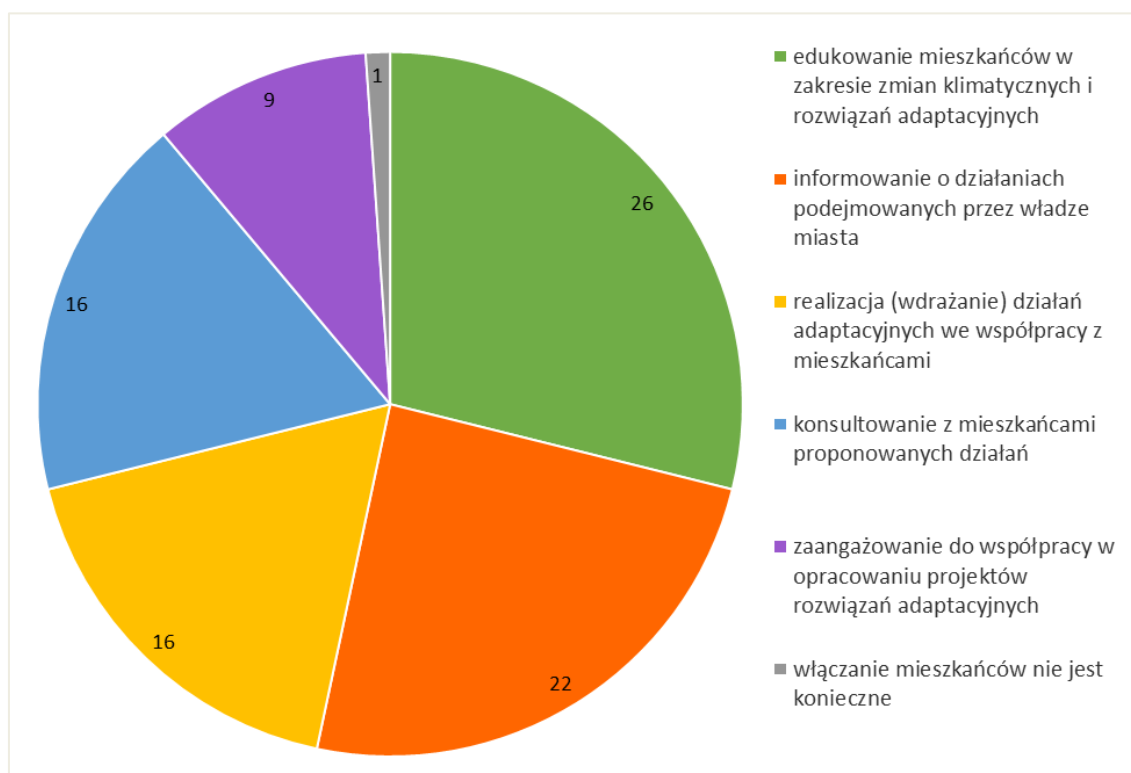
b) Działania planowane:

- Zapisy w dokumentach planistycznych zmniejszające odczuwalne skutki zmian klimatycznych,
- Termomodernizacja, w ramach której zostanie wykonana modernizacja systemów wentylacji i klimatyzacji,

- Tworzenie zielonych dachów na dachach budynków wielorodzinnych,
- Wymiana ogrzewania na paliwo stałe na geotermalne (niskoemisyjne),
- Założenie pasieki,
- Przystosowanie do intensywnych opadów atmosferycznych,
- Wprowadzenie nowych elementów zieleni w centrum miasta (donice obsadzone roślinami),
- Niniejszy plan.

Prawie wszyscy ankietowani stwierdzili, że włączanie mieszkańców w proces opracowania i wdrażania rozwiązań adaptacyjnych jest konieczne. Poniższy diagram przedstawia odpowiedzi na pytanie o sposoby zaangażowania społeczeństwa. Ankietowani mogli wybrać maksymalnie trzy odpowiedzi spośród następujących:

- Informowanie o działaniach podejmowanych przez władze miasta,
- Konsultowanie z mieszkańcami proponowanych działań,
- Zaangażowanie do współpracy w opracowaniu projektów adaptacyjnych,
- Realizacja (wdrażanie) działań adaptacyjnych we współpracy z mieszkańcami,
- Edukowanie mieszkańców w zakresie zmian klimatycznych i rozwiązań adaptacyjnych,
- Włączanie mieszkańców nie jest konieczne.



Rysunek 31. Najlepsze sposoby włączenia mieszkańców w proces opracowania i wdrażania rozwiązań adaptacyjnych zdaniem mieszkańców

Źródło: Opracowanie własne na podstawie ankiet

Najwięcej osób (26 osób) uznało, że włączenie mieszkańców jest możliwe poprzez edukowanie ich w zakresie zmian klimatycznych i rozwiązań adaptacyjnych. Ważne według mieszkańców jest też informowanie o działaniach podejmowanych przez władze miasta. Nieco mniej osób uznało, że dobrym sposobem na zaangażowanie mieszkańców może być realizacja działań adaptacyjnych we współpracy z mieszkańcami lub konsultowanie proponowanych działań. Najmniej osób wskazało zaangażowanie do współpracy w opracowywaniu projektów rozwiązań adaptacyjnych.

Podsumowując, z przeprowadzonej ankietyzacji wyłonił się pewien stan wiedzy mieszkańców na temat zmian klimatu. Niewiele osób zna jednak pojęcie adaptacji do zmian klimatu, a większość mieszkańców nie podejmuje żadnych działań adaptacyjnych. Osoby ankietowane są jednak świadome konieczności włączenia mieszkańców w opracowywanie i wdrażanie działań minimalizujących skutki zmian klimatu. Większość osób chce być bardziej wyedukowana w zakresie zmian klimatu i adaptacji do zmian klimatu.

5 Główne zagrożenia wynikające ze zmian klimatu

5.1 Ekspozycja na dany czynnik klimatyczny

W poniższej tabeli zestawiono trendy zmian poszczególnych parametrów klimatycznych oraz ich konsekwencje. Rozważano możliwe zmiany parametrów w półroczu letnim i zimowym.

Tabela 18. Analiza trendów klimatycznych w Lesznie

Parametry	Trend zmian		Konsekwencje zmian	
	Lato	Zima	Lato	Zima
Średnia temperatura powietrza	wzrost	wzrost	Wydłużenie okresu wegetacyjnego, przyspieszenie wzrostu roślin, zwiększona częstotliwość upałów.	Skrócenie okresu zalegania pokrywy śnieżnej, zmniejszenie częstości występowania mrozów.
Liczba dni upalnych	wzrost	nie dotyczy	Częstsze występowanie oraz „głębsze” susze w okresie letnim; zwiększone zagrożenie dla zdrowia ludności; zniszczenia w nawierzchni dróg, torów kolejowych, linii energetycznych; zwiększona częstotliwość występowania pożarów.	-
Liczba dni mroźnych	nie dotyczy	spadek	-	Zmniejszenie zagrożenia awariami trakcji i torów kolejowych, magistrali ciepłowniczych, sieci wodociągowej i kanalizacyjnej, linii wysokiego napięcia; zmniejszenie zniszczeń infrastruktury transportowej; spadek zagrożenia dla zdrowia i życia ludzi i zwierząt.
Opady atmosferyczne	spadek	wzrost	W połączeniu z wyższą temperaturą spowodują częstsze występowanie zjawiska suszy. Susze mogą być coraz dłuższe i „głębsze”.	Zmniejszenie prawdopodobieństwa wystąpienia suszy; zwiększenie wilgotności gleby, powodujące potrzebę rozwoju melioracji odwadniających.

Parametry	Trend zmian		Konsekwencje zmian	
	Lato	Zima	Lato	Zima
Ulewne opady deszczu	wzrost	brak tendencji	<p>Opad \geq 30 mm/dobę: lokalne podtopienia i zalania niżej położonych terenów, pojawianie się zastoisk wody lub szybki spływ; erozja gleb, utrudnienia w ruchu pieszym i drogowym;</p> <p>Opad \geq 50 mm/dobę: Woda opadowa tworzy trajektorie w postaci strumieni;</p> <p>powierzchniowe zalania terenu i niżej położonych pomieszczeń; zniszczenia urządzeń infrastruktury;</p> <p>zastoiska wody na polach uprawnych;</p> <p>Opad \geq 90 mm/dobę: Grunt i systemy kanalizacji burzowej nie nadążają wchłaniać wody opadowej; ulicami przepływają rzeki opadowe, następują katastrofalne zniszczenia infrastruktury miejskiej.</p>	-
Opady gradu	wzrost	brak tendencji	Zwiększone zniszczenia w rolnictwie, uszkodzenia pokryć dachowych, samochodów, utrudnienia w transporcie, zagrożenie dla zdrowia ludzi, zagrożenie dla życia zwierząt.	-
Okres zalegania pokrywy śnieżnej	nie dotyczy	spadek	-	Zmniejszenie utrudnień i zagrożeń w komunikacji drogowej; spadek ryzyka uszkodzenia linii energetycznych i katastrof budowlanych związanych z zaleganiem śniegu na dachach budynków.

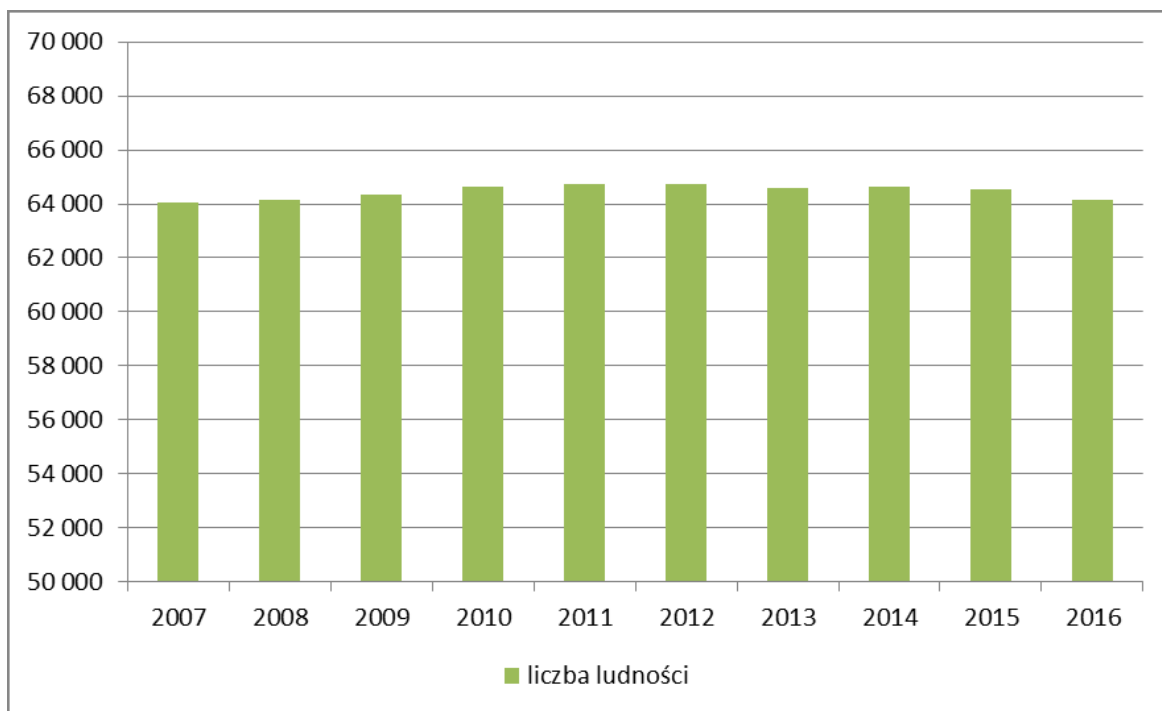
Parametry	Trend zmian		Konsekwencje zmian	
	Lato	Zima	Lato	Zima
Średnie prędkości wiatru	brak tendencji	brak tendencji	-	-
Maksymalne prędkości wiatru	wzrost	wzrost	Większe uszkodzenia budynków, zrywanie dachów; wyrwanie drzew z korzeniami, łamanie słupów energetycznych; zwiększenie zagrożenia dla każdego typu transportu; zagrożenie dla życia ludzi i zwierząt, zwiększona częstotliwość śmiertelnych wypadków.	
Zjawiska burzowe	brak tendencji	brak tendencji	Nie zaobserwowano tendencji zwiększania częstotliwości występowania burz. Burze mogą natomiast być intensywniejsze.	
Susze	wzrost	spadek	Niekorzystne zmiany dla funkcjonowania roślin i produkcji rolniczej związane z niedostatkami wody; zmniejszona dostępność wody pitnej dla ludności. Wzrost cen wody.	Zwiększenie uwilgotnienia gleby – konieczność prowadzenia prac odwadniających pola uprawne w miesiącach zimowych. Zwiększone występowanie grzybowych chorób roślin.
Obciążenia bioklimatyczne dla organizmu	wzrost	spadek	Zwiększona liczba dni z odczuciami silnego dyskomfortu termiczno-wilgotnościowego dla organizmu człowieka związanych z wysokimi temperaturami.	Zmniejszona liczba dni z odczuciami dyskomfortu termicznego dla organizmu człowieka związanego z niskimi temperaturami powietrza.

Zródło: Opracowanie własne na podstawie literatury z zakresu klimatologii Polski

5.2 Ocena podatności - wrażliwość miasta na dany czynnik klimatyczny

5.2.1.1 Ludność – zdrowie publiczne i grupy wrażliwe

Wg danych GUS za 2016 rok miasto Leszno zamieszkiwane jest przez 64 159 mieszkańców, z czego 52,1% stanowią kobiety. W latach 2007-2016 liczba ludności miasta zmieniała się w niewielkim stopniu, maksimum osiągając w 2012 roku. Zgodnie z prognozami sytuacji demograficznej Leszna, do 2025 populacja miasta zmniejszy się do ok. 60 tys.



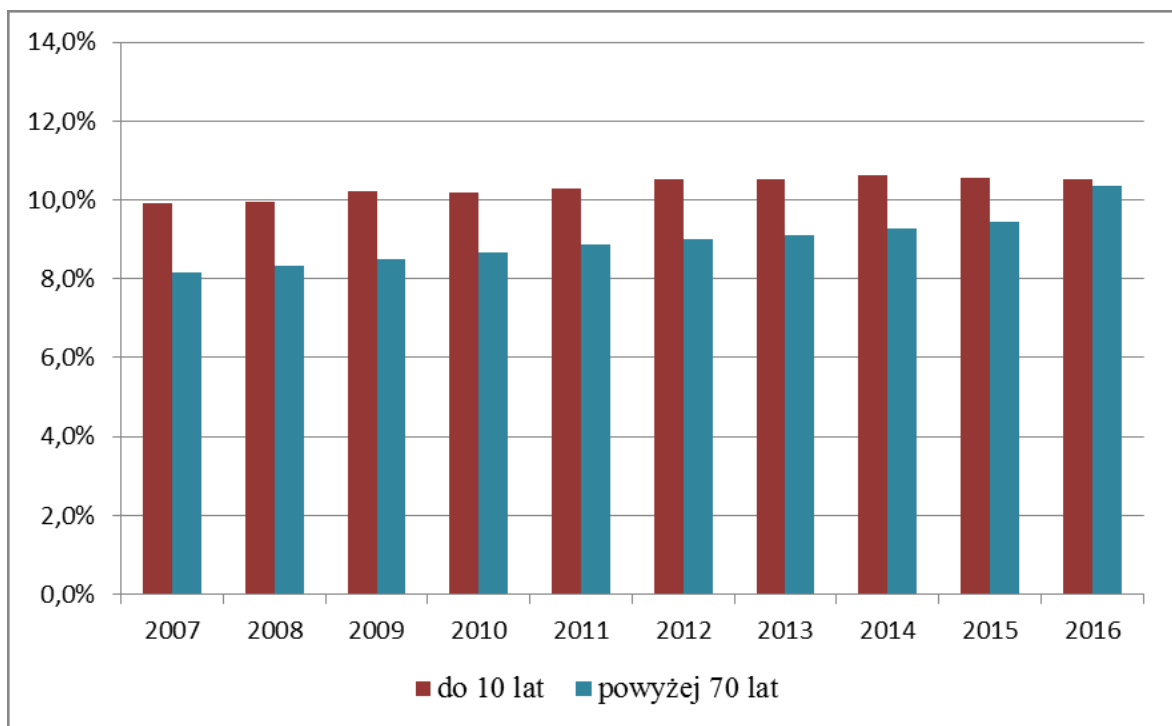
Rysunek 32. Zmiany liczby ludności w Lesznie w latach 2007-2016

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS

Wrażliwość miast na czynniki klimatyczne związana jest ze specyficznymi warunkami termicznymi, wilgotnościowymi, polem wiatru oraz zanieczyszczeniami. Istotne znaczenie dla klimatu obszarów zurbanizowanych ma zjawisko miejskiej wyspy ciepła (UHI – Urban Heat Island), objawiające się podwyższeniem temperatury w przyziemnej warstwie atmosfery miasta w stosunku do obszarów pozamiejskich. W Polsce natężenie UHI może dochodzić nawet do 5-8°C, co szczególnie w miesiącach letnich przekłada się na pogorszenie samopoczucia mieszkańców, ich kondycji psychicznej oraz wpływa na wzrost przemy i niepokoju społecznych.

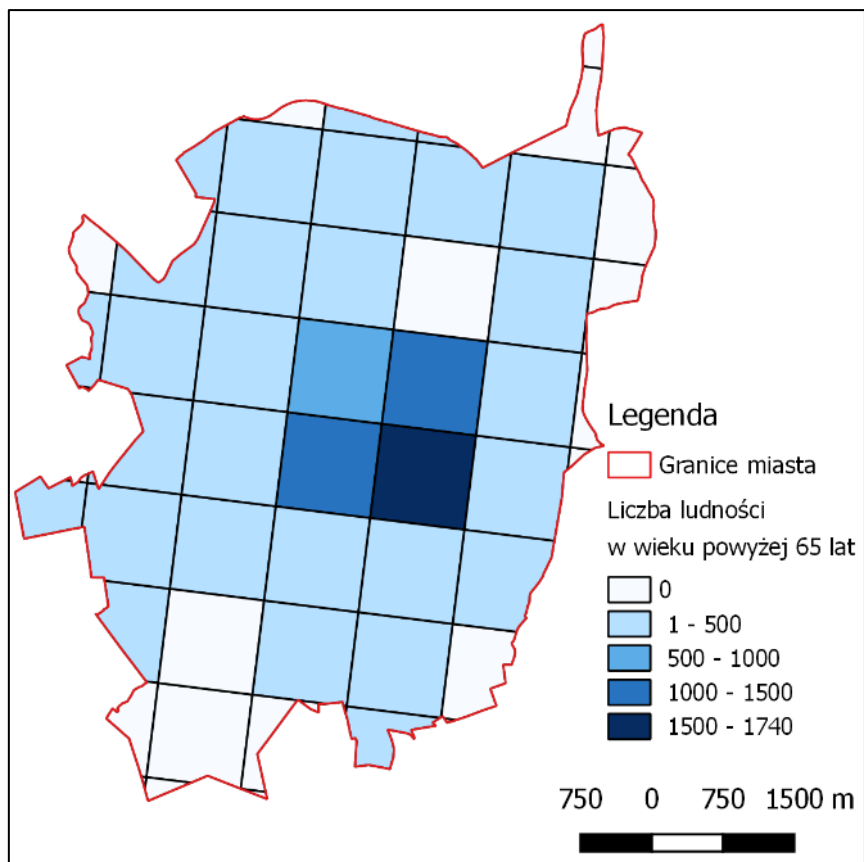
Bardzo istotnym czynnikiem pogarszającym kondycję zdrowotną mieszkańców miast są ekstremalnie wysokie temperatury powietrza i fale upałów. Podczas występowania upałów wzrasta umieralność na choroby układu sercowo-naczyniowego oraz układu oddechowego, a także zwiększa się liczba śmiertelnych wypadków. Badania prowadzone w innych krajach Europy wskazują, że wzrost umieralności ze względu na problemy krążeniowe podczas dni z temperaturą maksymalną przekraczającą 37°C osiągał w niektórych okresach wartość o 30,3% wyższą od przewidywanej, natomiast śmiertelność związana z niewydolnością układu oddechowego wahała się w granicach 12,4-16,3%.

Szczególnie narażone na niebezpieczny wpływ wysokich temperatur są dzieci i osoby starsze. Według danych GUS w latach 2007-2016 w Lesznie wzrosła zarówno liczba dzieci do 10 roku życia, jak i liczba osób w wieku 70 lat i starszych. Obecnie te grupy wiekowe stanowią odpowiednio 10,5% oraz 10,4% ogółu społeczeństwa. Tendencja do starzenia się społeczności miasta sprawia, że coraz więcej osób w Lesznie znajdować się będzie w grupie ryzyka związanego z upałami i falami upałów.



Rysunek 33. Zmiany udziału osób w wieku do 10 i powyżej 70 lat w ogólnej liczbie ludności Leszna w latach 2007-2016

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS

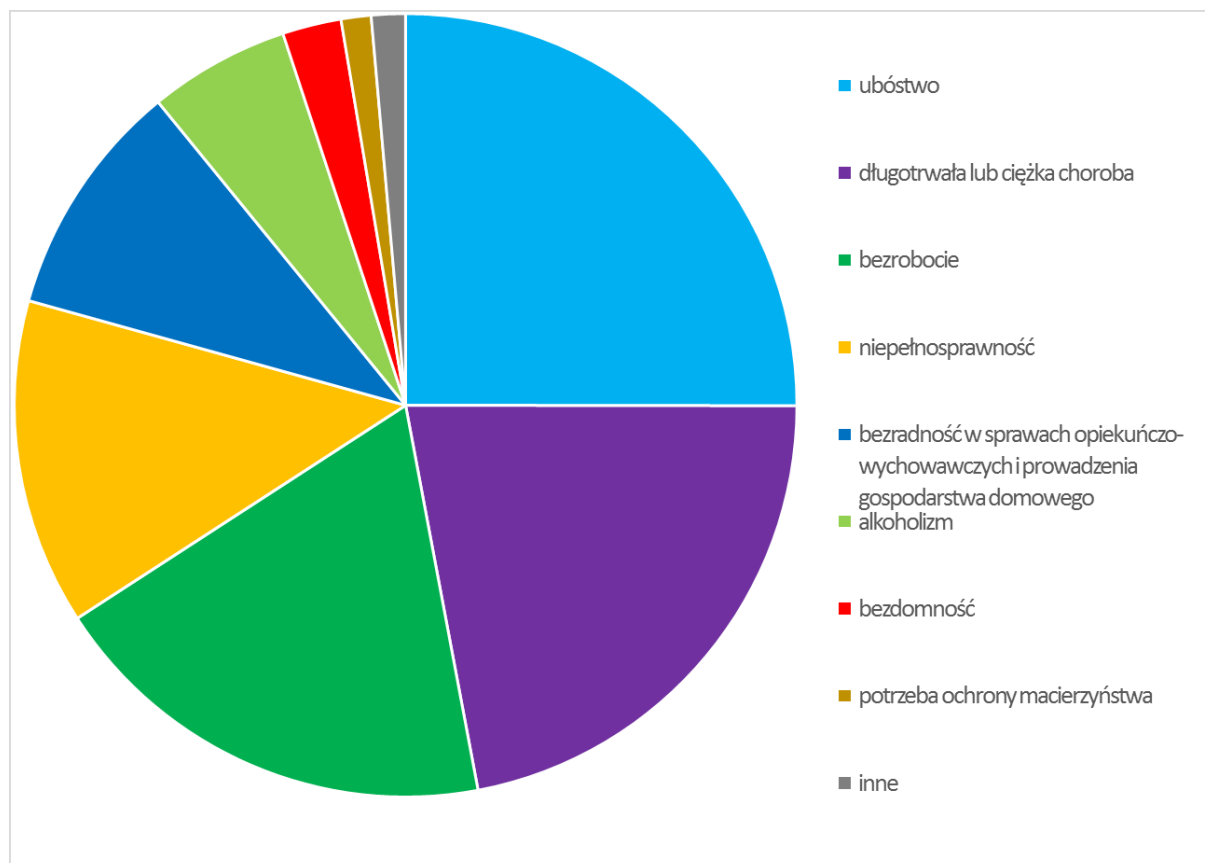


Rysunek 34. Rozmieszczenie liczby ludności w wieku powyżej 65 roku życia w Lesznie w 2011 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS

Najwięcej osób starszych znajduje się w centrum miasta Leszna. Zmienność przestrzenna lokalizacji ludności w wieku powyżej 65 lat została przedstawiona na powyższej mapie.

W mieście Leszno występują też grupy osób z dysfunkcjami społecznymi. Spośród nich najbardziej narażone na trudne warunki pogodowe są osoby bezdomne, ubogie. W województwie wielkopolskim znajduje się 5,8% ogółu bezdomnych I kategorii w Polsce. Inną grupą wrażliwą są osoby chore oraz osoby niepełnosprawne. Przyczyny przyznawania pomocy społecznej rodzinom w Lesznie w 2015 przedstawiono na poniższym diagramie. Najwięcej świadczeń (1173) przyznano z powodu ubóstwa. Znaczną pomoc społeczną przyznano też z powodu długotrwałej lub ciężkiej choroby (1032), bezrobocia (882) oraz niepełnosprawności (631).



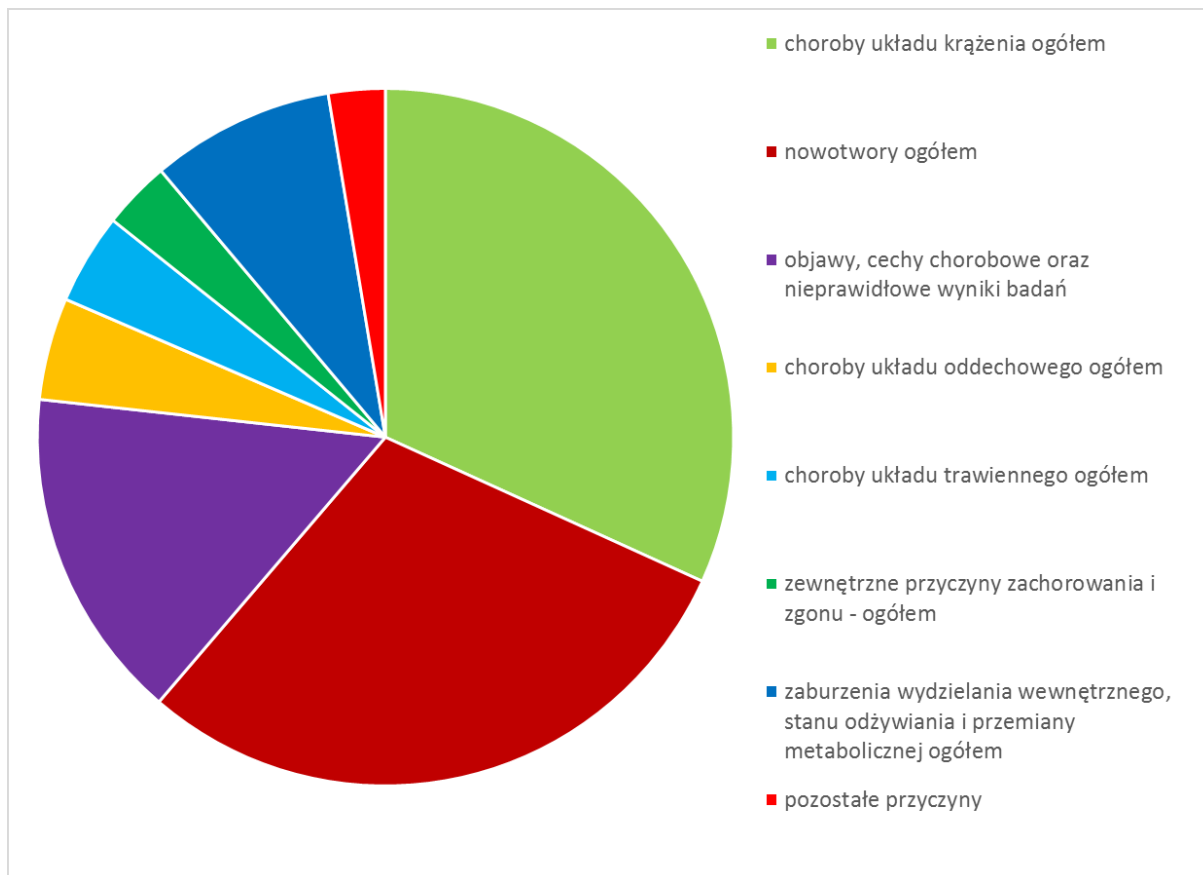
Rysunek 35. Powody przyznania pomocy rodzinie w Lesznie w 2015 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z GUS

Istotnymi grupami wrażliwymi na oddziaływanie zmian klimatu są też pewne grupy zawodowe. Osoby pracujące na roli lub w lesie są szczególnie narażone na choroby zakaźne przenoszone przez kleszcze (jak borelioza). Rolnictwo, leśnictwo, łowiectwo i rybołówstwo obejmują 2% struktury podmiotów gospodarczych na terenie miasta (źródło: GUS, stan na 2015).

Niebezpieczne zjawiska meteorologiczne mogą w ekstremalnych przypadkach być przyczyną śmierci. Mogą powodować zgony, których przyczyną są choroby układu krążenia, układu oddechowego i nowotwory. W Lesznie w 2015 roku zmarło 549 osób, z czego nowotwory były przyczyną 31% przypadków. Warunki klimatyczne wpływają na zachorowalność i liczbę zgonów spowodowanych nowotworami skóry, które obejmują obecnie 22% ogólnej liczby chorób nowotworowych. Choroby

układu krążenia były przyczyną 33% zgonów w Lesznie, a choroby układu oddechowego powodowały 5% zgonów. W związku ze wzrostem liczby zachorowań należy spodziewać się wzrostu nakładów na służbę zdrowia.



Rysunek 36. Przyczyny zgonów w Lesznie w 2015 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z GUS

Prognozowany wzrost okresów upalnych, a co za tym idzie również nocy tropikalnych, będzie powodował wzrost problemów zdrowotnych związanych z ekspozycją na wysoką temperaturę otoczenia nie tylko osób starszych, ale także osób pracujących, w sile wieku (Błażejczak i Błażejczyk 2013).

Obserwowane zmiany dotkną głównie mieszkańców dużych miast, które tracą naturalną możliwość schładzania powietrza w skutek intensyfikacji zabudowy miejskiej i ubytków zieleni oraz zabudowy korytarzy nawietrzających i schładzających stref intensywnej zabudowy miejskiej.

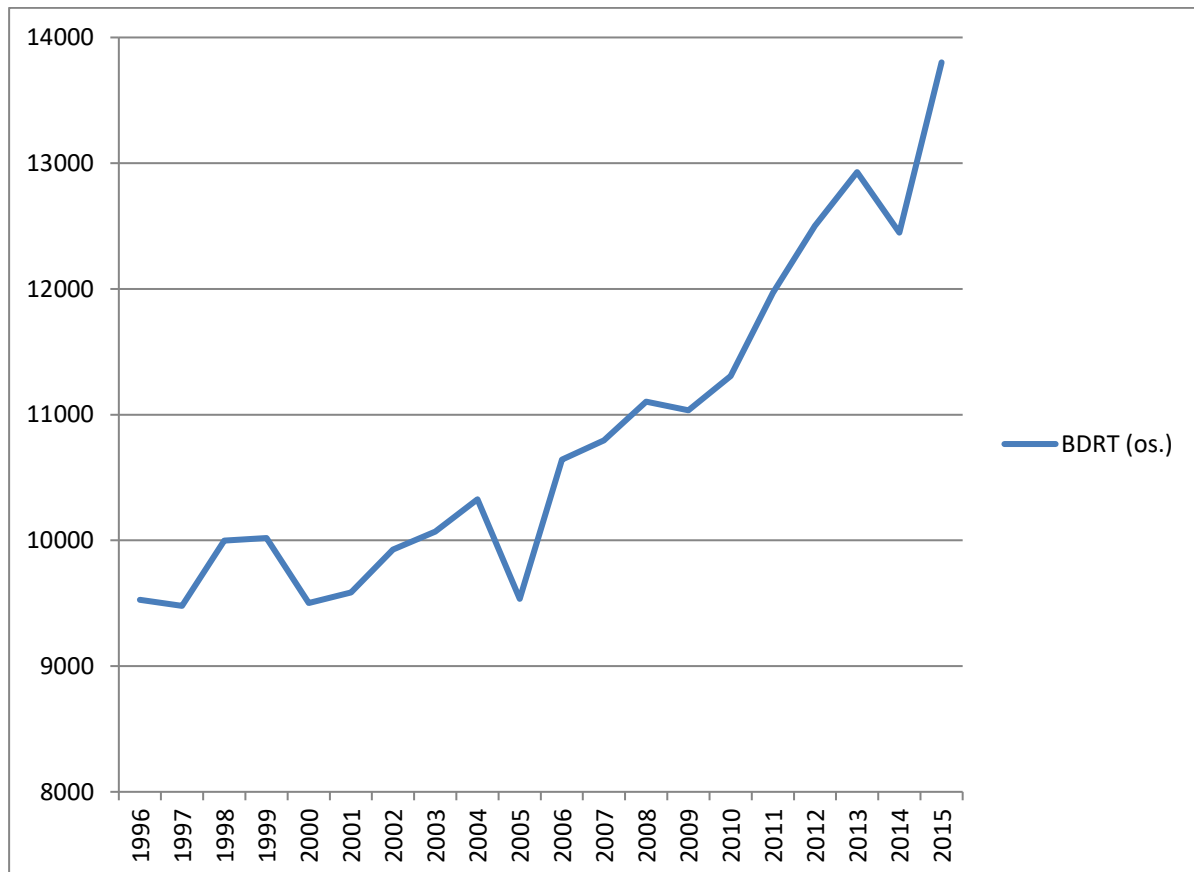
W celu określenia wrażliwości dużych miast, związanych z ekspozycją ich mieszkańców na wysoką temperaturę zaproponowano stosowanie następujących mierników:

- Bezwzględne ryzyko termiczne (BDRT) - określone liczbą mieszkańców w wieku do 4 lat włącznie oraz 65 lat i więcej w danym mieście,
- Demograficzny wskaźnik ryzyka termicznego (DWRT) –określony udziałem mieszkańców w wieku do 4 lat włącznie oraz 65 lat i więcej w danym mieście, w ogólnej liczbie mieszkańców.

Na podstawie danych demograficznych opublikowanych w raportach o sytuacji społeczno-gospodarczej w Lesznie za lata 1996 – 2015. Wykonano analizę wrażliwości społeczeństwa miasta Leszno na zmiany termiczne.

W mieście Leszno, ilość osób szczególnie wrażliwych na ekstremalne temperatury od roku 1996 do 2015 roku sukcesywnie wzrastała. Zjawisko to przedstawione zostało na poniższej rycinie.

W roku 1996 liczba ludności stanowiąca grupę bezwzględnego ryzyka termicznego stanowiła 9 527 osób. Natomiast w roku 2015 liczba ta wzrosła do 13 802 osób.

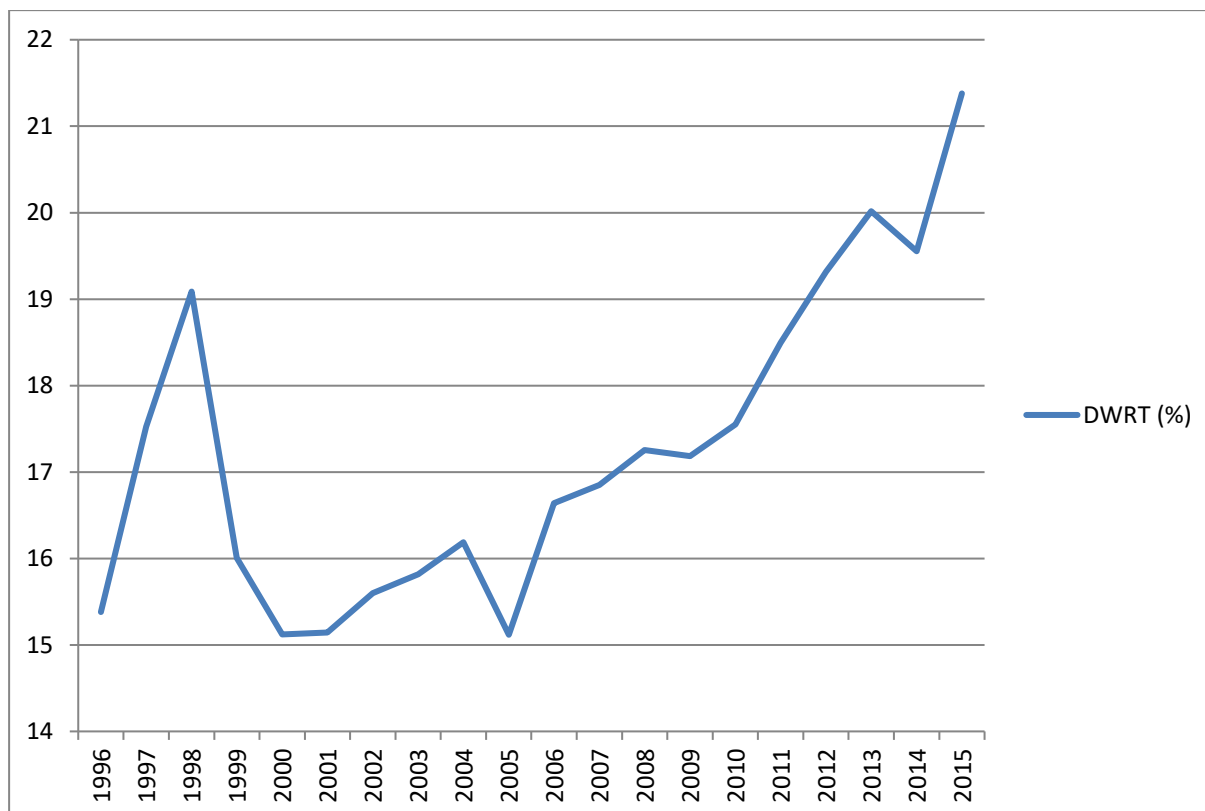


Rysunek 37. Bezwzględne ryzyko termiczne dla miasta Leszno w latach 1996 – 2015

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS

Demograficzny wskaźnik ryzyka termicznego (DWRT) dla Leszna w roku 2015 osiągnął największą wartość 21,37%, co oznacza, że ponad 1/5 ludności miasta to mieszkańcy w wysokim stopniu podatni na zmiany termiczne. Najniższą wartość wskaźnika zaobserwowano w 2005 roku i wynosiła ona 15,11%.

Wskaźnik ten wykazywał w latach 1996 – 2005 wahania, zaś po roku 2005 widoczna jest wyraźna tendencja wzrostowa, która jest przedstawiona na poniższej rycinie.



Rysunek 38. Demograficzny wskaźnik ryzyka termicznego dla miasta Leszno w latach 1996 – 2015

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z GUS

Odczucia termiczne, zarówno w obrębie miasta jak i poza nim, są często determinowane nie tylko przez temperaturę powietrza, ale także przez inne czynniki, takie jak wilgotność powietrza, prędkość wiatru czy promieniowanie słoneczne. Coraz częściej stosowanym wskaźnikiem warunków bioklimatycznych w ciepłej połowie roku jest Humidex, wyrażający wspólne oddziaływanie temperatury oraz ciśnienia pary wodnej na odczuwanie gorąca przez organizm człowieka. Wylicza się go z następującego wzoru:

$$\text{Humidex} = t + 0,555 * (vp - 10)$$

gdzie:

t – temperatura powietrza [°C], vp – ciśnienie pary wodnej [hPa]

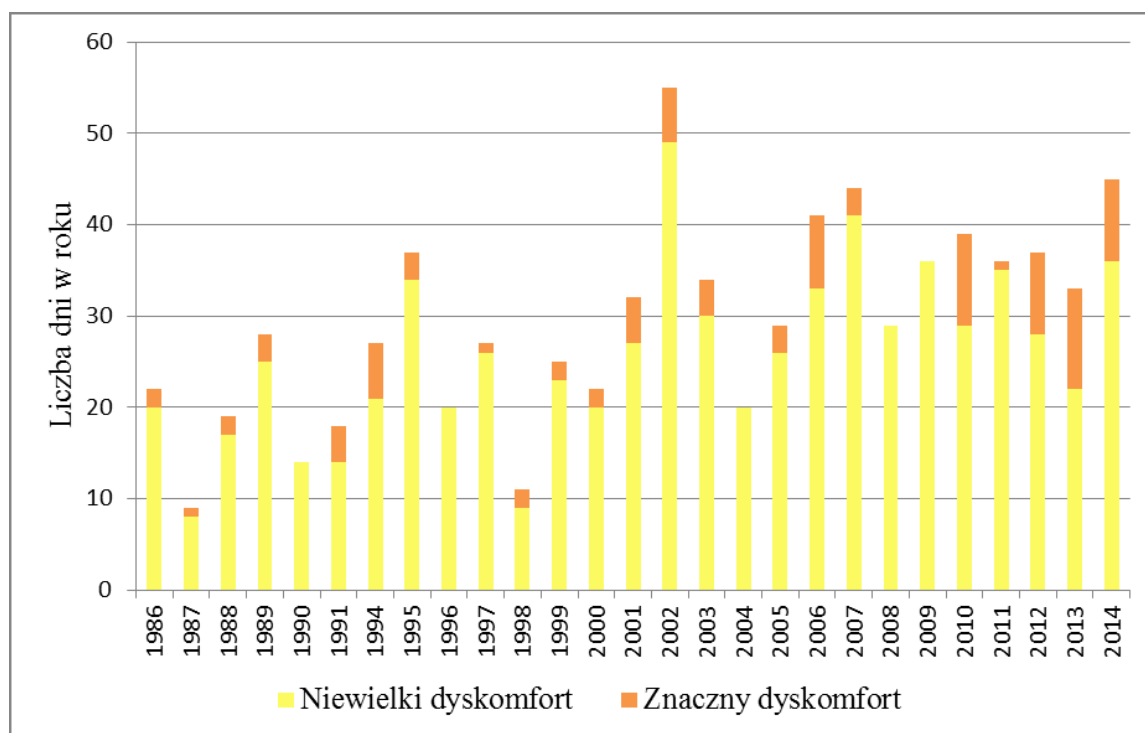
Skalę oceny zagrożeń termiczno-wilgotnościowych za pomocą wskaźnika Humidex przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 19. Skala odczuwalności termicznej wskaźnika Humidex

Humidex [°C]	Stopień zagrożenia	Odczuwane objawy
23 – 29	poziom ostrzegawczy	niewielki dyskomfort
29 – 39	wzrost zagrożenia	znaczny dyskomfort
39 – 54	znaczne zagrożenie	duży dyskomfort
> 54	duże zagrożenie	możliwość udaru ciepłego podczas pobytu w terenie otwartym

Źródło: *Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce* (Błażejczyk, 2004)

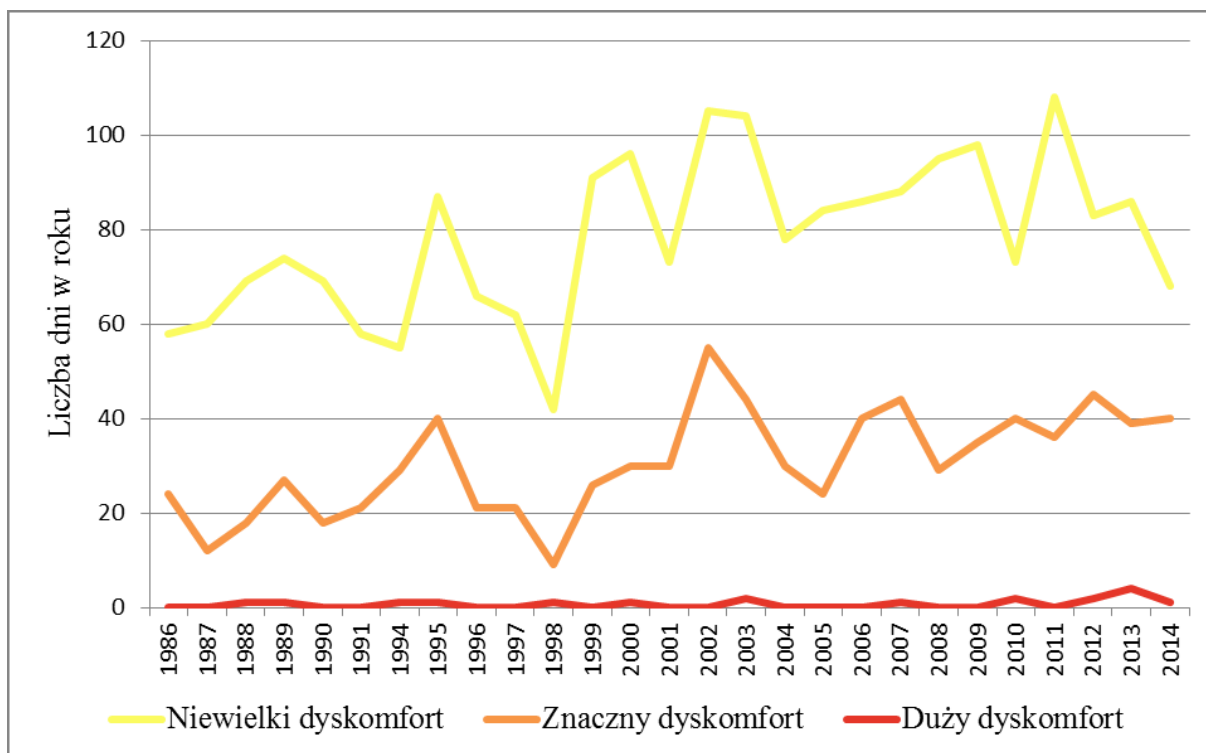
Zgodnie z danymi meteorologicznym z lat 1986-2014 w Lesznie notuje się średnio 28-29 dni w roku z występowaniem średniej dobowej wskaźnika Humidex powyżej 23°C, czyli powyżej poziomu ostrzegawczego. W tym samym okresie badań stwierdzono rosnący trend rocznej liczby dni z obciążeniami termiczno-wilgotnościowymi. Najwyższą zanotowaną średnią dobową wartością Humidexu były 34°C, zaliczające się do progu znacznego dyskomfortu i powodujące wzrost zagrożenia dla organizmu człowieka.



Rysunek 39. Liczba dni w roku ze średnią dobową wartością wskaźnika Humidex w określonych progach obciążeń termiczno-wilgotnościowych w latach 1986-2014 w Lesznie

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych NOAA

Trendem wzrostowym charakteryzują się również maksymalne dobowe wartości wskaźnika Humidex. Absolutne maksimum zanotowane w tym samym okresie pomiarowym wyniosło 42,9°C, wywołując znaczne zagrożenie i duży dyskomfort dla ustroju człowieka. Obciążenia w tym progu Humidexu występują stosunkowo rzadko, jednak w ostatnich kilku latach charakteryzują się wyraźnym wzrostem częstości. Nie notuje się z kolei warunków dużego dyskomfortu (HD > 54°C).



Rysunek 40. Liczba dni w roku z maksymalną dobową wartością wskaźnika Humidex w określonych progach obciążeń termiczno-wilgotnościowych w latach 1986-2014 w Lesznie

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych NOAA

Specyficzne warunki klimatyczne miasta, związane ze zwiększoną temperaturą na jego obszarze, zmianami wilgotności i regulowaniem prędkości wiatru, wpływają pośrednio na podwyższenie stężeń zanieczyszczeń powietrza na jego obszarze. Za zanieczyszczenie powietrza uznaje się każdą substancję stałą, ciekłą lub gazową występującą w powietrzu w stężeniu większym niż naturalne. Zanieczyszczenia te dostają się do organizmu człowieka głównie przez układ oddechowy, a także pokarmowy oraz przez gałki oczne. Reakcja organizmu na działanie substancji toksycznych może mieć charakter **ostry** (jednorazowo wprowadzona jest do organizmu duża dawka substancji toksycznej), **chroniczny** (długotrwałe wprowadzanie do organizmu małych dawek) lub **utajony** (skutki wprowadzenia pewnych dawek substancji mogą się ujawnić po dłuższym czasie).

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska oceny jakości powietrza w województwie wielkopolskim dokonuje się dla obszaru 3 stref:

- strefa aglomeracji poznańskiej – miasto o liczbie mieszkańców powyżej 250 tys.
- strefa miasto Kalisz – miasto o liczbie mieszkańców powyżej 100 tysięcy,
- strefa wielkopolska obejmująca pozostały obszar województwa.

Leszno znajduje się w obrębie strefy wielkopolskiej, dla której dokonuje się corocznie klasyfikacji zanieczyszczeń pod względem ochrony zdrowia. W 2015 r. w strefie wielkopolskiej większość badanych substancji zaliczona została do klasy A. Jednak wysokie stężenia benzo(a)pirenu oraz pyłu PM10 spowodowały przypisanie tym zanieczyszczeniom klasy C.

Tabela 20. Wyniki pomiarów pyłu PM10 w Lesznie w latach 2006-2015

2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Uśredniane 24-godzinne – częstość przekraczania poziomu dopuszczalnego w roku									
68	18	34	67	96	53	58	42	39	28
Średnie dla roku [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]									
38,5	23,0	29,0	35,8	39,5	31,9	32,8	30,0	29,0	26,0

Źródło: Raporty o stanie środowiska w województwie wielkopolskim za lata 2006-2015

Pył PM10 jest emitowany przede wszystkim z procesów spalania, jednak unosi się również z placów budów, dróg i z nieutwardzonych powierzchni. Najbardziej toksyczne są pyły zawierające związki metali ciężkich i węglowodory aromatyczne. Skutki wdychania pyłów dotyczą najczęściej osób starszych, przewlekle chorujących i przede wszystkim dzieci, których układ oddechowy nie jest w pełni ukształtowany. Ponadto wdychają one więcej powietrza w stosunku do masy ciała niż osoby dorosłe.

Zmieniające się klimat i stężenie zanieczyszczeń powietrza na obszarze miasta są czynnikami cechującymi się wzajemnym oddziaływaniem. Z jednej strony zwiększanie się częstotliwości występowania silnych wiatrów może wpływać pozytywnie na stan czystości powietrza, powodując lepsze przewietrzanie obszarów zabudowanych. Z drugiej strony rosnący trend liczby dni upalnych, z bezwietrzną i bezchmurną pogodą, może skutkować zwiększaniem stężenia zanieczyszczeń. Wreszcie wysoka zawartość pyłów w powietrzu skutkować może częstszym występowaniem mgieł i smogu, powodującego zagrożenie zarówno dla ludzi, jak i dla środowiska.

Zgodnie z danymi GUS za lata 2007-2016 w Lesznie systematycznie spada emisja pyłów z zakładów szczególnie uciążliwych, jednak emisja gazów utrzymuje się na mniej więcej stabilnym poziomie. Ze względu na te dane, a także wobec skomplikowanych procesów klimatycznych zachodzących w mieście, niezwykle trudne jest dokonanie jednoznacznej oceny wrażliwości Leszna na zmiany klimatu pod kątem zanieczyszczeń powietrza i potencjalnego wpływu na zdrowie mieszkańców.

Tabela 21. Zmiany emisji pyłów i gazów z zakładów szczególnie uciążliwych w Lesznie

Wyszczególnienie	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Emisja pyłów [t/r]	88 734	86 549	83 490	85 588	71 001	69 077	78 853	71 214	84 576	85 574
Emisja gazów [t/r]	88 734	86 549	83 490	85 588	71 001	69 077	78 853	71 214	84 576	85 574

Źródło: Bank Danych Lokalnych GUS

Dane meteorologiczne dla miasta Leszno za lata 1986 – 2013 wskazują wzrost średniej miesięcznej temperatury o jeden procent. Jest to zjawisko niebezpieczne, gdyż w Lesznie znaczny udział ludności stanowią osoby będące w grupie bezwzględnego ryzyka termicznego.

W takim wypadku wskazane jest wprowadzenie działań minimalizujących mających na celu zniwelowanie negatywnego wpływu zmian klimatycznych oraz miejskiej wyspy ciepła.

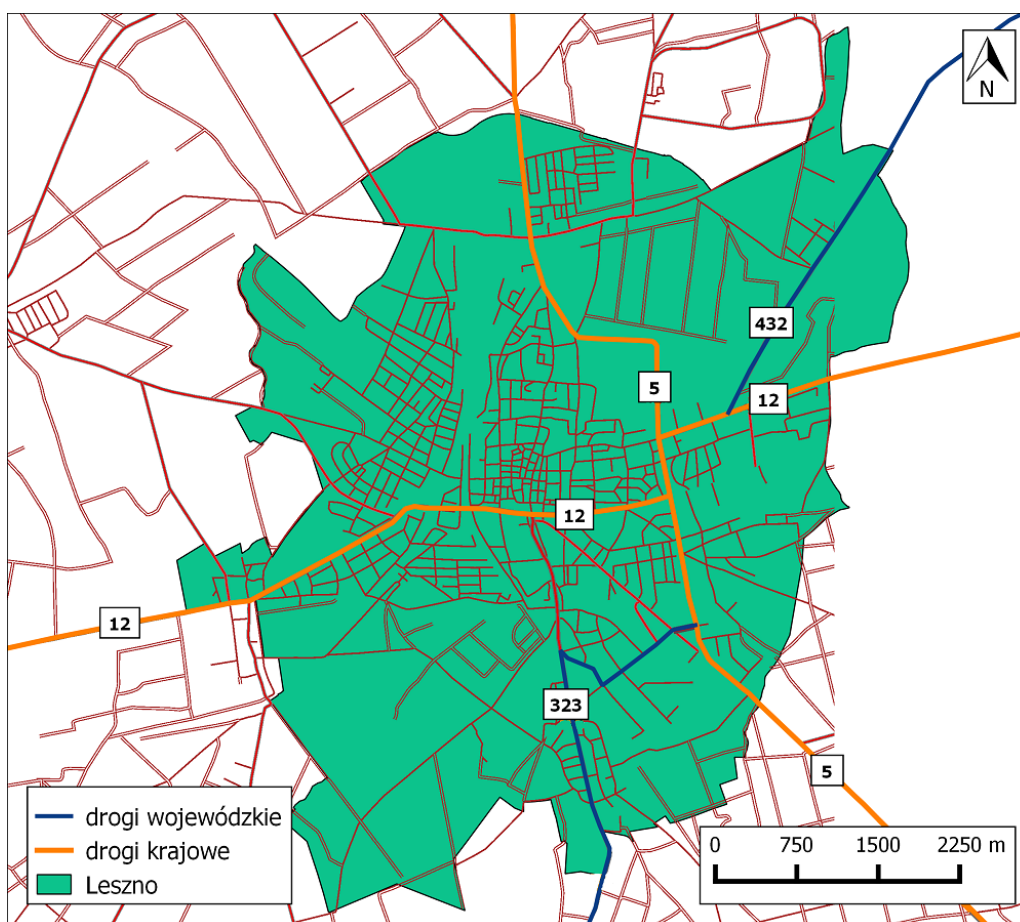
Proponowane działania zaradcze to rozbudowa zielonej i niebieskiej infrastruktury na terenie miasta Leszno ze szczególnym uwzględnieniem ścisłego centrum miasta. Ponadto postuluję się

edukację ekologiczną mieszkańców miasta w celu zwiększenia świadomości na temat zmian klimatu i miejskiej wyspy ciepła.

5.2.1.2 Transport

Leszno pełni w funkcję ważnego węzła komunikacyjnego ze względu na swoje położenie pomiędzy dwoma dużymi miastami o wysokim znaczeniu gospodarczym w skali kraju – Poznaniem i Wrocławiem. Charakteryzuje się rozbudowaną siecią drogową i kolejową. W granicach miasta krzyżują się drogi krajowe nr 5 i 12. Droga krajowa nr 5, o łącznej długości 496 km, łączy miejscowość Nowe Marzy w województwie kujawsko pomorskim z granicą państwa z Czechami w Lubawce. Na trasie przebiega przez miejscowości Świecie, Bydgoszcz, Poznań, Leszno, Wrocław, Bolków. Przez Leszno przechodzi na linii północny-zachód – południowych wschód. Droga krajowa nr 12 przecina DK nr 5, kierując swoją trasę od granicy Polski z Niemcami do granicy z Ukrainą na wschodzie. Łączna długość drogi wynosi 757 km i łączy ona takie większe miejscowości jak: Żary, Żagań, Głogów, Leszno, Jarocin, Kalisz, Sieradz, Piotrków Trybunalski, Radom, Lublin i Chełm.

Przez Leszno prowadzi również droga wojewódzka nr 323 Leszno – Góra – Lubin (długości 64 km) oraz droga wojewódzka nr 432 łącząca Leszno z Wrześnią. Ogólny układ sieci transportowej w mieście zapewnia dogodnie połączenia z województwami: wielkopolskim, dolnośląskim, śląskim oraz z terenami Pomorza i Mazowsza. Poprzez system dróg krajowych, połączonych z autostradami A2 i A4, Leszno jest dogodnie skomunikowane w kontekście międzynarodowym z Niemcami, Czechami, a także poprzez Trójmiasto z krajami skandynawskimi.



Rysunek 41. Sieć drogową Leszno

Źródło: Opracowanie własne

Klimat i jego zmiany mają wpływ na wszystkie rodzaje transportu w miastach, jednak poszczególne czynniki oddziałują na jego funkcjonowanie w różnym stopniu. Możliwość realizacji usługi transportowej zależy jest od stopnia wrażliwości sektora transportowego na oddziaływanie tzw. Umownych Kategorii Klimatu.

Tabela 22. Obecnie obserwowany zakres oddziaływania UKK na różne rodzaje transportu

UKK	Infrastruktura	Środek transportu	Komfort socjalny
Transport drogowy			
Mróz	2	2	2
Śnieg	3	1	2
Deszcz	3	1	1
Wiatr	3	2	1
Upał	2	1	2
Mgła	1	0	2
Transport kolejowy			
Mróz	3	1	1
Śnieg	3	1	1
Deszcz	3	0	1
Wiatr	3	0	0
Upał	1	0	1
Mgła	0	0	2
0 – neutralne	1 – utrudniające	2 – ograniczające	3 - uniemożliwiające

Zródło: www.klimada.mos.gov.pl

W świetle obserwowanych i prognozowanych zmian klimatu, wrażliwość transportu w Lesznie na występowanie mrozów, w odniesieniu do infrastruktury i środków transportu, powinna ulegać w przyszłości zmniejszaniu. Według opracowanych scenariuszy ekstremalnie niskie temperatury w regionie miasta będą zjawiskiem coraz rzadszym, co zmniejszy zagrożenie związane z awaryjnością sprzętu, zmniejszaniem sprawności jego działania, uszkodzeniami nawierzchni drogowej i pękaniem szyn kolejowych.

Opady śniegu charakteryzują się brakiem występowania wyraźnego trendu w odniesieniu do średniej rocznej liczby dni z pokrywą śnieżną oraz tendencją do skracania okresu zalegania pokrywy śnieżnej. W związku z ww. prognozami klimatycznymi nie przewiduje się wzrostu częstości występowania w Lesznie potencjalnie negatywnych skutków zalegania pokrywy śnieżnej, takich jak nieprzejezdność dróg, przewracanie drzew, zrywanie linii energetycznych, opóźnienia w transporcie, wypadki drogowe itp.

Rosnąca tendencja występowania gwałtownych i ulewnych opadów deszczu może sprzyjać uszkodzeniom infrastruktury transportowej, podtapianiu niżej położonych dróg i tuneli, co skutkować może wyłączeniem części tras z ruchu lub znacznymi opóźnieniami w transporcie. Zwiększanie częstotliwości występowania ekstremalnych zjawisk, takich jak huraganowe wiatry, przekładać się będzie na częstsze zagrożenie dla transportu m.in. wskutek tarasowania dróg przez powalone drzewa i słupy energetyczne, uszkodzeń budynków i pojazdów oraz uszkodzeń ekranów akustycznych wzdłuż ciągów komunikacyjnych.

Poważne problemy, zwłaszcza dla infrastruktury transportowej, mogą przynieść postępujące zmiany temperatury powietrza w zakresie dodatnich ekstremów. Zdecydowanie częstsze staną się dni

z temperaturą maksymalną powyżej 30°C, co powodować będzie uszkodzenia nawierzchni pod wpływem ruchu pojazdów. Może to skutkować ograniczeniami ruchu ciężkich pojazdów, obniżeniem komfortu pracy kierowców oraz pasażerów.

Badania trendów w występowaniu dni z mgłą w ciągu roku ukazują, iż częstotliwość pojawiania się tego zjawiska w rejonie Leszna będzie w przyszłości spadać. Spadnie dzięki temu ryzyko wypadków drogowych, a także zmniejszą się opóźnienia w ruchu drogowym, w szczególności w transporcie publicznym.

W połączeniu z występującymi obecnie problemami w komunikacji drogowej, związanymi z małą przepustowością skrzyżowań oraz małą szerokością ulic w centrum miasta, przewidywane zmiany klimatu mogą okazać się pewnym problemem dla transportu Leszna. Negatywne skutki może pogłębić również prognozowany wzrost liczby samochodów. W 2012 r. w Lesznie zarejestrowane były 29 263 samochody osobowe, co przełożyło się na wskaźnik motoryzacji na poziomie 452 samochodów osobowych na 1000 mieszkańców. Zgodnie z przedstawionymi w „Planie zrównoważonego rozwoju transportu publicznego miasta Leszna” scenariuszami rozwoju transportu w mieście, przewiduje się wzrost liczby samochodów do 39,7 tys. w 2020 r. i do 45,9 tys. w 2025 r., przy czym liczba mieszkańców nie ulegnie znaczącym zmianom.

W transporcie kolejowym, podobnie jak drogowym, najbardziej wrażliwa na zmiany klimatyczne jest infrastruktura. Intensywne opady powodują zalanie dróg kolejowych, rozmywanie nasypów i zalewanie przejść podziemnych. Zagrożeniem dla transportu kolejowego jest występowanie wyładowań atmosferycznych, które powodują uszkodzenia urządzeń energetycznych, urządzeń łączności i uszkodzenia trakcji kolejowej. Silne wiatry powodują spore utrudnienia w postaci tarasowania dróg kolejowych przez zwalone drzewa, czy uszkodzenia pomieszczeń technicznych. Zbyt wysoka temperatura powietrza jest przyczyną deformacji torów kolejowych. Upały powodują też znaczne obniżenie komfortu podróży i warunków pracy.

Silne mrozy również zaburzają normalną pracę systemów kolejowych. Silny mróz sprzyja pękaniu szyn, awariom urządzeń technicznych, powoduje też oblodzenie i następnie zrywanie sieci trakcyjnych i energetycznych oraz oblodzenie nawierzchni peronów. Intensywne opady śniegu są przyczyną nieprzejezdności dróg kolejowych ze względu na zalegania zasp śniegu na torach. Wystąpienie zjawiska mgły nie jest tak groźne jak w przypadku transportu drogowego, ale też zmniejsza komfort pracy i pogarsza bezpieczeństwo.

W przypadku transportu lotniczego szczególnym utrudnieniem mogą być niska temperatura i oblodzenia, mgła oraz wiatr. Funkcjonowanie helikopterów, czy szybowców jest bardziej zależne od chwilowych warunków pogodowych niż w przypadku samochodów czy kolei. Najważniejszym zagrożeniem są silne porywy wiatru, szczególnie w momentach startu i lądowania. Dużym utrudnieniem dla pilotów jest też oblodzenie nawierzchni lądowiska, maszyn i urządzeń. Lotnictwo jest dodatkowo zagrożone większą częstotliwością występowania burz, które są niebezpieczeństwem dla pilota, jak też mogą powodować utrudnienia w czasie lotu. Pozostałe zjawiska jak ulewy, opady śniegu, czy mgła zmniejszają komfort pracy i mogą powodować opóźnienia.

W celu zmniejszenia negatywnych skutków zmian klimatu, które są odczuwane w mieście należy stosować działania adaptacyjne. Do takich działań należą przede wszystkim prowadzenie przeglądów stanu nawierzchni drogowej i torów kolejowych, drożności systemów ujmowania i zagospodarowania wód opadowych oraz sprawne usuwanie szkód. Proponowane jest również zastosowanie przepuszczających wodę asfaltów i chodników, pasów buforowych, wyprofilowanych ulic.

5.2.1.3 Energetyka

Energia elektryczna

Na terenie miasta Leszna jest zużywane około 721 GWh energii na rok (źródło: Projekt założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla miasta Leszna na lata 2015 – 2030). Miasto Leszno zaopatrywane jest w energię elektryczną systemem sieci wysokiego napięcia poprzez dwie stacje transformatorowe: GPZ *Leszno – Gronowo*, zlokalizowaną w północnej części miasta oraz GPZ *Leszno Wschód*, znajdującą się przy ul. Kameruńskiej. Właścicielem poszczególnych elementów systemu elektroenergetycznego na obszarze miasta jest ENEA Operator Sp. z o.o.

Zdecydowana większość linii energetycznych średniego napięcia poprowadzona jest w postaci podziemnych kabli. Główne linie zasilania średniego napięcia w Lesznie to:

- Leszno I, linia wzdłuż ul. Myśliwskiej,
- Leszno II, linia doprowadzona w rejon ul. 21 Października,
- Leszno III i Leszno IV, prowadzące do zachodnich części miasta.

Długość sieci elektroenergetycznej różnych napięć, znajdującej się na terenie Leszna, przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 23. Charakterystyka sieci elektroenergetycznej Leszna

Stan na 31 grudnia	Długość sieci elektroenergetycznej [m]			
	Wysokiego napięcia	Średniego napięcia	Niskiego napięcia	łącznie
2010	3 450	228 853	2 159 992	2 392 295
2011	3 450	231 559	2 186 406	2 421 415
2012	3 450	235 659	2 218 733	2 457 842
2013	3 450	239 736	2 257 511	2 500 697

Źródło: Założenia do Planu Gospodarki Niskoemisyjnej dla miasta Leszna

Według danych GUS w latach 2011-2015 w Lesznie wzrosła liczba odbiorców energii elektrycznej o niskim napięciu, jednak zużycie energii w tym okresie spadło.

Tabela 24. Zmiany zużycia energii i liczba odbiorców energii elektrycznej na niskim napięciu w Lesznie w latach 2011-2015

Wyszczególnienie	2011	2012	2013	2014	2015
Odbiorcy energii	23 505	23 510	23 465	23 477	23 615
Zużycie energii [MWh]	43 758	43 825	43 444	42 381	42 093

Źródło: Bank Danych Lokalnych GUS

Na funkcjonowanie infrastruktury elektroenergetycznej wpływ mają przede wszystkim duże prędkości wiatru w porywach oraz wahania temperatury wokół wartości 0°C. W mniejszym stopniu uszkodzenia linii przesyłowych i dystrybucyjnych mogą występować również podczas intensywnych opadów śniegu.

Prognozy klimatyczne wskazują na zwiększanie się częstotliwości występowania intensywnych ekstremalnych zjawisk pogodowych, takich jak huragany czy gwałtowne burze, co może przyczyniać się pośrednio do wzrostu porywistości wiatru. Przewidywany wzrost temperatury w miesiącach zimowych będzie skutkował częstszymi przejściami przez próg 0°C w tej części roku, prowadząc do

zwiększenia oblodzenia linii napowietrznych. Leszno charakteryzuje się jednak niewielką wrażliwością na ww. zmiany i związane z nimi zagrożenia dla elektroenergetyki, z uwagi na przeprowadzenie większości linii energetycznych w postaci podziemnych kabli. Linie wysokiego napięcia w granicach miasta stanowią jedynie niewielką część całkowitej długości sieci.

Energia ciepła

Koncesją na wytwarzanie, przesył i dystrybucję ciepła w Lesznie dysponuje Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. (MPEC Leszno). Sieć ciepłownicza na terenie miasta zasilana jest z ciepłowni ZATORZE, zlokalizowanej w jego północno-zachodniej części. Wyprodukowany czynnik grzewczy przesyłany jest ciepłociągiem magistralnym do odbiorców znajdujących się na terenie miasta. Poza główną ciepłownią MPEC Leszno eksploatuje 14 niewielkich, lokalnych kotłowni.

Tabela 25. Kotłownie lokalne MPEC Leszno na terenie miasta

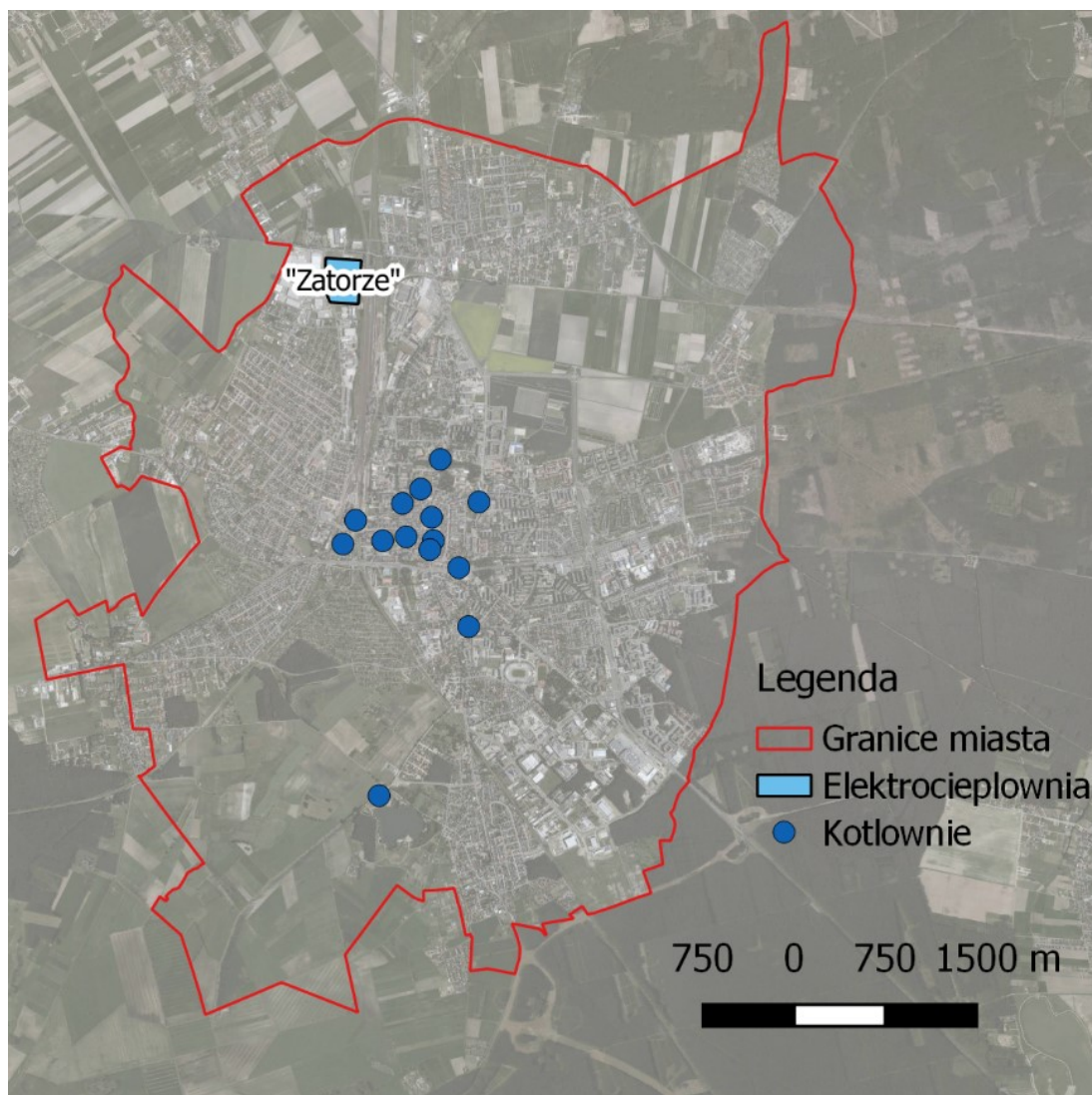
L.p.	Adres kotłowni	Moc [MW]
1.	ul. Sebastiana Klonowicza 15	0,130
2.	ul. Karola Marcinkowskiego 4	0,065
3.	Rynek 16	0,045
4.	ul. Jana Metziga 6	0,100
5.	ul. Leszczyńskich 13	0,100
6.	ul. Leszczyńskich 20	0,120
7.	ul. Jana Kasprowicza	0,130
8.	Al. Jana Pawła II 21	0,200
9.	ul. Jarosława Dąbrowskiego 2	0,110
10.	ul. Wałowa 5	0,110
11.	ul. Gabriela Narutowicza 57	0,460
12.	ul. Dworcowa 1	0,275
13.	ul. Henrykowska	0,285
14.	Raławicka / Henryka Sienkiewicza	0,460
Łącznie		2,590

Źródło: Plan Gospodarki Niskoemisyjnej z elementami Planu Mobilności Miejskiej dla miasta Leszna, 2015

Sieć ciepła miasta jest siecią wodną wysokoparametrową dwuprzewodową, pracującą ze zmienną temperaturą zasilania zależną od zewnętrznej temperatury. Sieć zasila w ciepło budynki mieszkalne i użyteczności publicznej oraz w niewielkim stopniu obiekty przemysłowe. Całkowita długość sieci na terenie Leszna wynosi 38,63 km, znajdują się tutaj również 253 węzły ciepłne.

Ciepłownicze sieci przesyłowe miejskiego systemu zaopatrzenia w ciepło nie są wrażliwe na zmiany klimatu. Przeobrażający się klimat może jednak skutkować zmianami w zapotrzebowaniu na ciepło. Zwiększenie temperatury w miesiącach zimowych spowoduje skrócenie okresu grzewczego, a także zmniejszy ogólne zużycie ciepła na ogrzewanie budynków. Korzyścią dla scentralizowanego systemu grzewczego może być również zmniejszenie dysproporcji między wykorzystaniem ciepła w sezonie letnim i zimowym.

Rozmieszczenie kotłowni i ciepłowni w mieście przedstawia poniższa mapa.



Rysunek 42. Główne źródła systemu ciepłowniczego w Lesznie w 2017 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Open Street Map

Energia odnawialna

Zgodnie z Ustawą z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. 2015 poz. 478) odnawialne źródła energii to „odnawialne, niekopalne źródła energii obejmujące energię wiatru, energię promieniowania słonecznego, energię aerotermalną, energię geotermalną, energię hydrotermalną, hydroenergię, energię fal, prądów morskich, energię otrzymywaną z biomasy, biogazu, biogazu rolniczego oraz bioptynów”.

Mimo pewnego potencjału Leszna do wykorzystywania odnawialnych źródeł energii takich jak: biogaz, biomasa, energia geotermalna, geotermia płytka, większe znaczenie dla energetyki miasta ma jedynie energia słoneczna. Największe instalacje wykorzystujące energię słoneczną to:

- kolektory słoneczne na osiedlu Wieniawa w zasobach Spółdzielni Mieszkaniowej DOMUS - 58 kolektorów słonecznych o powierzchni 2,5 m² każdy, współpracujące z kondensacyjnymi kotłami gazowymi, stanowiącymi zaawansowany technologicznie system produkcji i dystrybucji ciepła dla budynków mieszkalnych,
- instalacja solarna Leszczyńskiej Fabryki Pomp – 48 kolektorów,

- indywidualne instalacje mieszkańców miasta.

W przypadku kolektorów słonecznych wpływ czynników klimatycznych przejawia się poprzez oddziaływanie dwóch parametrów: ekstremalnych wartości temperatury oraz w niewielkim stopniu opadów atmosferycznych. Upały krótko- i długotrwałe wpływają pozytywnie na ilość produkowanej energii, przy czym jednocześnie długotrwałe oddziaływanie wysokich temperatur może mieć negatywny wpływ na żywotność urządzenia. Występowanie mrozów przez dłuższy okres, a zwłaszcza powiązanej z nimi słonecznej i bezchmurnej pogody, również może przyczynić się do poprawy wydajności. W odniesieniu do opadów atmosferycznych znaczenie ma przede wszystkim zaleganie pokrywy śnieżnej na kolektorach, uniemożliwiającej ich pracę.

Obserwowane zmiany klimatu, objawiające się z jednej strony większą częstością występowania upałów, a z drugiej zmniejszeniem częstotliwości silnych mrozów i zmniejszaniem okresu zalegania pokrywy śnieżnej, prawdopodobnie zneutralizują wzajemnie swoje oddziaływanie i nie będą miały znaczącego wpływu na ilość energii produkowanej przez kolektory. Częstsze występowanie upałów może mieć z kolei negatywny wpływ na instalację fotowoltaiczną, skutkując obniżeniem wydajności jej pracy.

Biorąc pod uwagę niewielkie znaczenie energii słonecznej w ogólnym bilansie energetycznym Leszna, a także niewielkie znaczenie OZE ogółem, wrażliwość miasta na zmiany klimatu w tym sektorze trzeba ocenić jako niską.

Rozwój rozproszonych indywidualnych źródeł energii stanowi dobry sposób przeciwdziałania skutkom awarii sieci energetycznych i ciepłowniczych spowodowanych anomaliami pogodowymi.

5.2.1.4 Gospodarka wodna

Z racji słabo rozwiniętej sieci rzecznej, braku terenów narażonych na powódź, a także występowania tylko jednego większego zbiornika wodnego w miejscu dawnej zwirowni w Zaborowie, gospodarka wodna Leszna w odniesieniu do wód powierzchniowych nie jest istotnym problemem w funkcjonowaniu miasta. Zmiany klimatu mogą mieć jednak istotny (przeważnie negatywny) wpływ na funkcjonowanie sieci wodno-kanalizacyjnej.

Według danych GUS z 2016 r., całkowita długość sieci kanalizacyjnej w Lesznie wynosi 202,8 km, przy czym liczba przyłączy prowadzących do budynków mieszkalnych i zbiorowego zamieszkania wynosi 6 962 szt. Na 100 km² powierzchni miasta przypada 636,5 km sieci kanalizacyjnej rozdzielczej. W latach 2012-2016 długość sieci kanalizacyjnej w Lesznie ulegała stopniowemu wzrostowi, zwiększając się w tym okresie o 8,7 km.

Tabela 26. Sieć kanalizacyjna Leszna w latach 2012-2016

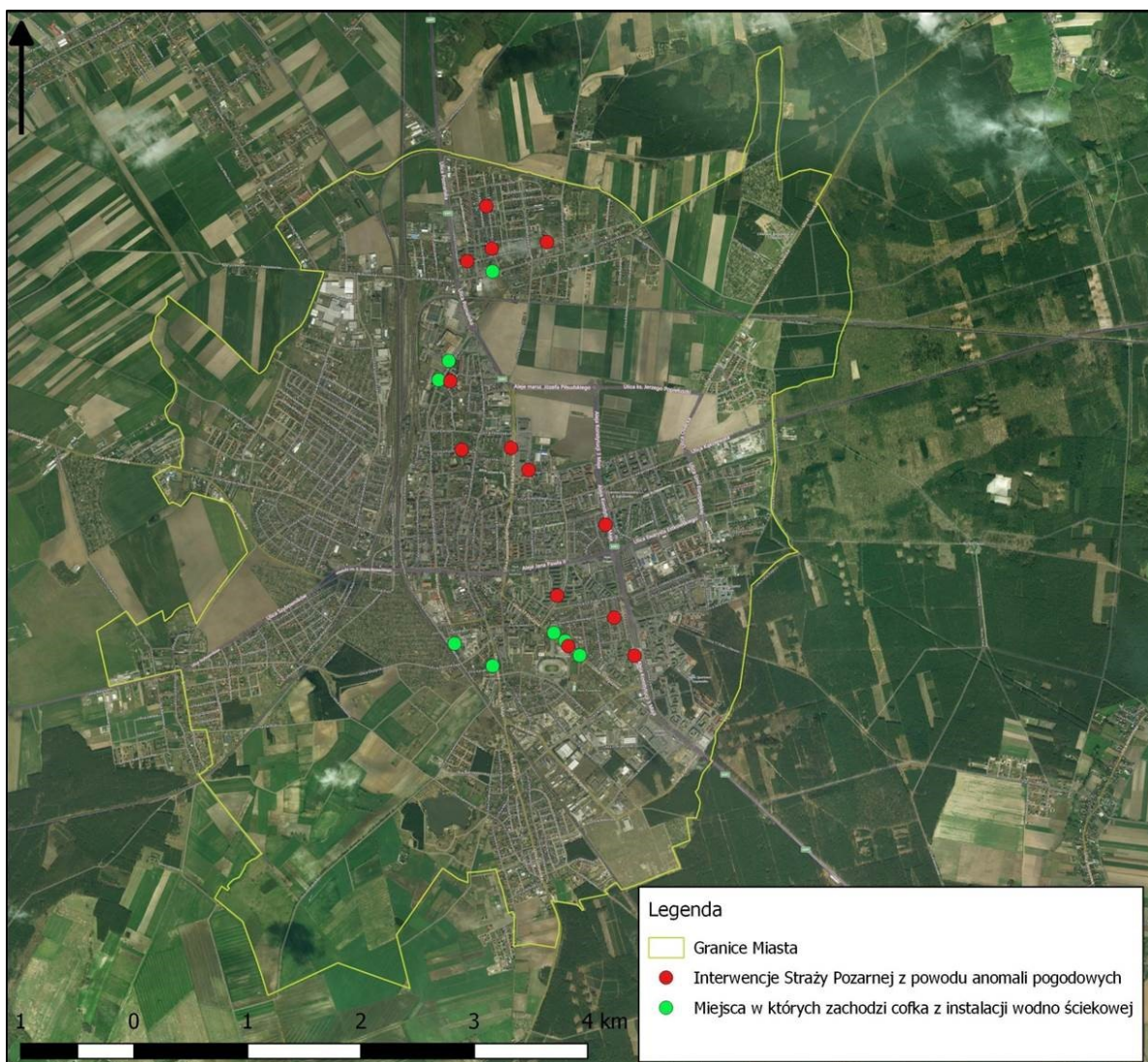
Wyszczególnienie	2012	2013	2014	2015	2016
Długość sieci kanalizacyjnej [km]	194,1	196,7	198,6	200,1	202,8
Liczba przyłączy do budynków mieszkalnych i zbiorowego zamieszkania [szt.]	6 501	6 583	6 703	6 827	6 962
Sieć rozdzielcza na 100 km ² [km]	609,2	617,4	623,4	628,1	636,5
Korzystający z instalacji [%]	93,7	93,8	98,0	98,0	b.d.

Źródło: Dane GUS

Miasto Leszno jest szczególnie wrażliwe na gwałtowne opady atmosferyczne. W ostatnich latach mogliśmy zaobserwować intensyfikację tego zjawiska, co potwierdza zwiększona ilość interwencji spowodowanych anomaliami pogodowymi Komendy Miejskiej Państwowej Straży Pożarnej w Lesznie.

Straż pożarna interweniuje najczęściej w rejonie ulic:

- 17 go Stycznia;
- ul. Adama Mickiewicza;
- Al. Konstytucji 3-go Maja;
- ul. Andrzeja Kmicica;
- ul. Grunwaldzka;
- ul. Jana Ostroroga;
- ul. Kazimierza Karasia;
- ul. Łowiecka;
- ul. Maksymiliana Jackowskiego;
- ul. Podmiejska.



Rysunek 43. Lokalizacja zjawisk cofki z kanalizacji oraz interwencji PSP spowodowanych ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez KMPPS i MPWiK w Lesznie

Podtopienia w wyniku gwałtownych opadów stanowią zagrożenie dla bezpieczeństwa i życia mieszkańców. Gwałtowne i intensywne opady atmosferyczne oddziałują również na infrastrukturę drogową, która zostaje zalana i wyłączona z ruchu. Powoduje to paraliż komunikacyjny, a często również przerwy w dostawie prądu lub innych mediów.

Do gwałtownych opadów deszczu dochodzi najczęściej latem (lipiec) oraz wiosną. Lokalne podtopienia spowodowane są niedrożnością sieci kanalizacji deszczowej, która nie jest przygotowana na gwałtowne kilku godzinne opady, przekraczające często miesięczną sumę opadów. Problem nasila gęsta zabudowa (drogi, chodniki, zabudowania), które uniemożliwiają infiltrację wody do gruntu.

System wodno-ściekowy miasta Leszno to system grawitacyjno-pompowy. W czasie ulewnych opadów deszczu, kiedy sieci są maksymalnie wypełnione i kanalizacja ogólnospławna i/lub deszczowa nie są w stanie przyjąć większej ilości wody dochodzi do zjawiska cofki. Według danych Miejskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji (MPWiK) w Lesznie zdarza się to około 1-2 razy do roku. Miejsca, w których najczęściej zachodzi zjawisko cofki znajdują się w pobliżu ulic:

- 17 Stycznia (na wysokości ul. Modrzewskiego, Świderskiego i Wicierzyńskiego),
- Chociszewskiego i Gronowska (w pobliżu stawku ppoż.),
- Fabrycznej (na wysokości ul. Magazynowej i Podmiejskiej),
- Podmiejskiej i Lipowej (w pobliżu bazy MPWiK).

Długość czynnej sieci wodociągowej w 2016 r. wyniosła 154,6 km. Liczba przyłączy do budynków mieszkalnych i zbiorowego zamieszkania przekroczyła 8 tys., z kolei długość sieci rozdzielczej przypadająca na 100 km² wyniosła 485,2 km. Podobnie jak w przypadku sieci kanalizacyjnej w ostatnich latach wzrastała długość sieci wodociągowej. Leszno charakteryzuje się ponadto bardzo korzystnym wskaźnikiem relacji długości sieci kanalizacji do wodociągów, wynoszącym 131,18.

Tabela 27. Sieć wodociągowa Leszno w latach 2012-2016

Wyszczególnienie	2012	2013	2014	2015	2016
Długość sieci wodociągowej [km]	146,6	149,1	150,7	151,3	154,6
Liczba przyłączy do budynków mieszkalnych i zbiorowego zamieszkania [szt.]	7 470	7 529	7 539	7 920	8 108
Sieć rozdzielcza na 100 km ² [km]	460,1	468,0	473,0	474,9	485,2
Korzystający z instalacji [%]	98,6	98,6	98,6	98,6	b.d.

Źródło: Dane GUS

Spośród czynników klimatycznych największe zagrożenie dla infrastruktury kanalizacyjnej stanowić może zwiększająca się częstotliwość występowania ulewnych deszczy. Wskutek dużego uszczelnienia gruntu w mieście większość wód opadowych zostaje odprowadzana spływem powierzchniowym do systemu kanalizacji. Duże ilości wody podczas intensywnych opadów przekraczają możliwości przyjmowania wody przez ten system. Sytuacja dodatkowo komplikuje się, jeśli sieć kanalizacyjna jest niedrożna np. wpusty kanalizacyjne są zasłonięte opadłymi liśćmi drzew.

Wzrost ewapotranspiracji oraz zmniejszenie sum opadów wpłynie na ograniczenie dostępności wody bieżącej, zmiany cyklu hydrologicznego. Wzrośnie zapotrzebowanie na wodę pitną. W związku z

tym może też wzrosnąć produkcja odpadów z tworzyw sztucznych (butelki PET po wodzie pitnej). Brak odpowiednich zasobów wody może spowodować pogorszenie stanu sanitarno-higienicznego.

Najważniejsze działania adaptacyjne w tym sektorze, to zadania mające na celu retencję wód opadowych i ich dalsze zagospodarowanie. Rozbudowa systemu kanalizacji deszczowej, budowa nowych kolektorów kanalizacji i zbiorników retencyjno-infiltracyjnych pozwoli odciążyć stare kanały i rowy odwadniające, które mają ograniczoną przepustowość.

Kolejnymi proponowanym działaniami jest regularne czyszczenie sieci kanalizacji deszczowej w celu utrzymania drożności sieci, czy też wdrożenie monitoringu sieci wodociągowej na terenie miasta w celu szybkiego wykrycia awarii wodociągowych.

Zmniejszenie frekwencji dni mroźnych powodować może z kolei poprawę funkcjonowania urządzeń i ich mniejszą awaryjność. Dotyczy to w szczególności sieci wodociągowej, wrażliwej na niską temperaturę, a w szczególności na przemarzanie gruntu, powodujące uszkodzenia przewodów. Informacja o ujęciach wody funkcjonujących na terenie Leszna przedstawiono w rozdziale 4.1.6.

5.2.1.5 Budownictwo

Szczególną wrażliwością na zmiany klimatu w Polsce cechuje się budownictwo mieszkaniowe. Charakteryzuje się ono różnorodnością rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych, konstrukcja nośna obiektów musi być odporna na takie czynniki jak: zmiany temperatury, obciążenia wiatrem i śniegiem. W ciągu ostatnich 100 lat w tradycyjnym budownictwie mieszkaniowym stosowano obudowę ścian zewnętrznych i stropodachy charakteryzujące się słabą izolacyjnością termiczną. Regulacje w zakresie termoizolacji budynków obowiązują od ok. 40 lat.

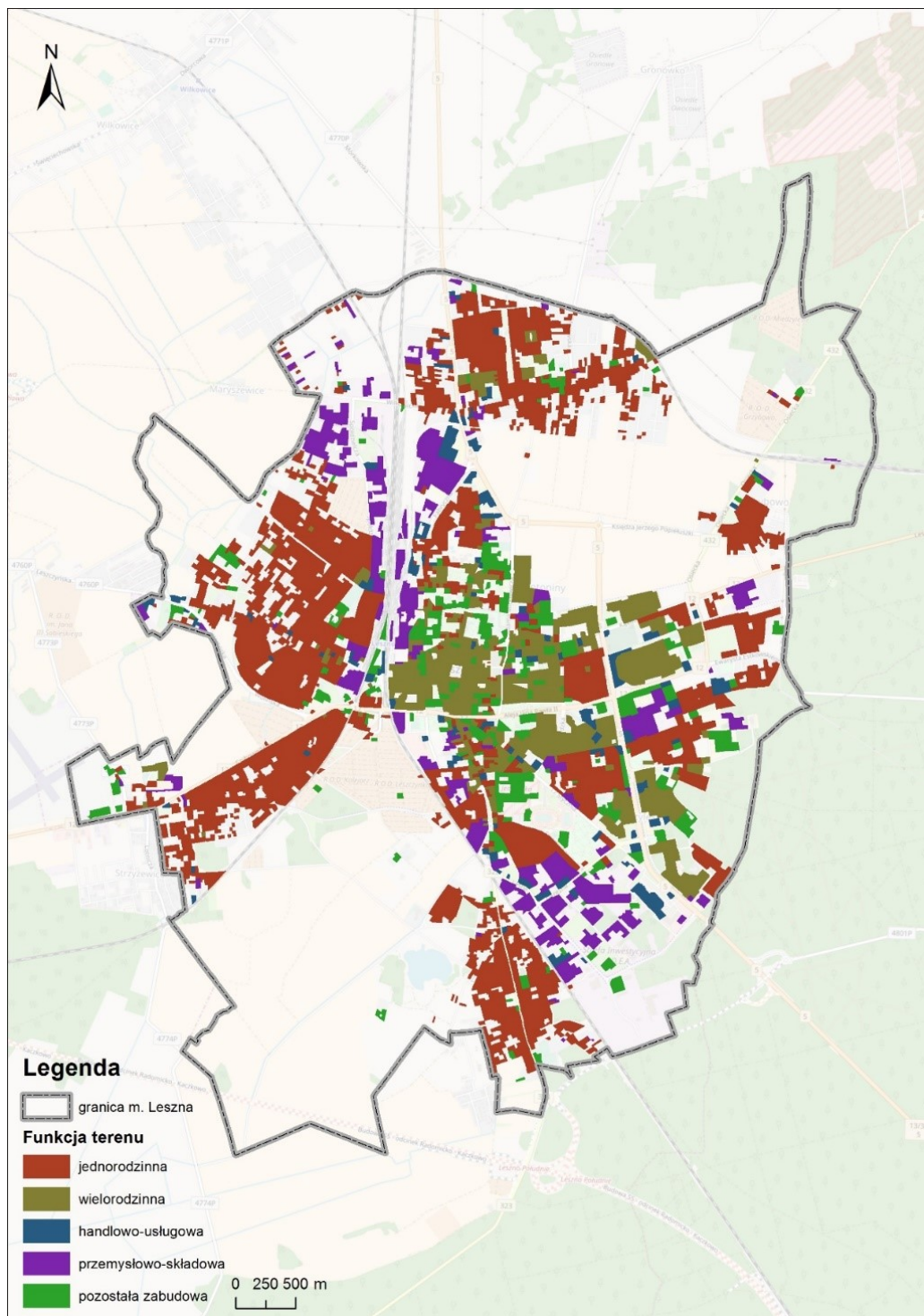
Według danych z końca 2015 r. w Lesznie znajdują się 23 974 mieszkania, których łączna powierzchnia użytkowa przekracza 1,7 mln m². W latach 2011-2015 widoczny był rozwój budownictwa mieszkaniowego na terenie miasta. W badanym okresie zwiększyła się zarówno liczba mieszkań, jak i przeciętna powierzchnia użytkowa 1 mieszkania oraz przeciętna powierzchnia użytkowa przypadająca na 1 osobę.

Tabela 28. Zasoby mieszkaniowe w Lesznie w latach 2011-2015

Wyszczególnienie	2011	2012	2013	2014	2015
Mieszkania	23 376	23 486	23 617	23 731	23 974
Izby*	92 486	92 933	93 531	94 043	94 925
Powierzchnia użytkowa mieszkań [m ²]	1 694 245	1 707 323	1 722 866	1 735 932	1 757 697
Przeciętna powierzchnia użytkowa 1 mieszkania [m ²]	72,5	72,7	73,0	73,2	73,3
Przeciętna powierzchnia użytkowa mieszkania na 1 osobę [m ²]	26,2	26,4	26,7	26,9	27,2

* Pomieszczenie w mieszkaniu, oddzielone od innych pomieszczeń stałymi ścianami sięgającymi od podłogi do sufitu, o powierzchni nie mniejszej niż 4 m², z bezpośrednim oświetleniem dziennym.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS

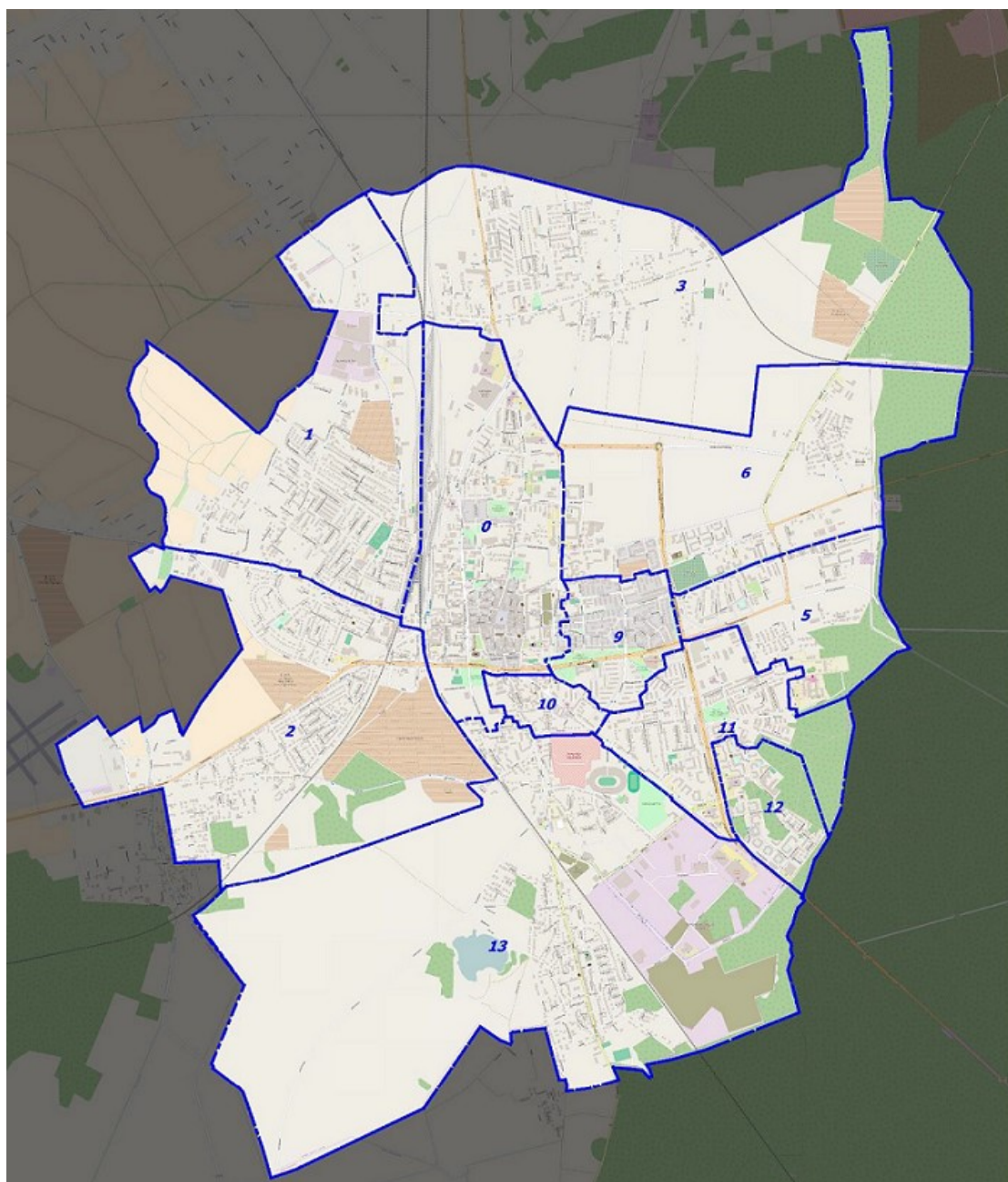


Rysunek 44. Rodzaje zabudowy na terenie miasta Leszno w 2017 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Open Street Map, BDOT

W dokumencie „Diagnoza wyznaczająca miejskie obszary zdegradowane i obszar rewitalizacji w Lesznie” teren miasta podzielony został na 11 obszarów, wyznaczonych w celu delimitacji terenów zdegradowanych. W każdym z obszarów dokonano oszacowania udziału budynków mieszkalnych wybudowanych przed 1980 r. w ogólnej liczbie budynków mieszkalnych. W ujęciu ogólnym dla Leszna udział takich budynków, zbudowanych jeszcze w okresie obowiązywania dawnych przepisów w zakresie termoizolacyjności, jest wysoki i wynosi ok. 45%. Obszarami miasta o najwyższym udziale starego budownictwa mieszkaniowego są Śródmieście i Podwale (obszar nr 0) oraz osiedla: Grunwald

i Prochownia (obszar nr 9), posiadające udział starych budynków na poziomie odpowiednio 81,9% i 80,2% .



Rysunek 45. Obszary wyznaczone w celu delimitacji terenów zdegradowanych Leszna

Źródło: „Diagnoza wyznaczająca miejskie obszary zdegradowane i obszar rewitalizacji w Lesznie”

Tabela 29. Udział budynków mieszkalnych wybudowanych przed 1980 r. w Lesznie

Nr	Obszar	Liczba budynków mieszkalnych wybudowanych przed 1980 r.	Udział budynków mieszkalnych wybudowanych przed 1980 r. w ogólnej liczbie budynków mieszkalnych
1	Zatorze	426	30,43
2	południowe Zatorze	816	53,54

Nr	Obszar	Liczba budynków mieszkalnych wybudowanych przed 1980 r.	Udział budynków mieszkalnych wybudowanych przed 1980 r. w ogólnej liczbie budynków mieszkalnych
3	Gronowo	222	19,98
5	Os. Armii Krajowej, Os. Przyjaźni	19	5,71
6	Grzybowo, Os. Ogrody, Os. Wieniawa	28	9,86
0	Śródmieście i Podwale	904	81,88
9	Os. Grunwald, Os. Prochownia	235	80,20
10	Część Nowego Miasta i Leszczynka	100	78,13
11	Przylesie, Os. Na Skarpie, Os. Sułkowskiego, część Nowego Miasta	278	40,41
12	OS. Zamenhofa, Os. Rejtana, Os. Osada Leśna	0	0,00
13	Leszczynko, Zaborowo	621	52,41
-	Leszno	3 649	44,47

Źródło: „Diagnoza wyznaczająca miejskie obszary zdegradowane i obszar rewitalizacji w Lesznie”

Budownictwo mieszkaniowe Leszna narażone jest na niekorzystne oddziaływanie zmian klimatycznych dotyczących wzrostu temperatury w okresie letnim. Duży udział budynków o słabszej termoizolacyjności może spowodować odczucia wysokiego dyskomfortu termicznego wśród mieszkańców podczas występowania wysokich temperatur. W przypadku ujemnych temperatur i śniegu prognozuje się złagodzenie intensywności oddziaływania tych elementów na sektor budownictwa.

Szczególnie narażone na wzrost temperatury są budynki takie jak szpitale, hospicja, domy opieki i przedszkola. W Lesznie znajduje się jeden szpital, jedna przychodnia, trzy placówki stacjonarnej opieki społecznej (w tym dom pomocy społecznej, noclegownia i schronisko dla bezdomnych) oraz pięć żłobków. Budynki o większych powierzchniach, takie jak dworzec czy lotnisko, również są podatne na zmiany temperatury i ze względu na duże powierzchnie mogą łatwo ulec przegrzaniu lub wychłodzeniu.

Pośrednim skutkiem wysokich temperatur w cieplej części roku może być pojawianie się zjawiska suszy, która sprzyjać będzie występowaniu pożarów. Biorąc pod uwagę wiek budynków w centrum miasta, a także duże zagęszczenie zabudowy w tej części Leszna, może stać się to w przyszłości poważnym problemem. Trudniejszy w ocenie przyszłego oddziaływania, z powodu braku wyraźnego trendu i dużej zmienności tego parametru w przebiegu rocznym i wieloletnim, jest wpływ wiatru na budownictwo. Przewiduje się, że wzrost częstości występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych, spowoduje również zwiększenie częstości porywistych wiatrów, które mogą stanowić zagrożenie dla wysokich budynków, zabudowy jednorodzinnej (w szczególności starych budynków o nieodpowiednim pokryciem dachowym), a także dla obiektów zabytkowych.

W celu zapobiegania zamakaniu i zalewaniu budynków zaleca się stosowanie właściwie wykonanych izolacji ścian, fundamentów i dachów. Dodatkowo proponowane jest stosowanie tzw. zielonych dachów, zielonych ścian, zacienień, które zostały opisane szerzej w następnych rozdziałach opracowania.

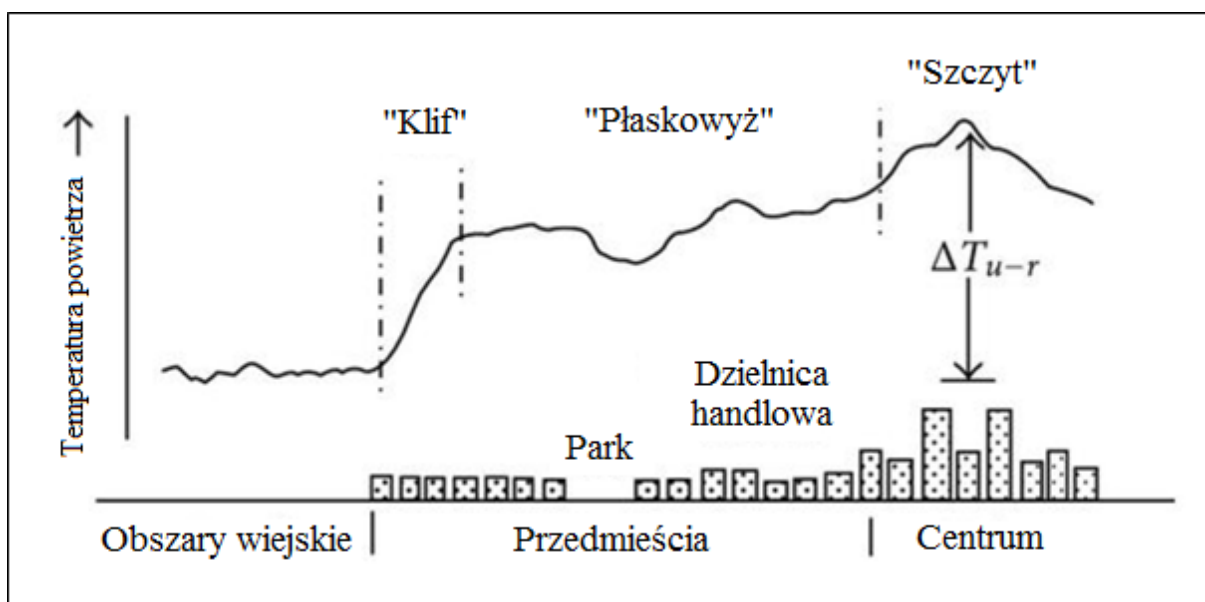
Na budownictwo w Polsce wpływają również intensywne opady deszczu, których skutkiem są wysokie stany wód powierzchniowych i gruntowych, powodujące okresowe podtopienia. Z racji słabo rozwiniętej sieci hydrograficznej, Leszno nie jest zagrożone podtopieniami ze strony wód powierzchniowych. Brak rozwiniętej sieci hydrograficznej oraz kanalizacji deszczowej powodują z kolei lokalne podtopienia obszarów zabudowanych w wyniku wystąpienia intensywnych opadów atmosferycznych.

5.2.1.6 Infrastruktura miejska – gospodarka przestrzenna

Klimat miasta definiowany jest jako klimat lokalny obszaru zurbanizowanego, powstający wskutek oddziaływania zabudowy miejskiej. W porównaniu z terenami pozamiejskimi cechuje go zwiększone zanieczyszczenie powietrza i zachmurzenie, wyższa temperatura powietrza, większa ilość opadów atmosferycznych, większa liczba dni z drobnym opadem, spadek usłonecznienia, wilgotności powietrza i prędkości wiatru.

Głównymi czynnikami kształtującymi klimat miasta są: wielkość i struktura miasta, pokrycie terenu, położenie geograficzne (szerokość geograficzna), ukształtowanie powierzchni, emisja zanieczyszczeń, emisja sztucznego ciepła, zbiorniki wodne i liczba mieszkańców.

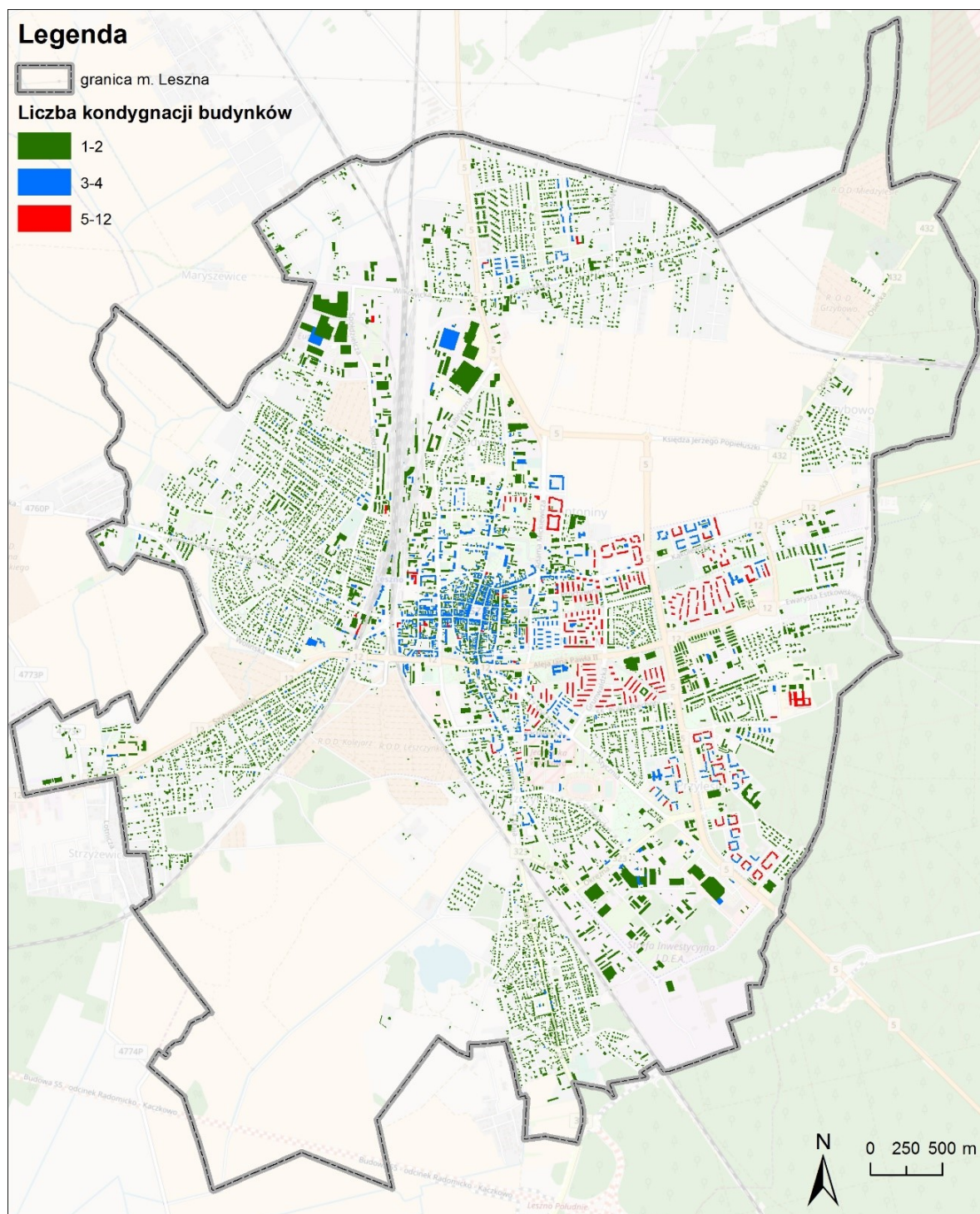
Niezwykle istotną z punktu widzenia komfortu mieszkańców jest zdolność miasta do podwyższania temperatury powietrza na swoim obszarze i tworzenia zjawiska miejskiej wyspy ciepła (UHI – Urban Heat Island). W przekroju struktury przestrzennej UHI widoczny jest charakterystyczny duży poziomy gradient temperatury, aż do maksimum w śródmieściu. W analogii do wyspy określa się te struktury mianem „klifu”, „płaskowyżu” i „szczytu”.



Rysunek 46. Przekrój struktury miejskiej wyspy ciepła

Źródło: <https://www.researchgate.net/>

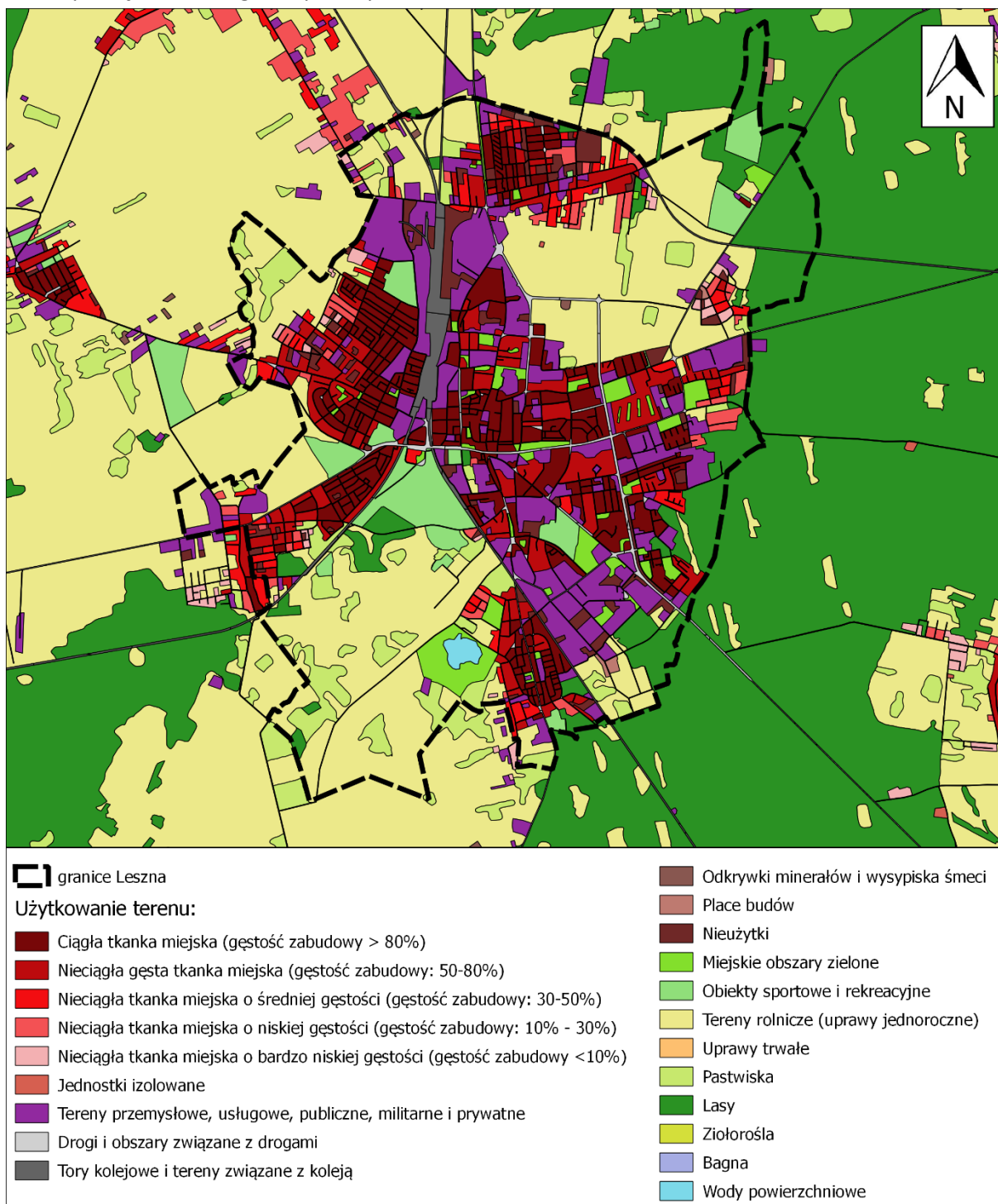
Decydującą rolę w kształtowaniu klimatu miasta odgrywa rozkład przestrzenny budynków na jego obszarze. Czynnikiem niekorzystnym stanowi zarówno duże zagęszczenie zabudowy (utrudniona wymiana ciepła i oczyszczanie atmosfery z zanieczyszczeń, wzrost temperatury), jak i jej nieodpowiednie rozłożenie, powodujące tworzenie się tzw. efektu tunelowego, powodującego znacznie zwiększenie prędkości wiatru. Najkorzystniejsze warunki klimatyczne dla mieszkańców tworzą się na osiedlach mieszkaniowych z budynkami o różnej liczbie kondygnacji i znacznej powierzchni zajętej przez zieleń. Najmniej korzystne (najbardziej wrażliwe) są obszary z zabudową wyższą niż 4 kondygnacje.



Rysunek 47. Wysokość budynków na terenie miasta

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych BDOT

Analizując układ zabudowy miejskiej na podstawie map *Urban Atlas*, Leszno charakteryzuje się średnio korzystną strukturą w perspektywie zmian klimatu. Wysokie zagęszczenie zwartej zabudowy występuje zwłaszcza na terenach przyległych do linii kolejowych, biegnących przez centrum miasta, a także na osiedlach Grunwald i Prochownia, po dwóch stronach ul. Jana Pawła II (droga krajowa nr 12). Poza zwartą zabudowę mieszkalną duży udział w strukturze przeznaczenia terenów miasta posiadają obszary związane z usługami i przemysłem.



Rysunek 48. Strefy funkcjonalne Leszna

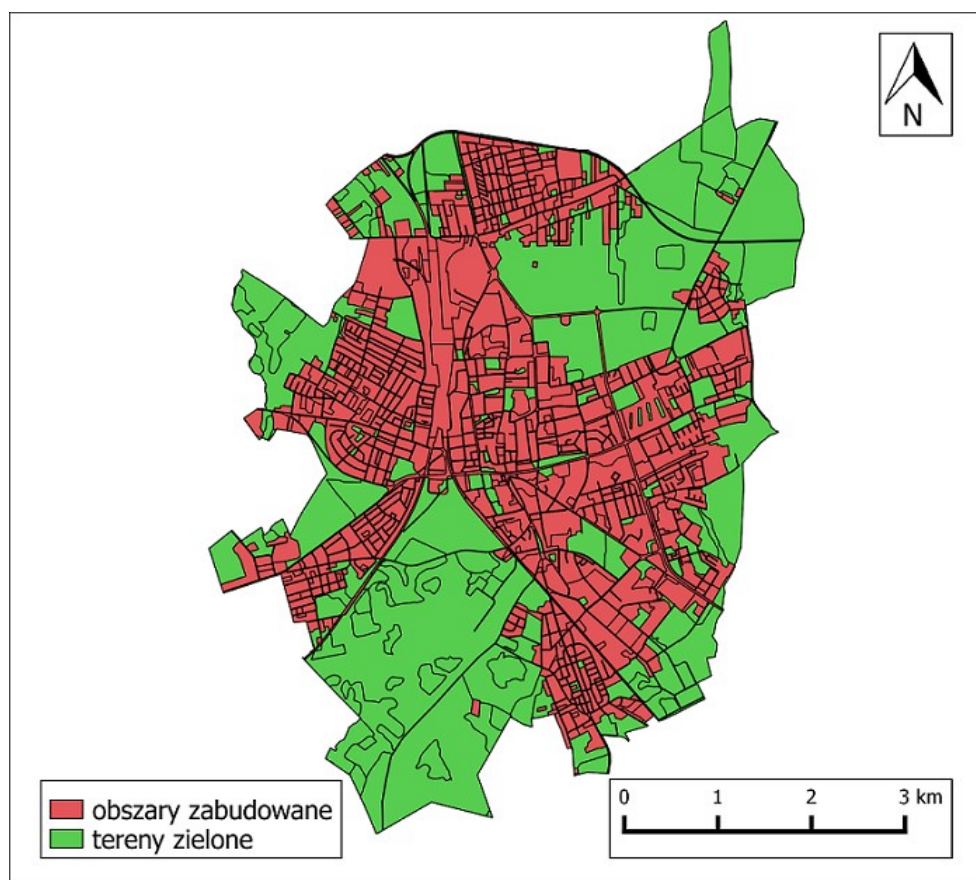
Źródło: Opracowanie własne na podstawie map *Urban Atlas* 2012

W pewnym oddaleniu od centrum znajdują się jeszcze dwa osiedla o zwiększonej gęstości zabudowy – Gronowo (w części północnej) oraz Zaborowo (w części południowo-wschodniej). Osiedla te oddzielone są jednak od zasadniczej części miasta obszarami o względnie luźniejszej zabudowie.

W celu zmniejszenia negatywnego wpływu czynników antropogenicznych i naturalnych na klimat miasta, można poddawać ten klimat melioracjom, czyli ulepszać, wykorzystując walory środowiskowe obszaru zurbanizowanego. Właściwie zaplanowana rozbudowa miasta i rozmieszczenie terenów zielonych, a także odpowiednie zlokalizowanie zakładów przemysłowych, mogą zapewnić miastu dobre warunki pod względem temperatury i czystości powietrza.

Największym atutem miasta w obliczu przyszłych zmian klimatu może być stosunkowo duży udział terenów niezabudowanych w granicach miasta, wcinających się w obszar Leszna trzema klinami. Są to głównie tereny rolnicze, w tym również łąki i pastwiska. Klin wchodzący na obszar miasta od strony południowej łączy się z rozległymi kompleksami ogródków działkowych.

Poza wyżej opisanymi obszarami, pomiędzy gęstą miejską zabudową zlokalizowane są stosunkowo liczne tereny zieleni miejskiej, o łącznej powierzchni 124,7 ha, a także obiekty rekreacyjno-wypoczynkowe. Dodatkowo w latach 2006-2015 nasadzono łącznie 4 199 drzew oraz ponad 32 tys. krzewów. Tereny rolnicze, łąki, pastwiska, a także obszary zieleni miejskiej, stanowią ważne elementy melioracji klimatu miasta, powodujące m.in. obniżenie temperatury, podwyższenie wilgotności, zwiększoną produkcję tlenu i wymuszenie cyrkulacji lokalnej między powierzchniami kontrastowymi termicznie. Należy chronić te tereny przed zabudową i przekształceniem.



Rysunek 49. Tereny niezabudowane z dużym udziałem roślinności w Lesznie

Źródło: Opracowanie własne na podstawie map *Urban Atlas*

Z punktu widzenia adaptacji do zmian klimatu sugeruje się, by miasta charakteryzowały się co najmniej trzydziestoprocentowym udziałem zieleni (łącznie z wodami) w swojej powierzchni, co pozwoli przeciwdziałać skutkom miejskiej wyspy ciepła i zmniejszać zanieczyszczenie powietrza. W Lesznie tereny porośnięte roślinnością, na które składają się parki miejskie, obszary rolnicze, łąki, sady i lasy, zajmują ok. 50% powierzchni. Wymienione obszary nie są jednak równomiernie rozłożone w powierzchni miasta, dlatego niektóre osiedla mogą cechować się większą wrażliwością na potencjalne zmiany klimatu.

Bardzo duże znaczenie mają także rozległe tereny leśne, przylegające do wschodniej granicy miasta. Również one stanowią istotny element melioracji klimatu miasta, przyczyniając się do zwiększenia cyrkulacji powietrza i zmniejszania stężeń zanieczyszczeń, zwiększenia wilgotności i obniżenia temperatury w Lesznie.

5.2.1.7 Turystyka

Zgodnie z regionalizacją bioklimatyczną K. Błażejczyka (1992), opartą na przydatności do uprawiania turystyki i rekreacji pod względem określonych warunków pogodowych, Leszno znajduje się w regionie Centralnym (IV). Region ten charakteryzuje się występowaniem pogody komfortowej przez ok. 17%, a pogody cieplej przez prawie 18% dni w ciągu roku. Stosunkowo niski w skali kraju jest udział dni zimnych (5,5%). W skali roku przeważają dni charakteryzujące się słabym natężeniem bodźców radiacyjnych, natomiast pod względem stresu termofizjologicznego 65,6% stanowią dni ze stresem zimna.

Tabela 30. Częstość występowania (%) biotermicznych typów pogody w regionie Centralnym

Wyszczególnienie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
zimna	26,1	12,5	0,9	-	-	-	-	-	-	-	4,6	24,1	5,5
chłodna	72,6	76,7	64,0	47,0	16,4	4,2	0,7	3,8	26,8	53,2	86,2	75,4	43,1
komfortowa	1,3	10,1	21,3	16,7	25,9	25,1	27,4	25,6	19,5	18,4	7,9	0,5	16,9
ciepła	-	0,7	12,8	27,2	25,6	25,6	29,6	29,7	32,8	25,2	1,3	-	17,9
gorąca	-	-	1,0	7,7	19,7	20,9	19,2	21,5	15,1	3,1	-	-	9,2
b. gorąca	-	-	-	1,4	12,4	24,2	23,1	19,4	5,8	0,1	-	-	7,4

Źródło: Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce (2011)

Według obliczonego dla omawianego regionu kompleksowego wskaźnika oceny pogody dla rekreacji (WRI), w sezonie letnim zalicza się on do grupy regionów korzystnych pod względem przydatności do wypoczynku. W wyniku ocieplenia klimatycznego przydatność regionu w cieplej części roku może ulec poprawie, wydłużyć się może również potencjalny sezon turystyczny.

Atrakcyjność turystyczna Leszna uwarunkowana jest w głównej mierze bliskością cennych przyrodniczo obszarów. Szczególnymi walorami odznacza się krajobraz lasów, jezior, pól uprawnych i łąk, okalający miasto zwłaszcza od strony wschodniej i północnej. W poniższej tabeli przedstawiono formy ochrony przyrody znajdujące się w pobliżu miasta.

Tabela 31. Formy ochrony przyrody w okolicach Leszna

Nr	Nazwa	Powierzchnia [ha]	Rok utworzenia
Parki krajobrazowe			
1.	Przemęcki Park Krajobrazowy	21 450,0	1991
Obszary chronionego krajobrazu			

Nr	Nazwa	Powierzchnia [ha]	Rok utworzenia
2.	Kompleks leśny Śmigiel-Święciechowa	8 974,8	1992
3.	Krzywińsko-Osiecki wraz zadrzewieniami gen. Dezyderego Chłapowskiego i kompleksem leśnym Osieczna-Góra	71 425,0	1992
4.	Przemęcko-Wschowski i kompleks leśny Włoszakowice	41 225,0	1992
Obszary Specjalnej Ochrony Ptaków			
5.	Zbiornik Wonieść (PLB300005)	2 802,1	2004
6.	Pojezierze Sławskie (PLB300011)	39 144,8	2007
Specjalne Obszary Ochrony Siedlisk			
7.	Dolina Dolnej Baryczy (PLH020084)	3 165,8	2011
8.	Zachodnie Pojezierze Krzywińskie (PLH300014)	5 494,8	2008
Rezerваты			
9.	Dolinka	1,77	1974
10.	Ostoja żółwia błotnego	4,42	1974

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych CRFOP GDOŚ

Podwyższanie się średniej temperatury powietrza, zarówno w całej Polsce jak i w Lesznie, doprowadzić może do wydłużenia się sezonu turystycznego na omawianym obszarze. Jednak prognozowane zwiększenie intensywności i częstości występowania niebezpiecznych zjawisk atmosferycznych, takich jak huraganowe wiatry, może stwarzać zagrożenie dla turystów, jak i przyczynić się do zmniejszenia dostępności szlaków (np. wskutek przewrócenia drzew).

Poza turystką krajobrazową Leszno posiada predyspozycje rozwoju następujących gałęzi turystyki kwalifikowanej:

- Aeroturystyka – oznaczająca uprawianie sportów i aktywności lotniczych, do których należą: nauka latania, spadochroniarstwo, szybownictwo, baloniarstwo czy paralotniarstwo. Lotnisko Centralnej Szkoły Szybowcowej Aeroklubu Polskiego w Lesznie, o powierzchni 126 ha, dzięki dogodnej lokalizacji i braku przeszkód terenowych z trzech stron jest jednym z najdogodniejszych miejsc dla uprawiania szybownictwa na świecie.
- Turystyka biznesowa – jest to forma turystyki obejmująca czynności związane z przejazdem i pobytem m.in. na targach, wystawach, kongresach, konferencjach, szkoleniach, spotkaniach biznesowych, a także wyjazdami po zakupy. Podstawą tego rodzaju turystyki jest wysoki potencjał gospodarczy, handlowy, naukowy i administracyjny, uzupełniony przez odpowiednią infrastrukturę (hotele, centra handlowe, sale konferencyjne, dobrze rozwinięta sieć transportowa).
- Turystyka tranzytowa – związana z obsługą podróżujących przez obszar miasta, co w przypadku Leszna dotyczy niemal wyłącznie transportu samochodowego. Istotnym czynnikiem rozwoju tego typu turystyki jest rozbudowa sieć transportowa znajdująca się w dobrym stanie technicznym, a także infrastruktura przydrożna, na którą składają się motele, parkingi, obiekty gastronomiczne oraz miejsca wypoczynku.

Wrażliwość aeroturystyki na zmiany klimatu objawiać się będzie głównie przez wrażliwość lotnictwa na ekstremalne zjawiska pogodowe. Gwałtowne burze, huraganowe wiatry oraz ulewne opady atmosferyczne znacznie ograniczają możliwości uprawiania sportów lotniczych. Wrażliwość turystyki biznesowej i tranzytowej związana jest głównie z oddziaływaniem zmian klimatu na sieć transportową, które zostało już opisane w poprzednich rozdziałach.

Leszno stanowi również dogodne miejsce dla rozwoju turystyki historycznej i kulturowej. Zgodnie z informacjami zawartymi w Gminnym Programie Opieki nad Zabytkami dla miasta Leszna w jego granicach znajduje się 188 zabytków nieruchomych, które stanowią głównie stare kamienice i domy, ale również: cmentarze, kościoły, budynki użyteczności publicznej, wiekowe wiatraki czy wieża ciśnień.

Wśród prognozowanych zmian klimatycznych największym oddziaływaniem na obiekty zabytkowe Leszna będą odznaczały się przede wszystkim silniejsze, niekiedy huraganowe wiatry oraz częstsze gwałtowne opady atmosferyczne. Wysokie prędkości wiatru, silne porywy i występowanie trąb powietrznych będą oddziaływać w szczególności na konstrukcje dachowe wiekowych budynków.

Podstawowym działaniem minimalizującym negatywne skutki zmian klimatu w sektorze turystyki są warsztaty edukacyjne dla mieszkańców Leszna na tematy związane ze zmianami klimatu oraz wskazania jak bezpiecznie uprawiać turystykę i jak zachowywać się w przypadku zagrożenia.

5.2.1.8 Przemysł

Tereny przemysłowe zajmują w Lesznie głównie rejony północno-zachodnie i południowe, a także obszary wzdłuż torów kolejowych. Przy granicy miasta znajduje się Strefa Przemysłowa VASA, gdzie zlokalizowano obiekty produkcyjne, magazyny, hurtownie handlowe, bazy, ale również obiekty technicznej obsługi miasta, m.in. Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej. Na obszarze 20 ha funkcjonują głównie firmy z kapitałem niemieckim i szwedzkim, zatrudniające łącznie ponad 4000 tys. osób.

W części południowej miasta również zlokalizowana jest strefa produkcyjno-usługowo-techniczna, której większą część zajmuje Strefa Inwestycyjna I.D.E.A. Obejmuje ona obszar 158 ha, na którym swoją działalność prowadzą zarówno firmy lokalne, jak i z kapitałem zagranicznym. W celu stworzenia dogodnych warunków dla inwestorów, miasto wybudowało ulicę Geodetów, stanowiącą połączenie Strefy z drogą krajową nr 5, jak również wyposażyło większą część terenu w infrastrukturę techniczną i oświetlenie uliczne.

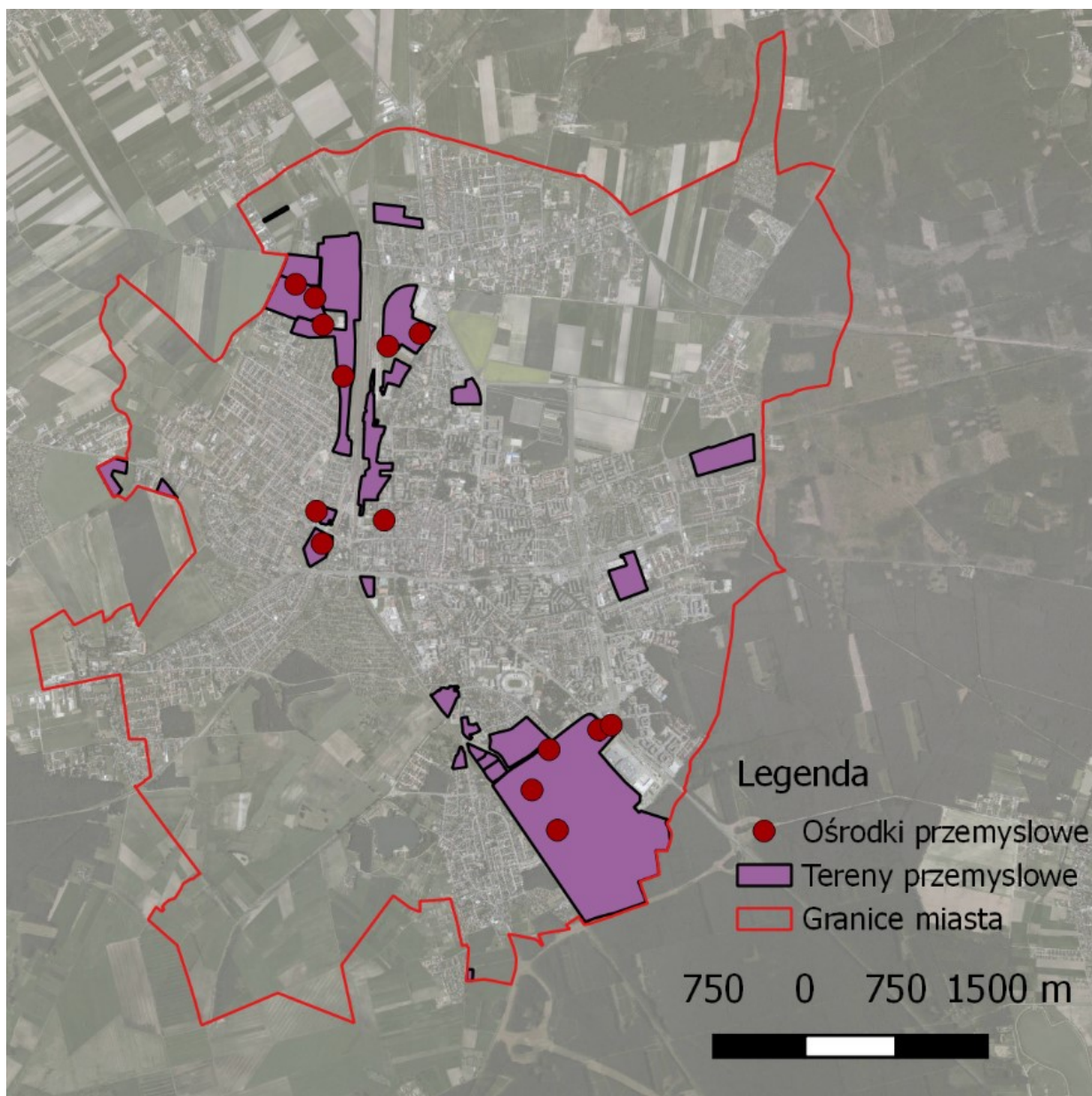
Wrażliwość przemysłu na zmiany klimatyczne odzwierciedla się przede wszystkim poprzez wrażliwość przemysłowego budownictwa. W ujęciu ogólnym budynki przemysłowe wykazują się w tym względzie większą odpornością niż budynki mieszkaniowe na terenach zurbanizowanych i wiejskich. Już na etapie projektowania muszą one uwzględniać warunki klimatyczne i przewidywać zagrożenia związane z wahaniami temperatury powietrza, opadami deszczu i śniegu oraz silnym wiatrem. Ten rodzaj budynków, ze względu na duże powierzchnie, łatwo ulega przegrzaniu lub wychłodzeniu. Z kolei oczekiwany wzrost częstości występowania intensywnych opadów powoduje konieczność wprowadzania usprawnień w systemie odprowadzania wód opadowych i dobrej izolacji przeciwwilgociowej.

Zbyt wysoka lub zbyt niska temperatura w pomieszczeniach produkcyjnych jest przyczyną zmęczenia pracowników i zmniejszenia efektywności pracy. Po intensywnych opadach śniegu zaleca się usuwanie śniegu z płaskich dachów.

Zgodnie z danymi zawartymi w Bilansie Zasobów Żłóż Kopalin w Polsce w granicach miasta nie występują złoża kopalin. W związku z tym w Lesznie nie funkcjonuje przemysł wydobywczy, który mógłby być potencjalnie narażony na zmiany klimatu.

W ujęciu ogólnym przemysł na terenie Leszna charakteryzuje się niewielką wrażliwością na zmiany klimatu.

Rozmieszczenie obiektów sektora przemysłu przedstawia poniższy rysunek.



Rysunek 50. Główne lokalizacje przemysłu w Lesznie w 2017 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Open Street Map

5.2.1.9 *Różnorodność biologiczna, lasy*

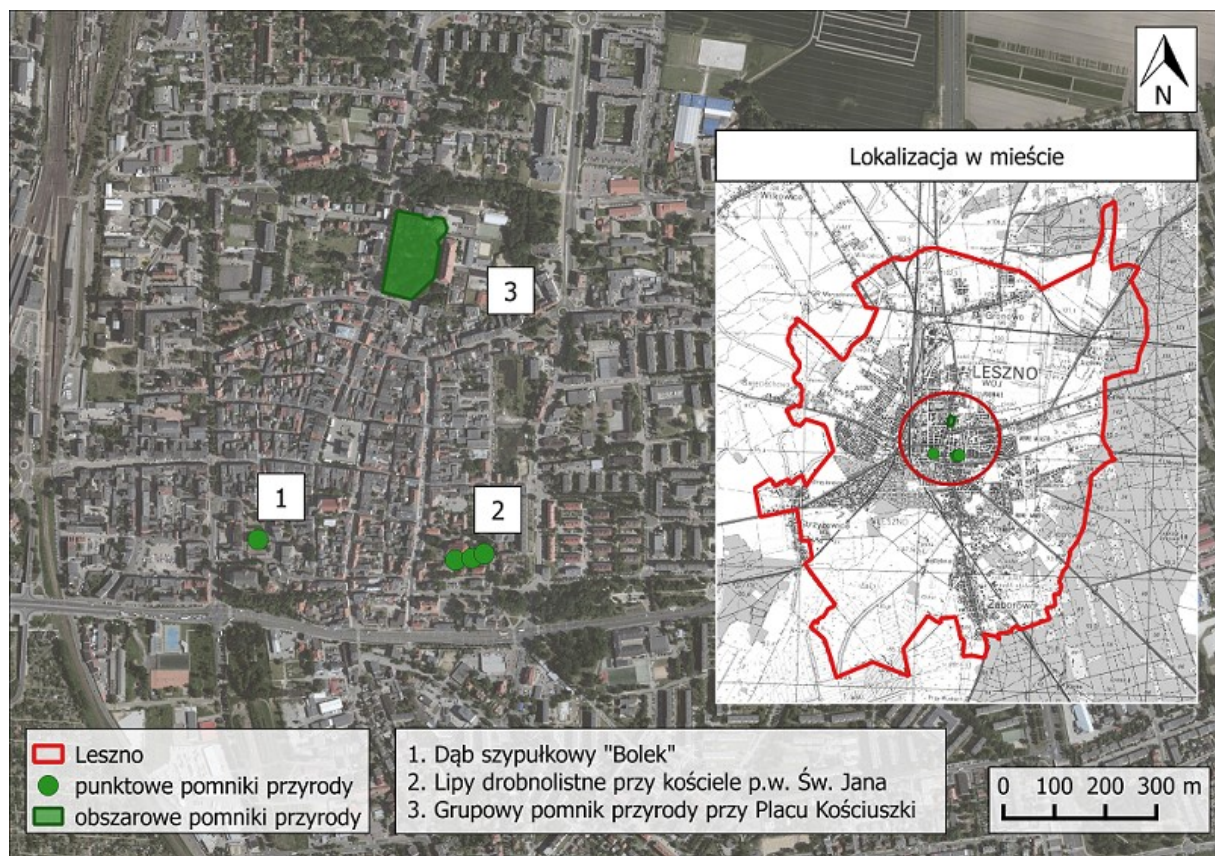
Prognozowane zmiany klimatu w rejonie Leszna będą przyczyniały się do wymierania niektórych gatunków rodzimej flory, zwłaszcza gatunków zimnolubnych. Z tego względu zmiany najbardziej dotkliwie odczuwać mogą lasy iglaste. Jednym ze skutków ubożenia roślinności może być również zmniejszenie różnorodności fauny, której gatunki zmuszone będą do migrowania w celu odnalezienia korzystnych dla swojego funkcjonowania siedlisk.

Innym ze skutków może być również pojawianie się gatunków inwazyjnych, lepiej przystosowanych do zmieniających się warunków klimatycznych. Spodziewane ocieplenie klimatu spowoduje migracje gatunków z południa Europy, a częściowo także gatunków azjatyckich oraz wycofywanie się gatunków zimnolubnych. W dalszej przyszłości zmianie mogą ulec składy gatunkowe lasów.

Szczególnie zagrożone przez zmiany klimatyczne, zwłaszcza przez rosnącą temperaturę powietrza prowadzącą do ich szybkiego wysychania i zanikania, są tereny bagienne i podmokłe. Zanik bagien stanowić będzie zagrożenie dla licznych gatunków bytujących na tych terenach lub korzystających z nich jako rezerwarów wody pitnej.

Wzrost parowania będzie powodować spadek wilgotności w lasach, co zwiększa ryzyko wystąpienia suszy, rozwoju chorób i szkodników. Zbyt wysoka temperatura powoduje wysychanie ściółki leśnej i wzrost zagrożenia pożarowego w lasach. W efekcie suszy i pożarów występują straty w leśnictwie oraz w przemyśle drzewnym. Występowanie silnego wiatru niesie za sobą straty w drzewostanie ze względu na dużą wrażliwość lasów na silne wiatry, zwłaszcza monokulturowych lasów gospodarczych.

W granicach miasta znajdują się cenne przyrodniczo wiekowe drzewa, uznawane za pomniki przyrody. Są to obecnie 3 obiekty: dwustuletni dąb szypułkowy na Placu Metziga o obwodzie pnia ok. 480 cm i wys. 24 m, trzy lipy drobnolistne przy kościele p.w. Świętego Jana oraz grupowy pomnik przyrody składający się z drzew w parku przy Placu Kościuszki. Pomniki przyrody w Lesznie mogą być narażone w szczególności na częstsze pojawianie się gwałtownych zjawisk atmosferycznych (wyładowania atmosferyczne), a także na rosnącą temperaturę, zwiększoną częstotliwość długotrwałych susz i nasilenie się zjawiska miejskiej wyspy ciepła.



Rysunek 51. Lokalizacja pomników przyrody w Lesznie

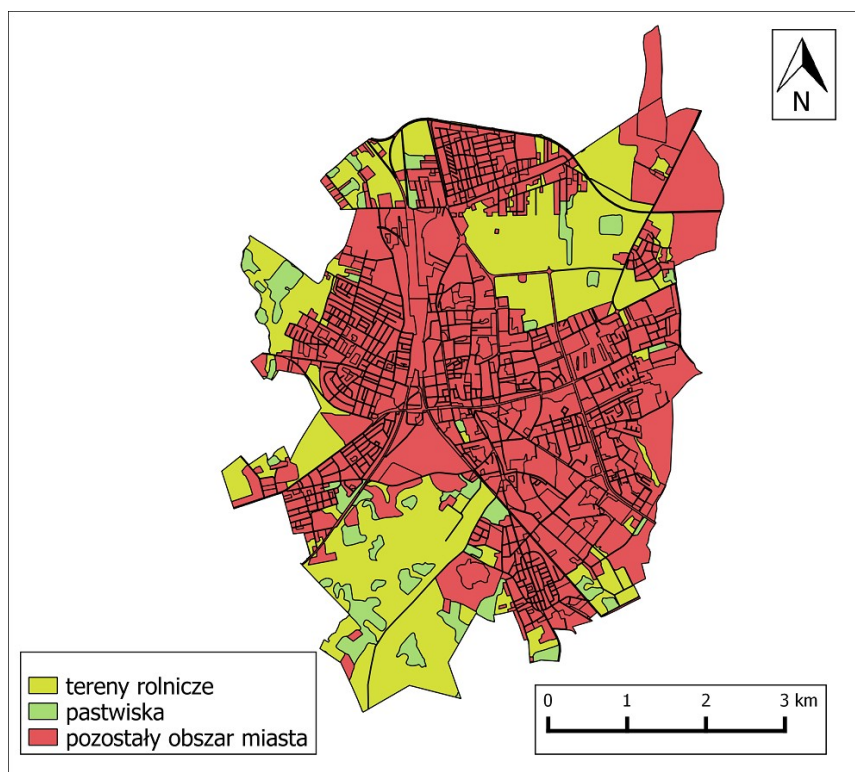
Źródło: Opracowanie własne na podstawie warstw mapowych GDOŚ i Geoportalu

Istotnymi siedliskami z punktu widzenia różnorodności biologicznej w Lesznie są lasy. Z uwagi na zmieniający się klimat lasy będą w coraz większym stopniu narażone na jego oddziaływanie. Głównym czynnikiem pogarszającym ich stan będą coraz częstsze intensywne opady deszczu połączone ze zjawiskami burzowymi, a także silne wiatry o dużych średnich prędkościach i mocnych porywach, mogące powalać starsze lub słabe drzewa, uszczuplając zasoby leśne. Dodatkowo w związku ze wzrostem temperatury i wydłużaniem okresów suszy, połączonych z potencjalnym wydłużeniem sezonu turystycznego (a co za tym idzie – zwiększoną liczbą turystów), lasy będą coraz bardziej narażone na występowanie pożarów pochodzenia antropogenicznego. Ponadto może następować zmiana składu gatunkowego wskutek pojawienia się nowych gatunków lepiej dostosowanych do warunków klimatycznych oraz gradacji nowych szkodników.

Jednoznaczne określenie wrażliwości Leszna na zmiany klimatu pod względem bogactwa roślin i zwierząt jest trudne, ze względu duży stopień złożoności zbiorowisk roślinnych i wzajemnych oddziaływań między gatunkami. Prawdopodobnie część gatunków będzie stopniowo zmieniać lub ograniczać zasięg występowania, z kolei dla innych przyszły klimat będzie czynnikiem do intensywnego rozwoju i ekspansji. Biorąc jednak pod uwagę ostateczny bilans wydaje się, że Leszno wykazuje się stosunkowo wysoką wrażliwością w tym względzie.

5.2.1.10 Rolnictwo

Mimo charakteru głównie usługowego, sektorem gospodarki mającym widoczny udział w Lesznie jest również rolnictwo. Według danych GUS w 2016 r. na terenie miasta zarejestrowanych było 161 podmiotów gospodarczych z sekcji A (rolnictwo, leśnictwo, łowiectwo i rybactwo) PKD2007. Dział 01 (uprawy rolne, chów i hodowla zwierząt, łowiectwo) stanowi 94,4% podmiotów z tej sekcji. Obszary wykorzystywane rolniczo stanowią znaczną część powierzchni miasta, zajmując ok. 1 345 ha (stan na 2014 r.).



Rysunek 52. Tereny rolnicze i pastwiska w granicach Leszna

Źródło: Opracowanie własne na podstawie map *Urban Atlas*

Zgodnie z danymi uzyskanymi w badaniach prowadzonych w ramach projektu KLIMADA wykazano, że okres wegetacyjny w Polsce, w tym również w Lesznie, będzie ulegał wydłużeniu. W latach 2021-2050 będzie to przyrost o 16 dni, natomiast w latach 2071-2100 o 41 dni, w stosunku do wielolecia 1971-2000. Sezon wegetacyjny będzie cechował się również wyższymi średnimi temperaturami powietrza, co wpłynie na znaczne przyspieszenie rozwoju roślin. Do końca stulecia termin dojrzałości pszenicy ozimej będzie wcześniejszy o 20 dni, a w przypadku kukurydzy aż o 39 dni.

Jednocześnie zmiany innych elementów klimatu będą stanowiły czynnik niekorzystny dla rozwoju upraw. Prognozowane zmiany struktury czasowej opadów wskazują na zwiększoną ilość opadów w okresie zimowym i wczesną wiosną oraz zmniejszenie wielkości opadów w okresie wiosennym i letnim, co spowoduje wzrost niedoboru opadów w stosunku do potencjalnych możliwości parowania.

Wskutek zwiększonych opadów wiosną następować może zwiększenie wilgotności gleby, co spowoduje potrzebę rozwoju melioracji odwadniających. Z drugiej strony, wzrost temperatury powietrza w okresie letnim, połączony ze zmniejszonymi sumami opadów i ich nierównomiernym rozłożeniem w czasie, będzie powodował częstsze pojawianie się susz i wymusi podejmowanie działań nawadniających. Połączenie tych czynników spowoduje znaczne utrudnienia dla rozwoju rolnictwa na badanym obszarze. Wzrastająca częstotliwość występowania niebezpiecznych zjawisk pogodowych spowoduje znaczny wzrost ryzyka nieudanych zbiorów.

Zmiany klimatyczne mają pozytywny wpływ na takie rośliny jak jęczmień, ziemniaki, ryż czy pszenica. Szacuje się że plony pszenicy do roku 2050 mają najbardziej wzrosnąć w północnej Hiszpanii (o około 9-35%), a Polsce wzrost ten ma wynosić od 1 do 3 ton/ha. Pomimo tego pozytywnego efektu zmian klimatycznych istnieją gatunki roślin których plony ulegają spadkom na skutek tych zmian np.: lucerna, kukurydza, rośliny strączkowe, pomidory. W Lesznie sektor rolnictwa zajmuje obszar 42,2% z czego 82% stanowią grunty orne można więc przepuszczać, że wykorzystywanie przez rolników wyżej wspomnianych upraw i wpływ zmian klimatu będą bardzo korzystne dla rolników.

Ujemnym skutkiem zmian jest postępujący niedobór wód, który wpłynie na większe uzależnienie upraw od sztucznego nawodnienia. Wzmożona częstotliwość występowania w zmieniającym się klimacie ekstremalnych zjawisk pogodowych powoduje większe narażenie rolników na straty. Wzrastają również szanse zaatakowania upraw przez szkodniki i choroby.

Zmiany klimatu będą powodowały mniejszą dostępność zbóż, które są przeznaczone na pasze dla zwierząt, wzrost cen pasz, mniejszą dostępność pastwisk oraz zmiany zasięgów rozpowszechniania się chorób zwierząt. Wzrost temperatury oraz liczby dni upalnych może być też przyczyną występowania stresu cieplnego u zwierząt, a następnie zmniejszenie produktywności stad.

Rolnictwo jest jednym z głównych sektorów, które odczują zmiany klimatu, wpływające na zbiory, gospodarkę hodowlaną i lokalizację produkcji. Wzrost temperatury i spadek ilości opadów ma niekorzystny wpływ na rolnictwo. Pomimo tego że poprawiają się warunki dla roślin ciepłolubnych i wydłuży się okres wegetacyjny roślin to zarazem, ma to wpływ na rozwój chorób i szkodników roślin oraz niekorzystnych zjawisk meteorologicznych (silne wiatry, intensywne opady, gradobicia, susze).

W celu eliminacji negatywnych skutków zmian klimatu proponuje się wprowadzenie nowych odmian roślin, które są odporne na przedstawione zmiany.

Biorąc pod uwagę wszystkie czynniki klimatyczne mogące potencjalnie wpływać na obszary rolnicze Leszna, wrażliwość miasta na zmiany klimatu ocenia się jako średnią.

5.2.1.11 Podsumowanie wrażliwości sektorów i obszarów miasta na zmiany klimatu

W poniższej tabeli przedstawiono syntetyczne podsumowanie wrażliwości na zmiany klimatu poszczególnych sektorów na terenie Leszna.

Tabela 32. Wrażliwość sektorów i obszarów funkcjonalnych Leszna na zmiany klimatu

Badany sektor/ obszar wrażliwy	Stopień wrażliwości	Przyczyny przypisania klasy wrażliwości
Zdrowie publiczne/ grupy wrażliwe	Wysoki	<u>Czynniki zwiększające wrażliwość:</u> - wzrost temperatury powietrza i częstotliwości pojawiania się upałów, powodujących obciążenia termiczne dla organizmu człowieka, - wzrost liczby mieszkańców w grupach wiekowych najbardziej narażonych na wysokie temperatury i zanieczyszczenia powietrza.
Transport	Średni	Wzajemne niwelowanie pozytywnych i negatywnych skutków zmian klimatu i zmian w transporcie miasta. <u>Czynniki zwiększające wrażliwość:</u> - wzrost częstości dni upalnych, - częstsze gwałtowne opady deszczu, - prognozowany wzrost liczby samochodów, - utrudniony ruch miejski. <u>Czynniki zmniejszające wrażliwość:</u> - skrócenie okresu zalegania pokrywy śnieżnej, - spadek częstości występowania mrozów, - spadek liczby dni z mgłą.
Energetyka	Niski	<u>Czynniki zwiększające wrażliwość:</u> - nieznaczne zagrożenie dla elektroenergetyki ze strony częstszych huraganowych wiatrów i innych ekstremalnych zjawisk atmosferycznych, - niewielkie oddziaływanie na odnawialne źródła energii – głównie energię słoneczną, <u>Czynniki zmniejszające wrażliwość:</u> - przeprowadzenie znacznej części linii energetycznych pod ziemią, - korzystne oddziaływanie zmian klimatu na energetykę ciepłą – skrócenie okresu grzewczego.
Gospodarka wodna	Wysoki	<u>Czynniki zwiększające wrażliwość:</u> - zagrożenie dla systemu kanalizacji przez częstsze pojawianie się dużych ilości wody pochodzących z ulewnych opadów deszczu, - problemy z utrzymaniem drożności kanalizacji deszczowej, - niewystarczająco rozwinięta sieć odprowadzania i zagospodarowania wód opadowych. <u>Czynniki zmniejszające wrażliwość:</u> - słabo wykształcony system wód powierzchniowych – brak zagrożenia powodziowego, - spadek liczby dni mroźnych powodujący zmniejszenie awaryjności infrastruktury wodociągowej i kanalizacyjnej.
Budownictwo	Wysoki	<u>Czynniki zwiększające wrażliwość:</u> - zwiększona wrażliwość budynków na rosnącą temperaturę w okresie letnim i związanymi z nią upałami – spadek komfortu dla mieszkańców,

Badany sektor/ obszar wrażliwy	Stopień wrażliwości	Przyczyny przypisania klasy wrażliwości
		<p>- wysoki udział budynków wybudowanych zgodnie ze starymi standardami termoizolacyjności w niektórych częściach miasta,</p> <p>- zwiększone ryzyko pożarowe spowodowane częstszymi upałami i suszami,</p> <p>- zwiększona wrażliwość budynków przez częstsze ekstremalne zjawiska pogodowe (m.in. huraganowe wiatry).</p> <p><u>Czynniki zmniejszające wrażliwość:</u></p> <p>- skrócenie okresu grzewczego wskutek spadku liczby dni mroźnych i wzrostu temperatury zimą,</p> <p>- zmniejszanie ryzyka katastrof budowlanych w związku ze skracaniem okresu zalegania pokrywy śnieżnej.</p>
Turystyka	Średni	<p><u>Czynniki zwiększające wrażliwość:</u></p> <p>- wpływ częstszych ekstremalnych zjawisk pogodowych na pogorszenie kondycji zabytków, a także na ograniczenie możliwości uprawiania aeroturystyki,</p> <p>- czynniki klimatyczne wpływające niekorzystnie na sektor transportowy powodują również ograniczenia dla turystyki tranzytowej i biznesowej w mieście,</p> <p>- zwiększone zagrożenie dla turystów w związku z częstszymi zjawiskami ekstremalnymi.</p> <p><u>Czynniki zmniejszające wrażliwość:</u></p> <p>- wydłużenie okresu turystycznego związane ze wzrostem średniej temperatury powietrza.</p>
Przemysł	Niski	<p><u>Czynniki zwiększające wrażliwość:</u></p> <p>- konieczność wprowadzania usprawnień w systemie odprowadzania wód opadowych i dobrej izolacji przeciwwilgociowej w związku z przewidywanym wzrostem częstości występowania ulewnych opadów deszczu,</p> <p>- zwiększone ryzyko przegrzewania budynków przemysłowych, związane ze wzrostem temperatury i częstszymi upałami.</p> <p><u>Czynniki zmniejszające wrażliwość:</u></p> <p>- brak przemysłu wydobywczego w granicach miasta oraz innych potencjalnie najbardziej wrażliwych na zmiany klimatu branż.</p>
Różnorodność biologiczna	Wysoki	<p><u>Czynniki zwiększające wrażliwość:</u></p> <p>- wysychanie obszarów bagiennych wskutek wzrostu temperatury i częstszego pojawiania się susz,</p> <p>- narażenie pomników przyrody w obrębie miasta na częstsze ekstremalne zjawiska atmosferyczne oraz wzrost temperatury powietrza, nasilany przez zjawisko miejskiej wyspy ciepła,</p> <p>- uszczuplenie zasobów leśnych wskutek oddziaływania ekstremalnych zjawisk pogodowych (m.in. gwałtownych burz i huraganowych wiatrów),</p> <p>- zwiększone zagrożenie pożarowe dla lasów, związane z suszami i wysoką temperaturą,</p> <p>- pojawianie się gatunków inwazyjnych, lepiej przystosowanych do warunków przyszłego klimatu.</p> <p><u>Czynniki zmniejszające wrażliwość:</u></p> <p>- tworzenie dogodniejszych warunków do rozwoju niektórych gatunków roślin w związku z podwyższaniem temperatury.</p>

Badany sektor/ obszar wrażliwy	Stopień wrażliwości	Przyczyny przypisania klasy wrażliwości
Rolnictwo	Średni	<p><u>Czynniki zwiększające wrażliwość:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - konieczność prowadzenia zwiększonego nawadniania upraw w okresie letnim wskutek susz, - konieczność prowadzenia prac odwadniających w okresie zimowo-wiosennym wskutek zwiększających się opadów atmosferycznych w tej części roku. <p><u>Czynniki zmniejszające wrażliwość:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - wydłużenie okresu wegetacyjnego wskutek wzrostu temperatury, - przyspieszenie rozwoju roślin uprawnych, m.in. pszenicy i kukurydzy.

Źródło: Opracowanie własne

5.3 Analiza ryzyka

Według definicji „ryzyka” zawartej w normie ISO 31000, definiuje się to pojęcie jako: „wpływ niepewności na cele”. Innym określeniem tego słowa jest to, wypracowane przez T. Kaczmarka, który wnioskuje że: „Ryzyko obejmuje niepewność negatywną lub pozytywną w odniesieniu do końcowego wyniku podejmowanych działań...” jest to również „...zespół czynników, działań lub czynności, powodujących szkodę na ciele albo stratę materialną bądź wywołujących inne straty. Ryzyko różni się od niebezpieczeństwa, które oznacza raczej pewne bezpośrednie zagrożenie. O ryzyku mówi się tylko wtedy, kiedy następstwa są niepewne. Zupełnie pewna strata nie jest ryzykiem. Ryzyko związane jest z działalnością człowieka, ale niekoniecznie w sensie świadomym i „skalkulowanym” ryzyka”.

Słownik Języka Polskiego definiuje analizę jako: „odpowiednie zestawienie i opracowanie danych przez porównanie i wyciągnięcie wniosków na temat istoty zjawiska, jego rozwoju w przyszłości itp.”.

Te dwa pojęcia w kontekście do zmian klimatycznych oznaczają takie rozważenie wpływu przyszłych zmian środowiska aby ich uniknąć lub odpowiednio się przed nimi zabezpieczyć. Globalne zmiany klimatu utożsamiane są głównie ze wzrostem temperatury, ale faktycznie są to zmiany, które dotyczą wszystkich powiązanych elementów klimatu.

Wszelkie konsekwencje zmian klimatycznych można podzielić zarówno na zagrożenia jak i szanse. Negatywne zmiany prowadzą do powstania ekonomicznych, środowiskowych, społecznych, kulturowych i prawnych strat.

Zagrożenia związane ze zmianami klimatu można podzielić na biologiczne (rozwój groźnych mikroorganizmów i insektów), meteorologiczne, geograficzne, klimatologiczne i hydrologiczne. Poprzez zagrożenia meteorologiczne należy rozumieć: intensywne opady atmosferyczne; ekstremalne temperatury w tym fale upałów, porywiste wiatry, mgły i huragany. Do zagrożeń geofizycznych należą ruchy grawitacyjne i osuwiska. Za niebezpieczeństwa klimatyczne uważa się niedobory wody i pożary, natomiast w zakresie zagrożeń hydrologicznych mieszczą się powodzie i sztormy.

Wraz z zagrożeniami pojawiają się szanse. Przez szansę należy rozumieć wszystkie pożądane zmiany, z którym można wyciągnąć korzyści zarówno materialne jak i niematerialne. Pod tym względem adaptacja powinna wykorzystywać pojawiające się okazje ale zabezpieczając się i minimalizując zagrożenia.

5.3.1 Określenie możliwych szans i zagrożeń

Istnieje wiele scenariuszy opisujących możliwe zmiany klimatyczne i ich konsekwencje jakie będziemy mogli obserwować w Polsce, w najbliższej przyszłości. Według niektórych z nich przyjmuje się, że w latach 2021-2050 dojdzie do zwiększonej ilości opadów o około 15% w północnej części kraju, a w latach 2071-2100 we wschodniej części o ponad 20%. W przypadku półrocza letniego, przyjmuje się spadek ilości opadów - największy spadek ma nastąpić w południowo-wschodniej części kraju. W przypadku zmian temperatury, w okresie najbliższych 100 lat przewiduje się jej wzrost na obszarze całego kraju. Prognozowane zmiany przekładają się na wydłużenie okresu wegetacyjnego o około 30 dni do 2090 roku i spadek liczby dni z pokrywą śnieżną o taką samą wartość.

Tabela 33. Potencjalne szanse i zagrożenia związane ze zmianami klimatu

Obszar/sektor	Szanse	Zagrożenia
Zdrowie	<ul style="list-style-type: none"> – Rozwój medycyny, – Rozwój systemu ratownictwa, – Wzrost długości okresu urlopowego (wydłużenie czasu trwania sprzyjających warunków atmosferycznych), – Zmniejszenie liczby odmrożeń i zgonów z powodu wychłodzenia, – Rozwój systemów klimatyzacji i oczyszczania powietrza. 	<ul style="list-style-type: none"> – Wzrost zachorowań na choroby układu krążenia, – Wzrost śmiertelności osób starszych, osób z chorobami układu krążenia podczas fali upałów, – Pojawienie się nowych chorób tropikalnych, – Migracje owadów i innych organizmów przenoszących pasożyty i choroby zakaźne, – Wzrost zagrożenia epidemiologicznego, – Wcześniejsze pylenie roślin, – Podwyższone stężenia alergenów – powodowane również przez nowe gatunki roślin, – Spadek komfortu życia, – Wzrost chorób spowodowanych zanieczyszczeniami powietrza, – Wzrost kosztów opieki medycznej nad mieszkańcami miasta.
Transport	<ul style="list-style-type: none"> – Spadek kosztów zimowego utrzymania dróg, – Zmniejszenie zasolenia gruntów i wód, – Mniejsza częstotliwość występowania mgieł, gołoledzi – poprawa bezpieczeństwa ruchu drogowego w półroczu zimowym. 	<ul style="list-style-type: none"> – Odształcenia torów kolejowych i niszczenie nawierzchni dróg podczas fal upałów – ograniczenia w ruchu pojazdów ciężkich, – Utrudnienia w ruchu podczas ekstremalnych zjawisk meteorologicznych, – Pogorszenie warunków podróżowania oraz wzrost liczby wypadków i osób poszkodowanych, – Opóźnienia i wzrost kosztów transportu.

Obszar/sektor	Szanse	Zagrożenia
Energetyka	<ul style="list-style-type: none"> – Zmniejszone zapotrzebowanie na energię ciepłą i elektryczną w półroczu zimowym. 	<ul style="list-style-type: none"> – Zwiększone zapotrzebowanie na energię elektryczną w półroczu letnim, – Zwiększona częstotliwość przerw w dostawie energii elektrycznej spowodowana zerwaniami linii napowietrznych, – Wzrost kosztów napraw urządzeń zniszczonych wskutek ekstremalnych zjawisk pogodowych.
Gospodarka wodna	<ul style="list-style-type: none"> – Dłuższy sezon wegetacyjny, – Nowe rozwiązania w zakresie zagospodarowania wód opadowych i roztopowych, – Pozytywny wpływ zbiorników retencyjnych na mikroklimat miasta i ekosystemy zależne od wód, – Rozwój rekreacji w sąsiedztwie zbiorników retencyjnych. 	<ul style="list-style-type: none"> – Zmniejszenie zasobów dyspozycyjnych wód, – Redukcja bioróżnorodności ekosystemów zależnych od wód, – Pogorszenie jakości wód, – Zanik terenów podmokłych, – Lokalne podtopienia i niekontrolowany spływ wód opadowych, – Zakwity glonów na zbiorniku Zaborowo, – Zwiększone zapotrzebowanie na wodę w okresie letnim, – Możliwe deficyty w zaopatrzeniu w wodę.
Przemysł	<ul style="list-style-type: none"> – Redukcja kosztów ogrzewania w sezonie zimowym, – Rozwój nowych technologii dostosowujący prowadzoną działalność do występujących zmian klimatu. 	<ul style="list-style-type: none"> – Deficyty i przerwy w dostawie energii, – Lokalne podtopienia, – Spadek efektywności pracowników podczas fal upałów, – Zaburzenia ciągłości pracy spowodowane ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi, – Wzrost kosztów klimatyzacji i chłodnictwa.
Rolnictwo	<ul style="list-style-type: none"> – Wydłużenie sezonu wegetacyjnego, – Nowe możliwości hodowli roślin w półroczu zimowym, – Zwiększona plonowość niektórych gatunków roślin. 	<ul style="list-style-type: none"> – Zwiększona erozja gleb spowodowana większymi opadami w sezonie zimowym i bardziej intensywnymi opadami w sezonie letnim, – Gradacje szkodników, nowe choroby grzybowe, – Wzrost kosztów ochrony upraw, – Konieczność sztucznego nawadniania upraw.

Obszar/sektor	Szanse	Zagrożenia
Różnorodność biologiczna i leśnictwo	<ul style="list-style-type: none"> – Większy przyrost masy drzewnej, – Zwiększone szanse na przeżycie zimy przez zwierzęta roślinożerne. 	<ul style="list-style-type: none"> – Gradacje owadów, – Wzrost częstotliwości występowania klęsk żywiołowych (wichury i pożary), – Zmiany zasięgu gatunków, pojawienie się gatunków inwazyjnych.
Turystyka	<ul style="list-style-type: none"> – Wydłużenie sezonu turystycznego, – Możliwość pojawienia się nowych atrakcji turystycznych i form aktywności. 	<ul style="list-style-type: none"> – Utrata bioróżnorodności terenów cennych przyrodniczo, – Zmiany walorów estetycznych krajobrazu, – Pogorszenie bezpieczeństwa transportu i utrudnienia komunikacyjne podczas ekstremalnych zjawisk meteorologicznych, – Niszczenie zabytków kulturowych.

5.3.2 Identyfikacja luk wiedzy

Na etapie analizowania odpowiednich opcji adaptacyjnych należy pamiętać o tym, iż predykcje dotyczące zmian klimatu obciążone są błędem, a ich stopień sprawdzalności nie jest stuprocentowy. Należy pamiętać również, iż wykonane analizy opierają się częściowo na danych udostępnionych przez instytucje nadzorujące usuwanie skutków anomalii pogodowych z terenu miasta i nie muszą być to wszystkie sektory oddziaływania.

Pomimo, że w zidentyfikowanych ryzykach dominują zagrożenia, niewykluczone jest, że mogą pojawić się nowe, inne szanse czy zagrożenia, trudne w tym momencie do zdefiniowania i przewidzenia.

6 Wybrane działania adaptacyjne

Proponowane działania adaptacyjne mają na celu podniesienie odporności miasta Leszno na przewidywane zmiany klimatu. Do zidentyfikowanych priorytetowych zagrożeń będących skutkiem zmian klimatycznych, którym należy przeciwdziałać na terenie Leszna, zalicza się:

1. Szybkie powodzie powodowane gwałtownymi i intensywnymi opadami
2. Długotrwałe susze mogące powodować ograniczenie dostępu do wody
3. Fale upałów
4. Silne wiatry

Z ekonomicznego punktu widzenia opcje adaptacyjne można podzielić na 4 grupy, w zależności od poniesionych kosztów i osiągniętych efektów:

- Opcje typu „no-regrets” – działania organizacyjne i prawne, bezkosztowe, ale przynoszące natychmiastowe skutki,
- Opcje typu „low-regrets” – wymagające niewielkich nakładów finansowych przy dużej efektywności adaptacyjnej,
- Opcje typu „win-win” – poza efektami adaptacyjnymi przynoszące również korzyści w innych sferach,
- Opcje elastyczne – mniej złożone i mniej efektywne działania, rozwiązujące kilka problemów jednocześnie.

Opcje adaptacji dla priorytetowego zagrożenia: Szybkie powodzie powodowane gwałtownymi i intensywnymi opadami

opcja "no-regrets"	<ul style="list-style-type: none">• Zakaz podłączania nowych terenów do istniejącej kanalizacji deszczowej,• Nakaz zagospodarowania wód opadowych na terenie inwestycji (warunek w decyzji środowiskowej, decyzji o warunkach zabudowy, zapis w MPZP).
opcja "low-regrets"	<ul style="list-style-type: none">• Stosowanie materiałów przepuszczalnych do utwardzenia terenu,• Budowa nowej infrastruktury zagospodarowania wód opadowych z uwzględnieniem zmian klimatu,• Utrzymanie we właściwym stanie technicznym istniejącego systemu zbierania i odprowadzania wód opadowych.
opcja "win-win"	<ul style="list-style-type: none">• Tworzenie zielonej i niebieskiej infrastruktury,• Ochrona istniejących terenów zielonych oraz cieków,• Monitoring zjawisk ekstremalnych oraz edukacja społeczeństwa nt. konieczności adaptacji do zmian klimatu.
opcja "elastyczna"	<ul style="list-style-type: none">• Stopniowa przebudowa istniejącego systemu ujmowania i zagospodarowania wód opadowych,• Systematyczna wymiana materiałów nawierzchniowych na przepuszczalne.

Opcje adaptacji dla priorytetowego zagrożenia: Długotrwałe susze mogące powodować ograniczenie dostępu do wody

opcja "no-regrets"	<ul style="list-style-type: none">• Zakaz używania wody pitnej do celów gospodarczych.
opcja "low-regrets"	<ul style="list-style-type: none">• Stosowanie urządzeń wodooszczędnych,• Rozbudowa ujęć wody,• Ochrona istniejących ujęć wody przed dopływem zanieczyszczeń,• Ochrona stref zasilania ujęć wody przed zainwestowaniem.
opcja "win-win"	<ul style="list-style-type: none">• Tworzenie niebieskiej infrastruktury,• Ochrona istniejących cieków oraz zbiorników i terenów podmokłych,• Edukacja ekologiczna społeczeństwa nt. oszczędności wody.
opcja "elastyczna"	<ul style="list-style-type: none">• Stopniowa przebudowa istniejącego systemu ujmowania i zaopatrzenia mieszkańców w wodę,• Ochrona istniejących ujęć wody przed dopływem zanieczyszczeń.

Opcje adaptacji dla priorytetowego zagrożenia: Fale upałów

opcja "no-regrets"	<ul style="list-style-type: none">• Ostrzeżenia przed nadchodzącymi upałami,• Edukacja mieszkańców miasta, zwłaszcza grup najbardziej wrażliwych,• Ochrona klinów zieleni zapewniających właściwe przewietrzanie miasta przed zainwestowaniem.
opcja "low-regrets"	<ul style="list-style-type: none">• Termomodernizacja budynków,• Montaż instalacji klimatyzacji i zacielenia,• Stosowanie kurtyn wodnych,• Przygotowanie służby zdrowia do większej intensywności działania.
opcja "win-win"	<ul style="list-style-type: none">• Tworzenie zielonej infrastruktury (zielone ściany, zielone dachy),• Tworzenie niebieskiej infrastruktury,• Renaturalizacja cieków i zbiorników wodnych.
opcja "elastyczna"	<ul style="list-style-type: none">• Stosowanie w budownictwie materiałów niepochlaniających promieniowania słonecznego aby zmniejszyć efekt miejskiej wyspy ciepła.

Opcje adaptacji dla priorytetowego zagrożenia: Silne wiatry



6.1 Zielona infrastruktura

Zielona infrastruktura to zaprojektowana sieć obszarów naturalnych i półnaturalnych, w których priorytetowe i chronione są funkcje ekosystemów. Jednocześnie społeczeństwo czerpie wymierne korzyści z tych obszarów.

Celem takiej infrastruktury jest wzmacnianie ekosystemów oraz podnoszenie ich odporności i ochrony bioróżnorodności, wpływanie na komfort życia ludzi, wsparcie zrównoważonego gospodarowania wodami i przestrzenią.

Ten rodzaj infrastruktury w miastach można spotkać pod postacią obszarów chronionych oraz innych obszarów naturalnych, siedlisk odtworzonych, korytarzy ekologicznych, zielonych mostów, przepławek, zielonych ścian i dachów. Zielona infrastruktura ma za zadanie tworzyć funkcjonalną sieć powiązanych obszarów chroniących różnorodność biologiczną, lokalnie zagospodarowywać wody opadowe oraz łączyć obszary pokryte roślinnością i/lub wodą oraz formy mające funkcję społeczną, ekologiczną, hydrobiologiczną, biologiczną i hydrologiczną. Zielona infrastruktura stanowi jeden z priorytetów unijnej strategii ochrony bioróżnorodności.

Zielona infrastruktura opiera się na ochronie bioróżnorodności i usługach ekosystemowych przez co staje się elementem strategii adaptacyjnej i łagodzi skutki zmian klimatu. Stanowi także element zarządzania ryzykiem związanym z klęskami żywiołowymi.

W zakresie przeciwdziałania zmianom klimatu zielona infrastruktura działa jako czynnik:

- gromadzący węgiel (absorbujący CO₂),
- wpływający na oszczędność energii potrzebnej do ogrzewania oraz chłodzenia budynków.

Jeśli zaś chodzi o łagodzenie skutków zmian klimatu to zielona infrastruktura pozwala na:

- zmniejszanie efektu „miejskich wysp ciepła”,
- zwiększanie zacienienia i przepływu mas powietrza,
- wzrost odporności ekosystemów na zmiany klimatyczne,
- zatrzymywanie wód opadowych i spadek ryzyka wystąpienia powodzi.

Poniżej przedstawiono propozycje infrastruktury zielonej, możliwe do zastosowania w Lesznie.

6.1.1 Zielone dachy

Zielone dachy stanowią element infrastruktury zielonej. Na dachach tych zostały odtworzone naturalne warunki gruntowe, przez co możliwa jest hodowla roślin. Takie wykorzystanie dachów poprawia jakość i estetykę budynku oraz wpływa na wzrost jego wartości, nawet o około 30%. Ponadto takie budynki mają wyższą wartość odporności ogniowej i mają lepszą izolację termiczną. Temperatura nagrzanego latem dachu może osiągać 80°C, a gdy jest on obsadzony przez rośliny temperatura spada do ok. 30 °C, zimą zaś dachy takie wykazują większą odporność przed stratami ciepła, przez co koszty ogrzewania mogą się zmniejszyć o 10 do 30 %.

Zielone dachy pozytywnie wpływają na kształtowanie mikroklimatu. Rośliny obecne na takich dachach wpływają korzystnie na produkcję tlenu i redukcję dwutlenku węgla. Z 15 m² powierzchni zielonego dachu, rośliny tam obecne są w stanie wytworzyć tlen dla 10 osób, ponadto filtrują powietrze z substancji szkodliwych oraz pyłów oraz mają właściwości tłumiące hałas. Konstrukcja zielonych dachów posiada również zdolność do retencjonowania wody opadowej i roztopowej. Zatrzymana w takim systemie woda oddawana jest do atmosfery w procesie parowania, przez co zwiększona zostaje wilgotność powietrza w okolicy. W efekcie zostaje zmniejszona objętość fali wezbraniowej po intensywnych opadach, a jej kształtowanie się jest opóźnione. Zielone dachy mogą być stosowane w celu zwiększenia powierzchni biologicznie czynnej w przypadku budowy parkingów kubaturowych.

Istotną wadą stosowania zielonych dachów jest ich wysoka cena – około 2 do 2,5 razy wyższa od konstrukcji tradycyjnej. Spowodowane jest to m.in. potrzebą stosowania wzmocnionej konstrukcji – obciążenie nasiąkniętego wodą dachu może wynieść nawet do 500 kg/m².

Dobór roślin pod dany typ dachów powinien być dokonany przez specjalistów w tej dziedzinie. Rośliny, w zależności od sytuacji umieszczane są na dachach w różnej formie jako: nasiona, pędy lub prekułtywowane maty vegetacyjne. Dobór roślin powinien uwzględniać ich zdolność adaptacyjną do ekstremalnych temperatur i znoszenia suszy. Przykładem roślin dla tego typu dachów są:

a) byliny

- Krwawnik pospolity (*Archilea millefolium*);
- Krwiściąg mniejszy (*Sanguisorba minor*);
- Macierzanka zwyczajna (*Thymus montanus*);

- Macierzanka piaskowa (*Thymus serpyllum*).

b) trawy

- Kostrzewa ametystowa (*Festuca amethystina*);
- Kostrzewa owcza (*Festuca ovina*);
- Wiechlina spłaszczona (*Poa compressa*).

Jeżeli zaś chodzi o dachy intensywne to wybierane powinny być wieloletnie byliny, rośliny okrywowe, krzewy i drzewa, które wykazują dużą odporność na mróz. Przykładem takich roślin, które mają zastosowanie na dachach krajobrazowych są:

a) byliny

- Aster pirenejski (*Aster linosyris* 'Lutetia');
- Aster wąskolistny (*Aster sedifolius* 'Nanau');
- Mikołajek iberyjski (*Eryngium bourgatii*);
- Dziurawiec zwyczajny (*Hypericum perforatum*);
- Sasanka zwyczajna (*Pulsatilla vulgaris*).

b) trawy

- Kostrzewa ametystowa (*Festuca amethystina*);
- Ostnica piórkowa (*Stipa pennata*).

c) rośliny drzewiaste

- Świdośliwa jajowata (*Amelanchier ovalis*);
- Bluszcz pospolity (*Hedera helix*);
- Perowskia łobodowata (*Perovskia abrotanoides*);
- Jałowiec pospolity (*Juniperus communis* w odmianach);
- Sosna górská kosodrzewina (*Pinus pimpinelifolia*).

d) rośliny cebulowe

- Czosnek ozdobny (*Allium roseum*);
- Czosnek południowy (*Allium moly*);
- Śnieżnik lśniący (*Chionodoxa luciliae*);
- Krokus dziki (*Crocus Wildarten*);
- Tulipan dziki (*Tulipa sylvestris*).

Zielone dachy stają się coraz bardziej popularne w nowoczesnej architekturze miejskiej. Odtworzenie naturalnych warunków środowiskowych przy jednoczesnym podniesieniu walorów estetycznych jest głównym celem ich zastosowania. Ponadto mogą spełniać funkcję retencyjną, rekreacyjną i krajobrazową.

6.1.2 Zielone ściany

Zielone ściany to kolejny przykład tzw. zielonej infrastruktury. Zielone dachy i jak i ściany są elementem zieleni, który poprawia estetykę miasta i zmniejsza wrażenie przytłoczenia, wywołane przez wysokie zabudowania. Zielone ściany, żyjące ściany, wertykalne ogrody są to powierzchnie biologicznie czynne. Może to być system złożony z modułowych paneli roślinnych przytwierdzonych do konstrukcji nośnej, posiadających automatyczny system nawodnienia oraz wymagający odpowiedniego nawożenia. System korzeniowy roślin rozwija się na zaprojektowanych panelach niemających kontaktu z podłożem.



Rysunek 53. Zielona ściana w jednym z podpoznańskich marketów budowlanych

Wykorzystana w taki sposób roślinność może maskować fragmenty ścian lub całe budynki, które wraz z upływem czasu utraciły swoją wartość estetyczną i/lub zostały zdewastowane. Wykorzystane w ten sposób rośliny wpływają na redukcję temperatury, od 12 °C do 20 °C, na elewacjach budynków w stosunku do zwykłej ściany. Dzięki temu temperatura w otoczeniu takich ścian spada o 1-2 °C. Zielone ściany, podobnie jak zielone dachy, wykazują zdolność do oczyszczania powietrza - zanieczyszczenia powietrza w postaci kurzy, sadzy, dymu osadzają się na liściach, a wraz z opadem atmosferycznym trafiają do podłoża. Niewątpliwą zaletą stosowania zielonych ścian jest zwiększenie bioróżnorodności na terenach miejskich - tworzą się bowiem warunki do bytowania fauny i flory w nowych miejscach. Zastosowanie zielonych ścian w połączeniu z zielonymi dachami pozwala na oszczędności kosztów klimatyzacji (17-79 % w skali roku) i zużycia energii (0,6 - 19,5 %).

Obciążenie konstrukcji zielonej ściany mieści się w przedziale od 80 do 150 kg/m². Projektowanie w Polsce konstrukcje powinny wytrzymywać wartości rzędu:

- a) 0,5 kN/m² - konstrukcja do 8 metrów;
- b) 0,8 kN/m² - konstrukcja pomiędzy 8-20 metrów;
- c) 1,1 kN/m² - konstrukcja powyżej 20 metrów.

(źródło: Kania A. i in.: *Zasady projektowania i wykonywanie zielonych dachów i żyjących ścian. Poradnik dla gmin*. Kraków 2013)

Ponadto projektowane zielone ściany powinny uwzględniać:

- orientację - uwzględniony powinien być kierunek światła i odległości instalacji od sąsiadujących budynków ze względu na zacienienie.
- wystawę:

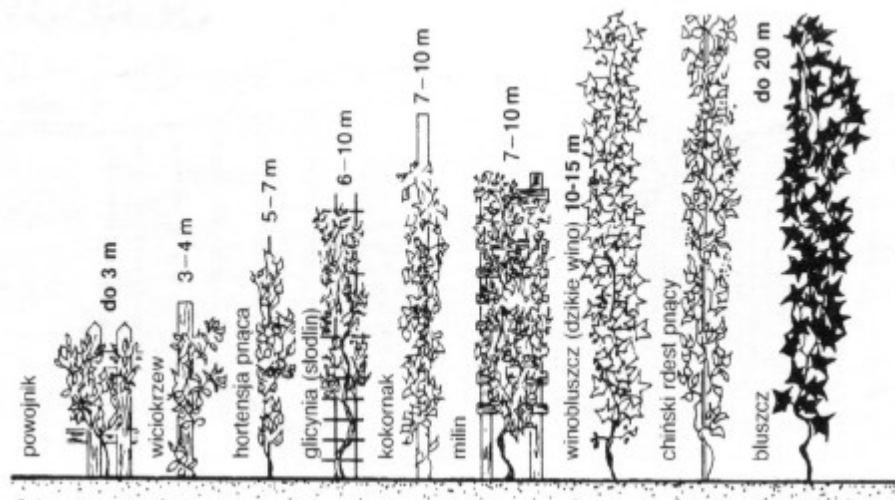
- południowa - przeznaczona dla roślin, które potrzebują dużej ilości światła i wysokiej temperatury. Gatunki roślin wykazywać powinny wysoką odporność na silne nasłonecznienie;
- północna - stanowisko półcieniste i cieniste. Środowisko przeznaczone dla roślin wymagających małego natężenia światła;
- zachodnia - widne stanowiska, dobre warunki świetlne popołudniu i ostre słońce. Przeznaczone dla roślin wymagających sporej ilości słońca i ciepła;
- wschodnia - stanowisko jasne, dobre warunki świetlne. Stanowiska przeznaczone dla roślin, które preferują łagodne warunki i jasne nasłonecznienie.
- dobór gatunkowy - wśród podstawowych kryteriów doboru gatunków należy wymienić:
 - tolerancja na nasłonecznienie i cień;
 - szybki wzrost - uzyskania szybkiego efektu estetycznego i stabilizacja ściany;
 - silne połączenie łodygi z systemem korzeniowym - dobre przewodzenie wody oraz składników pokarmowych;
 - wiązkowy system korzeniowy - zwiększone właściwości ssące i dobre utrzymanie w podłożu.
- wybór konstrukcji;
- substrat glebowy - mieszankę mineralno-organiczną. W skład części mineralnej wchodzi keramzyt, a w części organicznej torf niski i wysoki. Funkcją substratu jest potrzymanie korzeni roślin i utrzymanie roślin w przestrzeni oraz zachowanie wilgotności i wymaganej ilości składników pokarmowych;
- podłoże organiczne - stosowane są tu głównie substraty torfowe z domieszką włókna kokosowego;
- podłoże nieorganiczne - materiał podtrzymujący rośliny pochodzenia nieorganicznego np.: materiał geosyntetyczny;
- system nawadniania i nawożenia - celem systemu nawadniającego jest dostarczenie wody wraz ze składnikami pokarmowymi w sposób bezpośredni do systemu korzeniowego;

Dobór roślin pod zielone ściany zewnątrz powinien uwzględniać trudne warunki pogodowe. Rośliny wykazywać się powinny dużą i szybką adaptacją do zmieniających się warunków atmosferycznych. Podstawową cechą takich roślin jest duża mrozoodporność. Najczęściej wykorzystywanymi roślinami pod tworzenie zielonych ścian są pnącza. Wśród nich jest bluszcz pospolity (*Hedera helix*). Ponadto często używa się takie rośliny jak berberys zwyczajny (*Berberis vulgaris*), tawułę japońską (*Spiraea japonica*) czy irgę płoząca (*Irga dammera*).

Innymi przykładami roślin wykorzystywanych do nasadzenie w systemie zielonych ścian są:

- a) byliny:
 - Podagrycznik pospolity (*Aegopodium podagraria* 'Variegatum') - stanowiska słoneczne i półcieniste;
 - Bodziszek korzeniasty (*Geranium macrorrhizum*) - stanowisko słoneczne, półcieniste i cieniste;
 - Funkia ogrodowa 'Patriot' (*Hosta hybrida* 'Patriot') - stanowiska półcieniste i cieniste.
- b) trawy ozdobne:
 - Turzyca rzędowa pstra 'Variegeta' (*Carex siderosticha* 'Variegata') - stanowiska słoneczne, półcieniste i cieniste;

- Kostrzewa owcza 'Glauca' (*Festuca ovina* 'Glauca') - stanowiska słoneczne.
- c) krzewy:
- Irga Dammera 'Major' (*Cotoneaster dammeri* 'Major') - stanowiska słoneczne, półcieniste i cieniste;
 - Runianka japońska (*Pachysandra terminalis*) - stanowiska półcieniste i cieniste;
 - Tawuła japońska 'Japaness Dwarf' (*Spirea japonica* 'Japaness Dwarf') - stanowisko słoneczne.
- d) Pnącza (Neufert E. Podręcznik projektowania architektoniczno-budowlanego. Wyd. Arkady Wydanie II polskie. Łódź 2000):
1. Bluszcz pospolity (*Hedera helix*) - stanowiska zarówno zacienione jak i słoneczne, osiąga wysokość do 25 m,
 2. Milin amerykański (*Campsis radicans*) – stanowiska nasłonecznione, osiąga wysokość do 8 m,
 3. Rdest (*Polygonum aubertii* L.) – stanowiska słoneczne i zacienione, osiąga wysokość do 8 m,
 4. Hortensja pnąca (*Hydrangea petiolaris*) – stanowiska półcieniste, osiąga wysokość od 5 do 8 m,
 5. Róża pnąca – stanowiska nasłonecznione i półcieniste, osiąga wysokość do 5 m,
 6. Jaśmin nagokwiatowy (*Jasminum nudiflorum*) - stanowiska nasłonecznione i półcieniste, osiąga wysokość do 3 m,
 7. Kokornak (*Aristolochia* L.) – stanowiska półcieniste i cieniste, osiąga wysokość do 10 metrów,
 8. Podwójnik górski (*Clematis montana*) – stanowiska słoneczne i półcieniste, osiąga wysokość do 8 m,
 9. Winorośl właściwa (*Vitis vinifera* L.) – stanowiska słoneczne i półcieniste, osiąga wysokość do 10 m,
 10. Trzmielina pnąca (*Euonymus fortunei*) – stanowiska półcieniste i cieniste, osiąga wysokość 2 do 4 m.



Rysunek 54. Możliwa wysokość wzrostu różnych gatunków pnączy

Źródło: Podręcznik projektowania architektoniczno-budowlanego [Neufert E.]

Uśredniony koszt poszczególnych elementów zielonych ścian prezentuje się następująco:

- a) robocizna i transport - od 30 do 400 zł/m² - w zależności od zastosowanej technologii;
- b) konstrukcja - od 30 zł/m²;
- c) hydroizolacja - od ok. 20 zł/m²;
- d) drenaż - od ok. 40 zł/m²;
- e) panele roślinne (wraz z substratem oraz roślinami) – od ok. 230 -500 zł/m²;
- f) nasadzenia – od około 20 zł/m²;
- g) system nawadniania – od około 60 zł/m²;
- h) specjalistyczne doświetlenie roślin – od około 250 zł/m².

Przykładem konstrukcji takich ścian zainstalowanych w Polsce są zielone ściany na katowickim rynku. Jest to pierwsza zrealizowana na tak dużą skalę inwestycja w Polsce. Kolejnymi przykładami stosowania zielonych ścian jest port lotniczy w Gdańsku czy Infobox Gdynia.

Zielone ściany poza aspektami tworzenia mikroklimatu i oczyszczania powietrza, posiadają również istotny aspekt estetyczny. Często zakrywają betonowe czy stalowe konstrukcje, nie należące przecież do najładniejszych. Ponadto niewątpliwym walorem tego rodzaju ścian jest zwiększenie bioróżnorodności obszarów zurbanizowanych i oszczędności energii. Niestety są to konstrukcje drogie.

6.1.3 Ogrody deszczowe

Ogrody deszczowe swoim wyglądem prawie niczym nie różnią się od zwykłych ogrodów. Są to najczęściej nasadzenia roślinności w gruncie lub w pojemniku, których celem jest filtrowanie spływającej wody deszczowej. Stworzenie takich ogrodów nie wymaga specjalistycznej wiedzy ani profesjonalnego sprzętu. Funkcje jakie pełnią takie ogrody to nie tylko zagospodarowanie i oczyszczenie wody opadowej, ale także upiększenie miasta i otoczenia. Ponadto zwiększona zostaje ilość wody retencjonowanej i infiltrowanej do gruntu, utrzymany zostaje odpowiedni poziom wód powierzchniowych, powstają nowe siedliska życia zwierząt. Zastosowanie większej ilości takich elementów prowadzi do zapobiegania powodzi oraz chroni skarpy i zbocza strumieni i jezior przed erozją.

W ogrodzie deszczowym sadzone są rośliny hydrofitowe, których celem jest pobieranie wody przez kłęczka lub korzenie i zatrzymanie zanieczyszczeń np. metali ciężkich i związków białkowo-tłuszczowych. Najlepszym miejscem pod lokalizację takiego przedsięwzięcie są okolice miejsca odprowadzania deszczówki. Odpływ rury odprowadzającej, zlokalizowany powinien być na wysokości pojemnika z roślinami, a skrzynkę z roślinami należy zaś oddalić o minimum 30 cm od ściany budynku. W stosunku do powierzchni dachu budynku wielkość pojemnika z roślinami winna wynosić około 2 % powierzchni dachu.(źródło: <http://www.sendzimir.org.pl>)

Dobór gatunków roślin powinien przede wszystkim obejmować rośliny wywodzące się ze zbiorowisk, które można spotkać na danym terenie, należące do roślinności rzeczywistej lub potencjalnej. Rośliny te powinny wykazywać się odpornością na zalewanie i warunki jakie panują w obszarze miejskim. Odradza się stosowanie monokultur ze względu na dużą podatność na choroby i szkodniki. Właściwy dobór roślin oraz ich rozmieszczenie powinno zagwarantować optymalne warunki wzrostu.

Prace W. Matuszkiewicza (1982), Cz. Wysockiego i P. Sikorskiego (2000) zawierają wykaz zbiorowisk roślin rodzimych, które można zastosować do tworzenia takich instalacji. Do tych zbiorowisk zaliczają m.in.:

- 1) Niskoturzykowe torfowiska niskie i przejściowe należące do klasy Scheuchzerio Caricetae fuscae. Zbiorowisko zajmuje obszary podtapiane wodami gruntowymi i stale zabagnione. Wśród tej klasy istnieją trzy grupy fitocenz, które można wykorzystać do stworzenia takiej instalacji:
 - a. Rząd Caricetalia davallianae – żyzne niskoturzykowe torfowisko niskie:
 - Turzyce (*Carex L.*),
 - Wełnianki (*Eriophorum*),
 - Pierwiosnki (*Primula L.*),
 - Storzyczek błotny (*Orchis palustris Jacq.*).
 - b. Rząd Caricetalia fuscae – kwaśne mszysto-turzykowe torfowiska niskie i rzadziej przejściowe:
 - Trzciny (*Phragmites L.*),
 - Sita (*Juncus L.*),
 - Turzyce (*Carex L.*),
 - Fiołki błotne (*Viola palustris*),
 - Gwiazdnice błotne (*Stellaria palustris Retz.*).
 - c. Rząd Scheuchzerietalia **palustris** – kwaśne niskoturzykowe torfowiska przejściowe oraz fazy „dolinkowej” w kompleksie torfowisk wysokich (głównie turzyce i torfowce).
- 2) Naturalne i antropogeniczne trawiaste zbiorowiska łąk i muraw na podłożu mineralnym należące do klasy Molinio-Arrhenatheretea. W obrębie tej klasy wyróżnia się dwie grupy zbiorowisk zaliczonych do dwóch rzędów:
 - a. Arrhenatheretalia – niżowe i górskie antropogeniczne zbiorowiska użytków zielonych na żyznych świeżych glebach mineralnych bez śladów zabagnienia:
 - Stokrotki (*Bellis*),
 - Złocienie właściwe (*Leucanthemum vulgare Lam.*),
 - Barszcz zwyczajny (*Heracleum sphondylium L.*),
 - Koniczyny (*Trifolium L.*),
 - b. Molinietalia – reprezentuje głównie układy o charakterze antropogenicznym. Trwałe zbiorowiska lub przynajmniej okresowo wilgotne użytki zielone, głównie mezo- i eutroficznych łąk kośnych, oraz ziołorośli nadrzecznych:
 - Ostrożeńce (*Cirsium Mill.*),
 - Wiązówka błotna (*Filipendula ulmaria*),
 - Komonica (*Lotus L.*),
 - Pełnik (*Trollius L.*),
 - Sita (*Juncus L.*),
 - Przytulie (*Galium L.*).
- 3) Zbiorowiska z klasy Oxycocco-Sphagnetea. Najbardziej typowe dla deszczowych ogrodów. Zbiorowiska te wykształcają się w nieckowatych, bezodpływowych zagłębieniach, niemal wyłącznie zasilanych wodami opadowymi. Zbiorowisko krzewinkowo-torfowcowe torfowisk wysokich i mokrych wrzosowisk niekiedy z udziałem roślin drzewiastych na kwaśnych oligo- i dystroficznych siedliskach;
- 4) Zbiorowiska należące do klasy Artemisietea – nitrofilne zbiorowiska bylin na żyznych siedliskach ruderalnych oraz ziołorośli z pnączami nad brzegami zbiorników wodnych

należących do rzędu Convolvuletales z kieliszkiem zaroślowym i wilczomleczem błotnym;

- 5) Zbiorowiska leśne i zaroślowe należące do klas:
 - a. Alnetea glutinosae – mezotroficzne lasy olszowe lub zaroślowe wierzbowe z udziałem olszy czarnej (*Alnus glutinosa* Gaertn.) – praktycznie wszystkie zbiorowiska,
 - b. Salicetea purpureae, rząd Salicetalia purpureae – łągi wierzbowe topolowe i zarośla wierzb wąskolistnych z takimi gatunkami charakterystycznymi jak:
 - wierzba purpurowa (*Salix purpurea*),
 - wierzba krucha (*Salix fragilis*),
 - starzec błotny (*Senecio congestus*).
- 6) Klasa Quercetalia roboli-petraeae – lasy mieszane – kwaśne dąbrowy. Szczególnie związek Alno-Padion - łągi jesionowo-olszowe, wiązowo-jesionowe i wiązowo-jesionowe z bujnym, wielowarstwowym runem, często o charakterze ziołoroślowym.

(źródło: Kosmala M.: „Ogrody deszczowe” czyli ogrody retencjonujące wody opadowe – moda czy konieczność”)

W wielu krajach coraz bardziej powszechne staje się zbieranie, retencjonowanie i wykorzystanie wód opadowych. Wody te nie były wcześniej w żaden sposób wykorzystywane. Woda opadowa która spadała na zabetonowane, nieprzepuszczalne powierzchnie trafiała od razu do systemu kanalizacyjnego a stamtąd do rzek i morza. Zadaniem ogrodów deszczowych jest zmniejszenie ilości niewykorzystywanej w żaden sposób wody i jej oczyszczenie. Takie ogrody wspierają utrzymanie stałego poziomu wód gruntowych, zapewniając odpowiedni poziom wód w strumieniach i rzekach podczas susz, wpływają na poprawę estetyki miast i zmniejszają koszty związane z budową komunalnych sieci kanalizacyjnych.

6.1.4 Parki kieszonkowe

Mianem parków kieszonkowych nazywa się publicznie dostępne parki o niewielkich rozmiarach (maksymalnie 5000m²). Mini parki są tworzone na niewielkich skrawkach terenu (często pojedynczych działkach) pomiędzy działkami budowlanymi (zabudowanymi). Idea parków kieszonkowych zrodziła się w Stanach Zjednoczonych, jako próba wprowadzenia choćby niewielkiej ilości zieleni w terenach najbardziej zurbanizowanych.

Tego rodzaju parki najczęściej lokowane bywają w ścisłych centrach miast, mogą towarzyszyć pomnikom, instalacjom artystycznym, placom zabaw. Pozwalają na kontakt z zielenią, dostarczają tlenu, oczyszczają powietrze oraz stanowią cenne siedlisko dla ptaków i owadów w samym centrum miasta.

6.2 Niebieska infrastruktura

Niebieską infrastrukturą nazywamy elementy infrastruktury mające na celu zagospodarowanie wód i poprawę stosunków wodnych na terenie miast. W dużych aglomeracjach miejskich obecnie dominuje tzw. szara infrastruktura, w której przeważają konstrukcje betonowe, asfaltowe i stalowe.

Proces urbanizacji powoduje zmianę stosunków wodnych. Woda opadowa w miejscu powstania opadu nie znajduje miejsca infiltracji do podłoża co powoduje, że w momencie opadu deszczu coraz częściej dochodzi do podtopień.

Ponadto, rozbudowa niebieskiej infrastruktury może minimalizować efekty miejskiej wyspy ciepła i wpływ zmian klimatu. Poprzez łagodzenie mikroklimatu, zbiorniki wodne są w stanie wpływać na

zmniejszenie średniodobowych amplitud temperatur, minimalizują obecność letnich przymrozków, ponieważ woda w okresie letnim znacznie wolniej traci energię cieplną w stosunku do podłoża.

Niebieska infrastruktura bardzo często powiązana jest z zieloną infrastrukturą. Elementy zielonej infrastruktury powiązane z niebieską infrastrukturą to m.in. zielone dachy i ściany, nasadzenia drzew i krzewów na terenie miast.

Przez niebieską infrastrukturę rozumie się np. tworzenie, odtwarzanie lub renaturyzację kanałów, rzek znajdujących się na terenie miast, tworzenie zbiorników retencjonujących wody opadowe oraz tworzenie systemów magazynujących wody opadowe oraz tworzenie systemów dystrybucji wód opadowych w miejscach, w których obserwowane są deficyty wody.

Istotnym aspektem w funkcjonowaniu systemów wodnych na terenie miasta jest ich zacienianie przy użyciu drzew i krzewów, w celu ograniczenia transpiracji wody.

Sztandarowym przykładem niebieskiej inwestycji na terenie Polski jest zbiornik na rzece Sokołówce w Łodzi. W ramach zrealizowanej inwestycji powstały: zbiornik retencyjny, ze zwiększonym potencjałem samooczyszczenia, suchy ze strefą stałego przepływu oraz sedymentacyjny, a także zainstalowano system monitoringu online i sekwencyjny system sedymentacyjno-biofiltracyjny (SSBS). Planowane jest również utworzenie Parku Doliny Sokołówki z odrestaurowanym korytem rzek.

Urządzenia do infiltracji wód opadowych:

- Niecki chłonne,
- Zbiorniki chłonne,
- Studnie chłonne,
- Rowy:
 - Rowy chłonne,
 - Rowy trawiaste,
- Systemy retencji podziemnej połączone zielenią miejską.

6.2.1 Przepuszczające wodę asfalty i chodniki, pasy buforowe, wyprofilowane ulice, niecki, zbiorniki i studnie chłonne

Na terenach miejskich infiltracja wód ze względu na liczne konstrukcje betonowe, chodniki i asfalty jest ograniczona. W celu zwiększenia infiltracji wód opadowych stosuje się przepuszczalne chodniki i asfalty. Powierzchnie przepuszczalne lokalizuje się na podłożu umożliwiając dalsze wsiąkanie wody, np. na drenażu zbudowanym z naturalnego materiału (tłucznia, piasku, żwiru, kamieni) lub na skrzynkach infiltracyjnych. W przypadku luźniejszej zabudowy aby zwiększyć infiltracje wód opadowych stosuje się trawiaste pasy buforowe, które są najczęściej stosowane w pobliżu dróg. Konstrukcja tych „niebiesko-zielonych” obiektów polega na tym, iż są to powierzchnie lekko nachylone i porośnięte trawą, stymulujące powolny, poziomy i boczny spływ wód opadowych z przyległych terenów.

Kolejnym rozwiązaniem zwiększającym wsiąkanie wód deszczowych do gruntu są wyprofilowane ulice w połączeniu z zieloną infrastrukturą. Tereny zielonej infrastruktury znajdujące się wzdłuż ciągów komunikacyjnych, aby przechwytywały wody opadowe muszą być usytuowane poniżej poziomu nawierzchni dróg i chodników.

Z kolei niecki chłonne to obniżenia terenu porośnięte roślinnością o wysokim wskaźniku przenikania wody do gleby i małej prędkości przepływu (<0,15 m/s). Ze względu na skuteczne

oczyszczanie wody, urządzenia te stosowane są w celu podczyszczania wody, przed tym jak trafi ona do innych obiektów zielonej i błękitnej infrastruktury. Zbiorniki chłonne posiadają podobną charakterystykę działania co niecki chłonne, najczęściej stosowane są w pobliżu dróg i autostrad. Ten typ infrastruktury ekologicznej, w odróżnieniu od niecek chłonnych, stosowany jest do odwadniania powierzchni powyżej 1 ha.

Na terenach o gęstszej zabudowie stosowane są studnie chłonne. Jest to wypełniona materiałem infiltracyjnym i przykryta glebą, kamieniami lub innym pokryciem studnia, odbierająca wody z okolicznych powierzchni uszczelnionych. Może zajmować powierzchnię dziesiątek metrów kwadratowych, jednakże najczęściej jest ona niewielka (<4 m²), a jej głębokość nie przekracza 2 m. Wyłożenie dna studni geowłókniną oddziela przyległą glebę od materiału wypełniającego i zapobiega osuwaniu się gleby. Infiltracja następuje przez dno lub dno i boki studni.

6.2.2 Liniowe urządzenia infiltracyjne

Do liniowych urządzeń infiltracyjnych zaliczane są rowy chłonne i rowy trawiaste. Podobnie jak w przypadku studni infiltracyjnych wypełnia je materiał przepuszczalny, którego wierzchnią warstwę stanowi warstwa gleby porośnięta roślinami. Wody opadowe mogą trafiać bezpośrednio do gleby lub do perforowanej rury, która odprowadza wody opadowe w nadmiarze do tradycyjnego przelewu.

Częściej stosowaną alternatywą dla betonowych rowów są rowy trawiaste, które częściowo wspomagają proces infiltracji wód opadowych oraz odprowadzają wody opadowe dalej.

Zadrzewienia muldy i rigole (strumyki, ciek) to systemy stosowane na terenach o zwartej zabudowie integrujące retencję podziemną z wykorzystaniem roślinności drzewiastej. W tym rozwiązaniu często stosowane są systemy doprowadzające wody opadowe i rozsączające wodę w pobliżu układu korzeniowego drzew.

6.2.3 Urządzenia do powierzchniowej retencji wód

Urządzenia do powierzchniowej retencji wód opadowych to m.in. suche zbiorniki. Są to zbiorniki, które służą do magazynowania wód z większych obszarów w tym dróg i autostrad. Są to obszary częściowo wyłączone z użytkowania, ponieważ przez pewien okres służą jako zbiorniki retencyjne. Największą wartość posiadają zbiorniki o charakterze półnaturalnym, które urozmaicają krajobraz. Odmianą suchych zbiorników są zbiorniki retencyjne ze stałym przepływem. Są one najczęściej zlokalizowane na ciekach lub terenach podmokłych o głębokości 0,2 metra do 0,5 metra. W części takiego zbiornika woda znajduje się przez cały rok, natomiast w okresie intensywnych opadów zbiornik jest wypełniany całkowicie. Obiekty tego typu charakteryzują się wysoką zdolnością do usuwania zawieszin i metali ciężkich porównywalnych do hydrofitowych oczyszczalni ścieków. Zbiorniki retencyjne to rozwiązanie najczęściej stosowane w pobliżu korytarzy rzecznych. Tego typu zbiorniki zwiększają zdolność retencyjną doliny rzecznej oraz podnoszą wartość przyrodniczo - krajobrazową terenów miejskich.

6.2.4 Oczyszczalnie hydrofitowe i sekwencyjne systemy sedymentacyjno-biofiltracyjne

Oczyszczalnie hydrofitowe to najpopularniejsze urządzenia niebiesko-zielonej infrastruktury służące do oczyszczania wód, w tym wód opadowych. Obiekty te potrzebują powierzchni porośniętej hydromakrofitami, trwale nasyconej wodą przez, którą poprowadzony jest przepływ wód pochodzących bezpośrednio z opadów atmosferycznych oraz spływu powierzchniowego. Najczęściej są to systemy poziomego przepływu powierzchniowego o wydłużonym czasie retencji. Hydromakrofitę najczęściej stosowane w tego typu oczyszczalniach to trzcina pospolita, pałka szerokolistna, tatarak

zwyczajny, oczeret jeziorny i kosaciec żółty. W celu usprawnienia procesu oczyszczania do oczyszczalni mogą być dodane separatory wspomagające proces oczyszczania.

Sekwencyjne systemy sedymentacyjno-biofiltracyjne działają na podobnej zasadzie jak oczyszczalnie hydrofitowe. Tego typu infrastruktura ekologiczna realizowana jest w miejscu ujścia wód opadowych do cieku lub na samym cieku. W przypadku tego rozwiązania wykorzystywane są regulacje ekohydrograficzne. Budowa tych obiektów charakteryzuje się trzema strefami: intensywnej sedymentacji, intensywnych procesów biogeochemicznych i strefą biofiltracji. Strefy są od siebie odizolowane grubymi gabionami z grubego żwiru, które dodatkowo filtrują wodę.

6.2.5 Zbiorniki retencyjne

W poprawie gospodarki wodnej w mieście dużą rolę odgrywają zbiorniki retencyjne. Są to sztuczne zbiorniki, powstające na skutek przegrodzenia naturalnych rzek lub powstałe w bezpośrednim ich sąsiedztwie. Często też, zbiorniki takie zostają odtworzone w miejscach gdzie wcześniej istniały np. naturalne oczka wodne. Idea takich zbiorników opiera się na gromadzeniu wód deszczowych w miejscu, w którym one powstają, w okresie mokrym, aby móc z korzystać ze zmagazynowanej wody w okresie suszy.

W zależności od potrzeb przyległego obszaru wykorzystanie zbiornika może się różnić. Wśród funkcji zbiorników można wymienić: zbieranie wody na potrzeby ludności i przemysłu, hydroenergetykę, ochronę przeciwpowodziową, irygacja pobliskich terenów, rozwój turystyczny, rekreacyjny i sportowy.

Wśród pożądanых funkcji zbiornika można wymienić: strącanie nadmiaru szkodliwych substancji z wód spływających z drogi, opóźnienie i zmniejszenie odpływu wód w jednostce czasu, zgromadzenie wody do nawodnień gruntów, podniesienie walorów krajobrazowo-estetycznych.

Zbiorniki retencyjne z przeznaczeniem do gromadzenia wody deszczowej budowane są zazwyczaj na sieciach kanalizacji deszczowej choć czasem zdarzają się takie, które budowane są na sieciach kanalizacji ogólnospławnej. Dzięki wybudowaniu takiego zbiornika w sieci kanalizacji deszczowej projektowany przekrój poprzeczny kanałów może być zmniejszony, większa ilość ścieków deszczowych może zostać wprowadzona do odbiornika, likwidując lub ograniczając przez to potrzebę regulacyjną cieku. Wraz ze wzrostem powierzchni zlewni sieć kanalizacyjna może być w większym stopniu rozbudowywana.

Zbiornik retencyjny w zależności od potrzeby może posiadać w całości szczelne dno i ściany, opad atmosferyczny jest gromadzony bez rozsączania do gruntu. Odpływ w takim zbiorniku jest zmniejszony, a wody są odprowadzane stopniowo do innego odbiornika z zależności od potrzeb.

Przy realizacji planów budowy obiektów hydrotechnicznych należy brać pod uwagę obowiązujące standardy i możliwy negatywny wpływ na środowisko oraz czy przedsięwzięcie nie powoduje szkód na terenach należących do osób trzecich.

Przed przystąpieniem do prac projektowych należy uwzględnić:

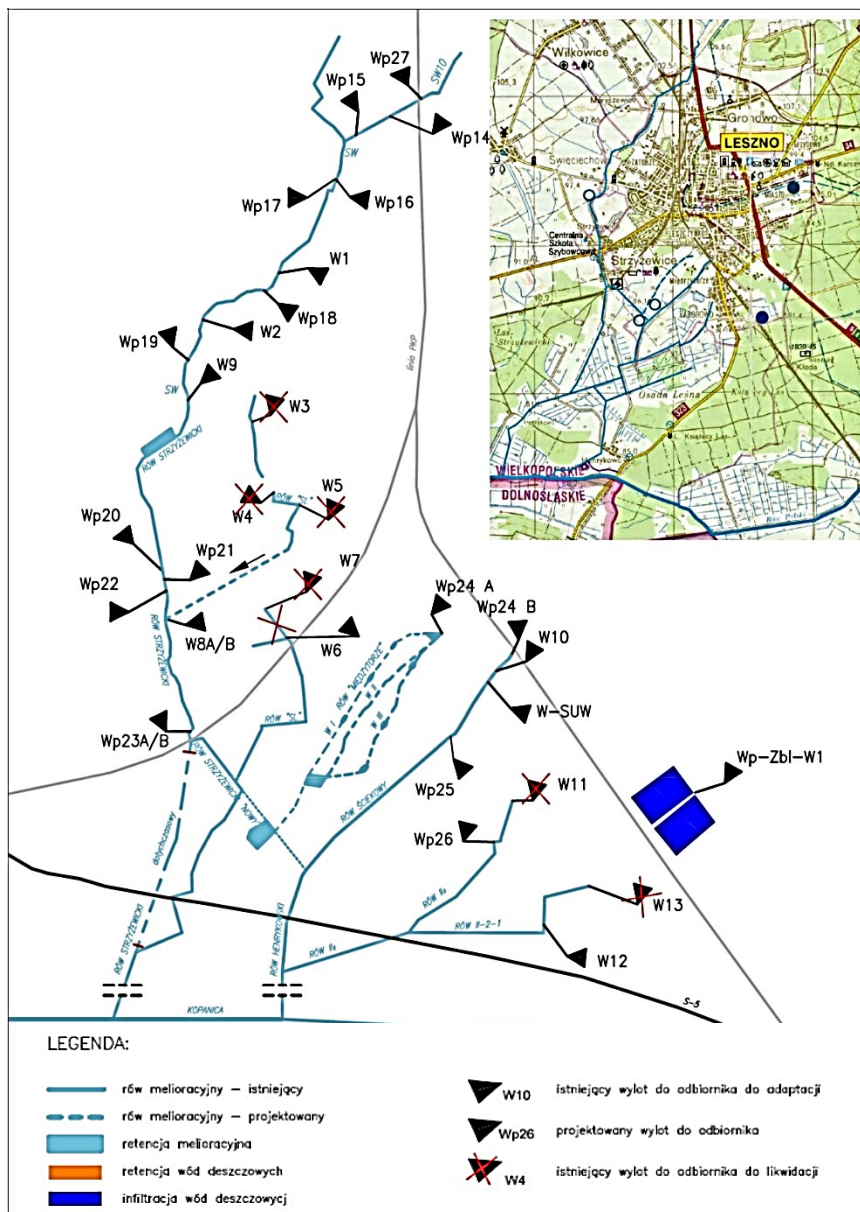
- wybór odpowiedniej lokalizacji;
- rozpoznanie budowy geologicznej;
- obliczenia hydrauliczne;
- prace pomiarowe;
- ocenę bilansu wodnego.

Ze względu na budowę zbiorników retencyjnych można je podzielić na otwarte i zamknięte. W zależności od uwarunkowań i potrzeb można posłużyć się jedną albo drugą konstrukcją.

6.2.6 Zagospodarowanie wód opadowych w mieście Leszno

Teren Miasta Leszna położony jest w zlewni rzeki Kopanicy (Rowu Polskiego). Rzeka Kopanica jest prawostronnym dopływem Rowu Śląskiego, położonego w zlewni rzeki Barycz w dorzeczu rzeki Odry. Pod względem administracyjnym całość zlewni położona jest na obszarze regionu wodnego Środkowej Odry, będącego w administracji Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej we Wrocławiu.

Sieć rzeczna ma charakter nizinny i cechuje się niewielkim spadkiem hydraulicznym. Układ sieci rzecznej ma ścisły związek z morfologią terenu w części południowej obszaru znajduje się dolina Rowu Polskiego, do której od strony północnej kierują się wszystkie ciek. Wysoczyznę morenową i sandr leszczyński odwadniają strumienie: Henrykowski, Święciechowski i Strzyżewicki, płynące w kierunku południowym na wysoczyźnie i w kierunku NE/SW w rejonie sandru leszczyńskiego.



Rysunek 55. Schemat cieków odwadniających Leszno

Źródło: Program ochrony środowiska dla miasta Leszna na lata 2015 – 2018 z perspektywą do 2022 r

Najważniejszymi ciekami odwadniającymi Leszno są: Rów Strzyżewicki, Rów „SW”, Rów Henrykowski (Ściekowy), Rów nr „II2”, Rów „SL”.

W większości miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego funkcjonują zapisy o odprowadzaniu wód opadowych do kanalizacji deszczowej. Tylko w niewielu planach jest mowa o zagospodarowaniu wód na własnym terenie. W nowszych planach zapisy dopuszczają alternatywnie kilka wariantów zagospodarowania wód opadowych i roztopowych. W czterech z obowiązujących 50 planów zagospodarowania przestrzennego nie ma wzmianki o zagospodarowaniu wód opadowych i kanalizacji deszczowej.

Tabela 34. Zapisy dotyczące zagospodarowania wód opadowych w obowiązujących mpzp

Zapisy w planach zagospodarowania przestrzennego	Ilość planów w których występują
(...) zagospodarowania wód opadowych i roztopowych na terenie, z dopuszczeniem odprowadzania ich do sieci kanalizacji deszczowej (...)	3
(...) w zakresie odprowadzenia wód opadowych lub roztopowych: <ul style="list-style-type: none"> – docelowo należy uwzględnić zapisy i rozstrzygnięcia wynikające z obowiązującego Programu zagospodarowania wód opadowych i rozwoju kanalizacji deszczowej dla miasta Leszno; – ustala się odprowadzanie wód opadowych lub roztopowych na własny teren nieutwardzony, do dołów chłonnych, zbiorników retencyjnych, rowów lub do sieci kanalizacji deszczowej; – ustala się lokalizację urządzeń podczyszczających ścieki w postaci wód opadowych i roztopowych z zanieczyszczonych powierzchni szczelnych, przed wprowadzeniem do wód lub do ziemi, zgodnie z przepisami odrębnymi; (...) 	17
(...) odprowadzenie wód opadowych z połąci dachowych w granicach nieruchomości należy realizować poprzez ich wprowadzanie do gruntu powierzchniowo lub z zastosowaniem dołów chłonnych bądź zbiorników retencyjnych, z pozostałych powierzchni w sposób jw. bądź poprzez wprowadzenie do miejskiej kanalizacji deszczowej (...)	7
(...) zakaz odprowadzanie wód opadowych lub roztopowych z określonych terenów do gruntu ze względu na lokalizację stref ochrony pośredniej ujęć wody lub ze względu na zasięg występowania Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 307 Sandr Leszno (...)	3
(...) odprowadzenie wód opadowych lub roztopowych z terenów komunikacji kołowej, placów manewrowych i innych określonych obowiązującymi przepisami może nastąpić do sieci kanalizacji deszczowej lub do gruntu po spełnieniu wymogów wynikających z przepisów odrębnych, w tym ewentualnej konieczności podczyszczenia ścieków do odpowiednich parametrów, w uzgodnieniu z właściwym zarządcą tej sieci (...)	9
(...) wody opadowe i roztopowe ujęte w szczelne, otwarte lub zamknięte systemy kanalizacyjne, pochodzące z zanieczyszczonej powierzchni szczelnej terenów składowych, baz transportowych, a także parkingów o powierzchni powyżej 0,1ha oraz z zanieczyszczonej powierzchni szczelnej obiektów magazynowania i dystrybucji paliw, wprowadzane do ziemi nie powinny zawierać substancji zanieczyszczających (zawiesin ogólnych i węglowodorów ropopochodnych) w ilościach większych niż określone w przepisach prawa (...)	5

Zapisy w planach zagospodarowania przestrzennego	Ilość planów w których występują
(...) tereny, na których może dojść do zanieczyszczenia substancjami ropopochodnymi lub chemicznymi należy utwardzić i skanalizować, zanieczyszczenia tam powstające winny być zneutralizowane przed ich odprowadzeniem do kanalizacji deszczowej poprzez zainstalowanie odpowiednich urządzeń dla separacji substancji ropopochodnych na terenie inwestora (...)	6
(...) wody deszczowe należy odprowadzać do miejskiej sieci kanalizacji deszczowej / ogólnospławnej, według technicznych warunków przyłączenia (...)	14
(...) odprowadzenie wód deszczowych i ścieków sanitarnych należy dokonać poprzez budowę systemu kanalizacyjnego, w obszarze linii rozgraniczających terenów dróg publicznych, z odprowadzeniem do sieci zbiorczej; do czasu realizacji systemu kanalizacji w granicach terenu objętego planem nie możliwa jest realizacja obiektów kubaturowych (...)	3

Źródło: Opracowanie własne

6.2.7 Podsumowanie

Intensyfikacja zjawisk ekstremalnych, które świadczą o zmianach klimatu, dotyka również miasta Leszna. W wyniku przeprowadzonych analiz wskazana jest rozbudowa i modernizacja systemu ujmowania i zagospodarowania wód opadowych.

Realizacja rozwiązań niebieskiej infrastruktury takich jak budowa zbiorników retencyjnych i modernizacja sieci odprowadzającej wody deszczowe będzie skutecznie minimalizowała negatywne skutki zmian klimatu, objawiające się m.in. gwałtownymi i intensywnymi opadami deszczu, a w konsekwencji podtopieniami obszarów zurbanizowanych.

Z punktu widzenia kształtowania stosunków wodnych i przywrócenia prawidłowego bilansu wodnego na terenie miasta wskazane jest retencjonowanie wód opadowych w miejscu ich powstawania. Przeznaczone do tego celu zbiorniki retencyjne, zatrzymują wodę na terenie miasta, co jednocześnie ma korzystny wpływ na właściwe kształtowanie mikroklimatu miasta i łagodzenie zmian klimatycznych.

Szczególnie istotnym planowanym zadaniem inwestycyjnym jest budowa tzw. Kolektora Wschód wraz ze zbiornikami infiltracyjnymi na obszarze strefy IDEA. Jego realizacja pozwoli na odciążenie istniejącego kolektora deszczowego uchodzącego do Rowu Ściekowego, obecnie bardzo przeciążonego, poprzez przejęcie wszystkich spływów z Obszaru Gronowo i obszaru Wschód. Szczególnie ważne będzie stworzenie dzięki temu warunków do dalszego rozwoju systemu kanalizacyjnego miasta. Do obecnego układu odprowadzania wód opadowych nie należy już podłączać bezpośrednio nowych terenów. Drugim elementem odciążającym istniejący w tym rejonie układ kanalizacyjny będzie realizacja zbiornika infiltracyjnego w rejonie ul. Unii Europejskiej. Wariantowo zbiornik ten może pełnić również funkcję retencyjną.

Realizacja inwestycji przedstawionych w Programie Zagospodarowania Wód Opadowych i Rozwoju Kanalizacji Deszczowej wpłynie korzystnie na adaptację miasta Leszno do zmian klimatycznych.

6.3 Analiza opcji adaptacji

Miasto Leszno posiada dość wysoki potencjał adaptacyjny, na który składają się zasoby instytucjonalne i ludzkie (świadoma kadra urzędnicza, służby miejskie) oraz zasoby infrastrukturalne

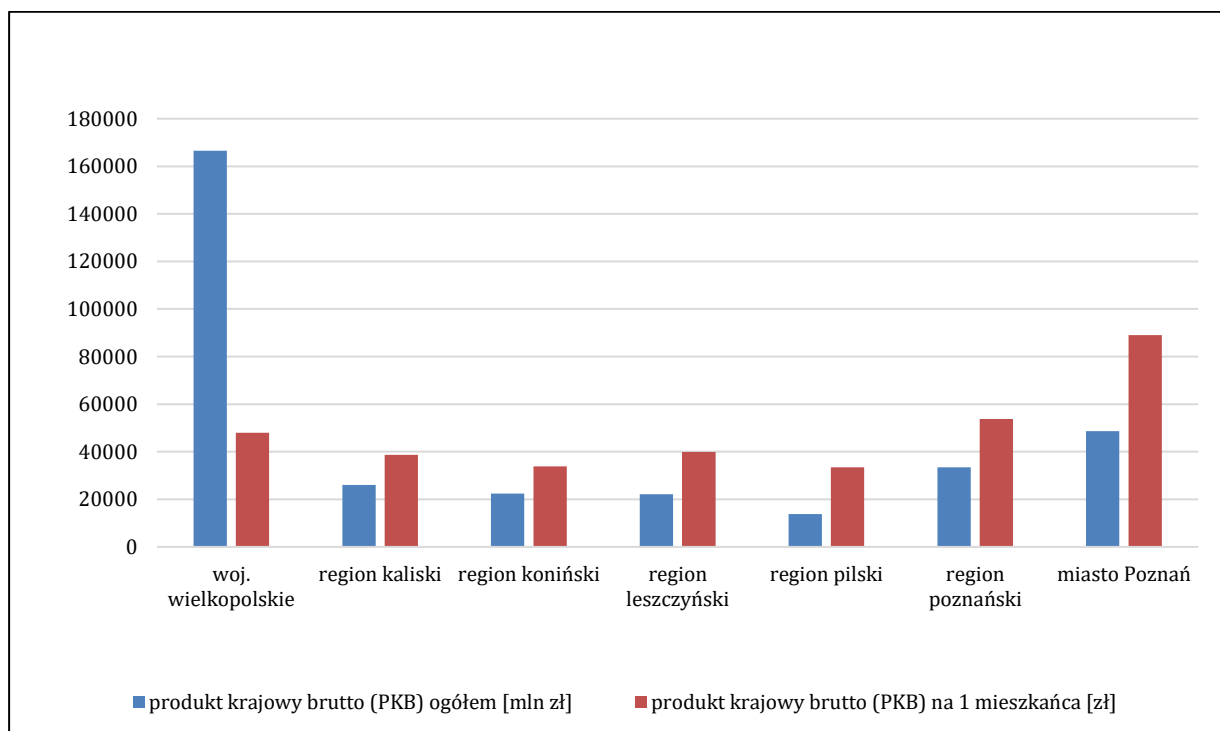
(środki techniczne jakimi dysponują służby ratownicze). W przypadku zasobów finansowych potencjał adaptacyjny można oceniać poprzez wskaźniki makroekonomiczne budżetu miasta.

Region leszczyński odznacza się wysokim produktem krajowym brutto w przeliczeniu na jednego mieszkańca - 39 919 zł.

Tabela 35. Dochody ogółem oraz własne dla wybranych jednostek administracyjnych

Jednostki administracyjne	Dochody [mln zł]		Dochody na 1 mieszkańca [zł]	
	Ogółem	Własne	Ogółem	Własne
Piła	291,28	173,46	3 930,84	2 340,84
Kalisz	535,42	269,10	5 219,82	2 623,42
Konin	438,54	227,76	5 800,28	3 012,41
Leszno	335,73	167,93	5 207,71	2 604,83
Poznań	3 252,91	2 127,84	6 006,55	3 929,08
Warszawa	14 722,23	11 033,23	8 417,92	6 308,61

Źródło: Bank Danych Lokalnych Głównego Urzędu Statystycznego, www.stat.gov.pl/bdl



Rysunek 56. Produkt krajowy brutto w regionach województwa wielkopolskiego

Źródło: Główny Urząd Statystyczny

W wyniku przeprowadzonych analiz i wywiadu środowiskowego oraz konsultacji z podmiotami zainteresowanymi wdrażaniem Miejskiego Planu Adaptacji dla miasta Leszno wyselekcjonowano następujące działania, które będą miały na celu adaptację miasta do zmian klimatu:

1. Budowa kolektora „wschodniego” kanalizacji deszczowej wraz ze zbiornikami retencyjno-infiltracyjnymi oraz przebudową sieci energetycznej kablowej.
2. Budowa zbiornika retencyjnego na sieci kanalizacji ogólnospławnej.
3. Rozbudowa systemu kanalizacji deszczowej wraz z budową zbiorników retencyjnych.
4. Regularne czyszczenie sieci kanalizacji deszczowej oraz rowów odprowadzających wody opadowe i roztopowe na zlecenie Urzędu Miasta Leszna.
5. Wdrożenie monitoringu sieci wodociągowej na terenie Miasta Leszna oraz Gminy Lipno.
6. Zwiększenie powierzchni terenów zielonych na terenie miasta poprzez realizację projektu: *Zielone Leszno - odbudowa ekosystemu miasta szansą na zdrowsze i bezpieczniejsze życie:*
 - a. Zagospodarowanie Al. J. Słowackiego wraz z przyległymi wałami fortyfikacyjnymi
 - b. Zagospodarowanie terenów zieleni w okolicy Stadionu żużlowego im. Alfreda Smoczyka zlokalizowanych przy ul. 17 Stycznia
 - c. Zagospodarowanie terenów zieleni przy ul. Kordeckiego
 - d. Zagospodarowanie Parku 1000-lecia
 - e. Odnowienie zieleni przyulicznej
7. Stosowanie doraźnych środków łagodzenia upałów – kurtyny wodne.
8. Izolacje pionowych ścian i osuszanie budynków komunalnych zbiorowego zamieszkania.
9. Działania mające na celu sezonowe zwiększenie powierzchni biologicznie czynnej – ustawianie donic z roślinnością na skwerach, placach, skrzyżowaniach.
10. Rozwój i budowa zielonych ścian i dachów.
11. Montaż klimatyzacji w pomieszczeniach budynków użyteczności publicznej.
12. Kompleksowa termomodernizacja budynków użyteczności publicznej (m.in. Wojewódzkiego Szpitala Zespołowego w Lesznie).
13. Realizacja pozostałych zadań inwestycyjnych wynikających z Programu zagospodarowania wód opadowych i rozwoju kanalizacji deszczowej dla miasta Leszna.
14. Program dotacji rozwoju małej retencji wodnej (dotacje do urządzeń retencyjnych budowanych przez osoby fizyczne i przedsiębiorstwa).
15. Rozwój ogrodów szkolnych i przedszkolnych (rozwój ogrodów ma na celu walor edukacyjny oraz zwiększenie powierzchni biologicznie czynnej).

6.3.1 Ocena opcji adaptacji

W celu wyselekcjonowania opcji, które zostaną skierowane do realizacji wykorzystano metodę odpowiedzi na pytania przedstawione w United Kingdom Climate Impacts Programme (UKCIP) Adaptation Wizard. (<http://www.ukcip.org.uk/wizard/>, dostęp: 20.08.2017).

Narzędzie to powstało aby wspomóc proces wdrażania adaptacji do zmian klimatycznych, a pytania będące podstawą oceny są następujące:

- **Skuteczność:** czy dane rozwiązanie umożliwi realizację ogólnego celu wskazanego w planie adaptacji do zmian klimatu?
- **Niezawodność:** czy dane rozwiązanie będzie niezawodne w obecnych warunkach klimatycznych oraz w innych prawdopodobnych zmienionych warunkach klimatycznych w przyszłości?
- **Działanie uboczne:** rozwiązanie nie powinno mieć negatywnego wpływu na inne obszary ani słabsze grupy społeczne.
- **Czas/okres realizacji:** czy dane działanie może zostać faktycznie wdrożone i w jakich ramach czasowych?
- **Termin rozpoczęcia:** jak szybko można wdrożyć dane rozwiązanie?
- **Elastyczność:** czy dane rozwiązanie jest dostatecznie elastyczne, by sprawdziło się również w przyszłości?
- **Zrównoważony charakter:** czy dane rozwiązanie spełnia zasady zrównoważonego rozwoju, w tym przyczynia się do oszczędnego gospodarowania zasobami?
- **Efektywność:** czy korzyści płynące z działań przewyższają ich koszty?
- **Koszt:** czy w danym rozwiązaniu uwzględniono nie tylko koszty ekonomiczne, ale również koszty społeczne i środowiskowe?
- **Synergia:** czy dane rozwiązanie adaptacyjne ograniczy również inne zagrożenia oprócz zagrożeń klimatycznych, przyczyniając się do osiągnięcia pozostałych celów wskazanych w planie?
- **Efekty:** w jakim okresie należy spodziewać się efektów wdrożenia rozwiązania?

Poniższa tabela przedstawia ocenę adaptacji do zmian klimatycznych za pomocą odpowiedzi na pytania przedstawione w UKCIP Adaptation Wizard.

Tabela 36. Ocena zaproponowanych opcji adaptacji do zmian klimatycznych

Pytania	Opcje														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Czy dane rozwiązanie umożliwia realizację ogólnego celu adaptacji do zmiany klimatu?	TAK	TAK	TAK	NIE	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK
Czy dane rozwiązanie będzie niezawodne w obecnych warunkach klimatycznych oraz w innych prawdopodobnych zmienionych warunkach klimatycznych w przyszłości?	TAK	TAK	TAK	NIE	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK
Czy rozwiązanie nie powinno mieć negatywnego wpływu na inne obszary ani słabsze grupy społeczne?	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK
Czy dane działanie może zostać faktycznie wdrożone?	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK
Czy znane są ramy czasowe wdrożenia?	TAK	TAK	NIE	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	NIE	TAK	TAK	TAK
Czy dane rozwiązanie może być wdrożone w krótkim czasie?	TAK	TAK	NIE	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	NIE	TAK	TAK
Czy dane rozwiązanie jest dostatecznie elastyczne, by sprawdziło się również w przyszłości?	TAK	TAK	TAK	NIE	TAK	TAK	TAK	NIE	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK
Czy dane rozwiązanie spełnia zasady zrównoważonego rozwoju, w tym przyczynia się do oszczędnego gospodarowania zasobami?	TAK	TAK	TAK	NIE	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	NIE	TAK	TAK	TAK	TAK
Czy korzyści płynące z działań przewyższają ich koszty?	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	NIE*	NIE*	NIE*	NIE*

Pytania	Opcje														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Czy w danym rozwiązaniu uwzględniono nie tylko koszty ekonomiczne, ale również koszty społeczne i środowiskowe?	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	NIE*	NIE*	NIE*	NIE*
Czy dane rozwiązanie adaptacyjne ograniczy również inne zagrożenia oprócz zagrożeń klimatycznych, przyczyniając się do osiągnięcia innych celów?	TAK	TAK	TAK	NIE	TAK	TAK	TAK	TAK	NIE	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK
W jakim okresie należy spodziewać się efektów wdrożenia rozwiązania?	2017-2020	2018-2020	-	Co roku	2018-2019	2017-2018	2017-2018	2017-2020	2017	2018-2019	2017-2018	Brak danych	2017-2035	2018-2020	2018-2020

* Nieznany jest koszt planowanej inwestycji

Ocena opcji obejmujących działania inwestycyjne (projekty) powinna być oparta na analizie kosztów i korzyści (AKK) (cost-benefit analysis). Jednakże, niezależnie od typu i rozmiaru projektu, podczas przeprowadzania AKK dla projektów zakładających stosowanie środków adaptacyjnych do zmian klimatycznych należy uwzględniać czynnik ryzyka. Poniższa tabela przedstawia ocenę opcji adaptacji na podstawie analizy kosztów i korzyści (AKK).

Tabela 37. Ocena opcji adaptacji na podstawie analizy kosztów i korzyści

Opcja	Nazwa opcji	Koszty wynikające z realizacji opcji [PLN]	Szacunkowe zmniejszenie poziomu wrażliwości [%]	Czas potrzebny na osiągnięcie wymaganego celu adaptacyjnego	Źródło finansowania	Ewentualny efekt niepożądany
1	Budowa kolektora „wschodniego” kanalizacji deszczowej wraz ze zbiornikami retencyjno-infiltracyjnymi oraz przebudową sieci energetycznej kablowej	35 000 000,00	25	3 lata	Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko	brak
2	Budowa zbiornika retencyjnego na sieci kanalizacji ogólnospławnej	4 000 000,00	10	2 lata	Środki własne Miejskiego Zarządu Dróg i Inwestycji, WFOŚiGW	brak
3	Rozbudowa systemu kanalizacji deszczowej wraz z budową zbiorników retencyjnych	Brak danych	15	Brak danych	Urząd Miasta Leszna	brak
4	Regularne czyszczenie sieci kanalizacji deszczowej oraz rowów odprowadzających wody opadowe i roztopowe na zlecenie Urzędu Miasta Leszna	532 000,00	5	Kilka miesięcy zadanie cykliczne	Urząd Miasta Leszna	brak
5	Wdrożenie monitoringu sieci wodociągowej na terenie Miasta Leszna oraz Gminy Lipno	800 000,00	3	2 lata	budżet MPWiK oraz dofinansowanie zewnętrzne	brak
6	Zwiększenie powierzchni terenów	5 115 842,69	3	2 lata	Program Operacyjny	brak

Opcja	Nazwa opcji	Koszty wynikające z realizacji opcji [PLN]	Szacunkowe zmniejszenie poziomu wrażliwości [%]	Czas potrzebny na osiągnięcie wymaganego celu adaptacyjnego	Źródło finansowania	Ewentualny efekt niepożądany
	zielonych na terenie miasta poprzez realizację projektu: <i>Zielone Leszno - odbudowa ekosystemu miasta szansą na zdrowsze i bezpieczniejsze życie</i>				Infrastruktura i Środowisko środki własne Urzędu Miasta Leszno	
7	Stosowanie doraźnych środków łagodzenia upałów – kurtyny wodne	100 000,00	0,5	zadanie cykliczne	Budżet MPWiK	brak
8	Izolacje pionowe ścian i osuszanie budynków komunalnych zbiorowego zamieszkania	70 000,00	0,5	2 lata	Środki własne Miejskiego Zakładu Budynków Komunalnych	brak
9	Działania mające na celu sezonowe zwiększenie powierzchni biologicznie czynnej – ustawianie donic z roślinnością na skwerach, placach, skrzyżowaniach	9 660,00	0,1	1 rok	Urząd Miasta Leszno	brak
10	Rozwój i budowa zielonych ścian i dachów	Brak danych	4	2 lata	Urząd Miasta Leszno	brak
11	Montaż klimatyzacji w pomieszczeniach budynków użyteczności publicznej (m.in. Powiatowego Inspektoratu nadzoru Budowlanego)	od 5 000,00 za sztukę	0,1	1 rok	Środki własne administratorka obiektu	brak
12	Kompleksowa termomodernizacja budynków użyteczności publicznej (m.in. Wojewódzkiego	Brak danych	0,1	Brak danych	Środki własne Wojewódzkiego Szpitala Zespólnego w Lesznie	brak

Opcja	Nazwa opcji	Koszty wynikające z realizacji opcji [PLN]	Szacunkowe zmniejszenie poziomu wrażliwości [%]	Czas potrzebny na osiągnięcie wymaganego celu adaptacyjnego	Źródło finansowania	Ewentualny efekt niepożądany
	Szpitala Zespołonego w Lesznie)					
13	Realizacja zadań inwestycyjnych wynikających z Programu zagospodarowania wód opadowych i rozwoju kanalizacji deszczowej dla miasta Leszna	Brak danych	20	28 lat	Urząd Miasta Leszno i środki zewnętrzne	Brak
14	Program dotacji rozwoju małej retencji wodnej	Brak danych	5	5 lat	Urząd Miasta Leszno i środki zewnętrzne	Brak
15	Rozwój ogrodów szkolnych i przedszkolnych	Brak danych	0,1	2 lata	Urząd Miasta Leszno i środki zewnętrzne	Brak

6.3.2 Wybór opcji adaptacji

Wszystkie z opcji adaptacji do zmian klimatu w Lesznie mają szanse na realizację, część z przedstawionych inwestycji jest już w trakcie lub jest przygotowana do realizacji.

Szczególnie ważna wydaje się być realizacja zadań inwestycyjnych wynikających z „Programu zagospodarowania wód opadowych i rozwoju kanalizacji deszczowej dla miasta Leszna” oraz budowa zbiorników retencyjnych na terenie miasta.

Wskazane jest poszukiwanie środków zewnętrznych na realizację omawianych inwestycji w gospodarce wodnej, gdyż mają one wysoki potencjał adaptacyjny i są w stanie w znacznym stopniu, w krótkim czasie zmniejszyć zagrożenie podtopieniami powodowanymi przez gwałtowne opady atmosferyczne.

Budowa kolektora „wschodniego” kanalizacji deszczowej wraz ze zbiornikami retencyjno-infiltracyjnymi oraz przebudową sieci energetycznej kablowej to strategiczna inwestycja z punktu widzenia adaptacji do zmian klimatu przez miasto Leszno. Inwestycja ta pozwoli na znaczną poprawę w gospodarowaniu wodami opadowymi oraz wyeliminuje ryzyko podtopień dla znacznego obszaru miasta.

Inwestycją wspomagającą proces retencjonowania wód na terenie miasta Leszno będzie budowa zbiornika retencyjnego na sieci kanalizacji ogólnospławnej. Podobnie jak w przypadku pozostałych inwestycji znane są ramy czasowe realizacji inwestycji oraz źródło finansowania.

W planie ponadto zostały przewidziane rozwiązania mające na celu wypracowanie strategii rozbudowy systemu kanalizacji deszczowej wraz z budową kolejnych zbiorników retencyjnych. Coroczne czyszczenie sieci kanalizacji deszczowej oraz rowów na zlecenie Urzędu Miasta Leszno ma

minimalizować skutki niedrożności systemu oraz utrzymać wysoką funkcjonalność i sprawność systemu.

Istotnymi inwestycjami z zakresu zielonej infrastruktury jest plan wykonania zielonych ścian na terenie miasta. Zadanie to będzie realizowane z budżetu miasta Leszna. Ponadto planuje się zakup donic z roślinami, które poprawią estetykę miejskiego krajobrazu oraz zwiększą dostępność zieleni dla mieszkańców.

Inwestycją, która ma poprawić stan czystości powietrza na terenie miasta oraz zmniejszyć emisje gazów do atmosfery jest planowany zakup elektrycznych autobusów, które mają na celu usprawnić komunikację miejską.

Mniejsze inwestycje planowane w ramach MPA to montaż klimatyzacji w budynku Powiatowego Inspektoratu Nadzoru Budowlanego oraz izolacje pionowe ścian i osuszanie budynków.

W poniższej tabeli przedstawiono harmonogram proponowanych inwestycji w ramach MPA dla miasta Leszna.

Tabela 38. Harmonogram rzeczowo-finansowy planowanych działań adaptacyjnych w mieście Leszno

L.p.	Nazwa zadania/ przedsięwzięcia	Jednostka odpowiedzialna za realizację	Termin realizacji	Koszty realizacji	Źródło finansowania
1.	Budowa kolektora „wschodniego” kanalizacji deszczowej wraz ze zbiornikami retencyjno-infiltracyjnymi oraz przebudową sieci energetycznej kablowej	Urzędu Miasta Leszna (Biuro Projektów Współfinansowa-nych)	do 2020 roku	ok. 35 000 000,00	Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko
2.	Budowa zbiornika retencyjnego na sieci kanalizacji ogólnospławnej	Urząd Miasta Leszna (Miejski Zarząd Dróg i Inwestycji)	2018-2020	4 000 000,00	Środki własne oraz Wielkopolski Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej
3.	Rozbudowa systemu kanalizacji deszczowej wraz z budową zbiorników retencyjnych	Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. Urząd Miasta Leszno	brak danych	brak danych	Urząd Miasta Leszna
4.	Regularne czyszczenie sieci kanalizacji deszczowej oraz rowów odprowadzających wody opadowe i roztopowe na zlecenie Urzędu Miasta Leszna	Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o.	2017 (co roku przetarg ogłaszany przez Urząd Miasta Leszna)	532 000,00	Urząd Miasta Leszna

L.p.	Nazwa zadania/ przedsięwzięcia	Jednostka odpowiedzialna za realizację	Termin realizacji	Koszty realizacji	Źródło finansowania
5.	Wdrożenie monitoringu sieci wodociągowej na terenie Miasta Leszna oraz Gminy Lipno	Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o.	2018-2019	800 000,00	budżet MPWiK oraz dofinansowanie zewnętrzne
6.	Zwiększenie powierzchni terenów zielonych na terenie miasta poprzez realizację projektu: <i>Zielone Leszno - odbudowa ekosystemu miasta szansą na zdrowsze i bezpieczniejsze życie</i>	Urząd Miasta Leszno	2017-2018	5 115 842,69	Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko środki własne Urzędu Miasta Leszno
7.	Stosowanie doraźnych środków łagodzenia upałów – kurtyny wodne	Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o.	Zadanie cykliczne	ok. 100 000,00	Budżet MPWiK
8.	Izolacje pionowe ścian i osuszanie budynków komunalnych zbiorowego zamieszkania	Urząd Miasta Leszno (Miejski Zakład Budynków Komunalnych)	2020	70 000,00	Środki własne
9.	Działania mające na celu sezonowe zwiększenie powierzchni biologicznie czynnej – ustawianie donic z roślinnością na skwerach, placach, skrzyżowaniach	Urząd Miasta Leszno (Miejski Zakład Zieleni)	Zadanie cykliczne	9 660,00	Urząd Miasta Leszno
10.	Rozwój i budowa zielonych ścian i dachów	Urząd Miasta Leszno (Miejski Zakład Zieleni)	2018-2019	1 500,00 - 3 000,00 za 1m ²	Urząd Miasta Leszno, inwestorzy prywatni
11.	Montaż klimatyzacji w pomieszczeniach budynków użyteczności publicznej (m.in. Powiatowego Inspektoratu nadzoru Budowlanego)	Urząd Miasta Leszno (m.in. Powiatowy Inspektorat Nadzoru Budowlanego)	2017-2018	Od 5 000,00 za sztukę	Środki własne
12.	Kompleksowa termomodernizacja budynków użyteczności publicznej (m.in. Wojewódzkiego Szpitala Zespołonego w Lesznie)	Wojewódzki Szpital Zespołony w Lesznie	brak danych	brak danych	Środki własne, środki zewnętrzne

L.p.	Nazwa zadania/ przedsięwzięcia	Jednostka odpowiedzialna za realizację	Termin realizacji	Koszty realizacji	Źródło finansowania
13.	Realizacja zadań inwestycyjnych wynikających z Programu zagospodarowania wód opadowych i rozwoju kanalizacji deszczowej dla miasta Leszna	Urząd Miasta Leszna	do 2035	brak danych	Środki własne, środki zewnętrzne
14.	Program dotacji rozwoju małej retencji wodnej	Urząd Miasta Leszna	Zadanie cykliczne	brak danych	Środki własne, środki zewnętrzne
15.	Rozwój ogrodów szkolnych i przedszkolnych	Urząd Miasta Leszna	Zadanie cykliczne	brak danych	Środki własne, środki zewnętrzne

Powyższy harmonogram nie wyklucza realizacji innych zadań, mających pośredni lub bezpośredni wpływ na adaptację miasta do zmian klimatu i przeciwdziałanie skutkom zmian klimatycznych, w tym m.in. zadań przewidzianych w innych dokumentach strategicznych miasta takich jak:

- Plan gospodarki niskoemisyjnej wraz z elementami planu mobilności miejskiej dla miasta Leszna;
- Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla miasta Leszna na lata 2014-2020;
- Program Ochrony Środowiska dla miasta Leszna na lata 2015-2018 z perspektywą do 2022 roku;
- Program Zagospodarowania Wód Opadowych i Rozwoju Kanalizacji Deszczowej dla miasta Leszna

Poza działaniami inwestycyjnymi istotna jest również edukacja społeczeństwa na temat zagrożeń wynikających ze zmian klimatu oraz konieczności działań adaptacyjnych.

7 Korzyści dla miasta płynące z adaptacji

Zbudowanie zdolności adaptacyjnych miasta w stosunku do następujących zmian klimatycznych może przynieść w przyszłości wymierne korzyści zarówno dla samorządu jak również mieszkańców miasta. W ostatecznym rozrachunku korzyści należy również uwzględnić koszt unikniętych strat jakie powstałyby w przypadku zaniechania działań adaptacyjnych. Oczywiście wielkość korzyści związanych z adaptacją ściśle zależy od tego, który ze scenariuszy przyszłych zmian klimatycznych się sprawdzi. Największe korzyści wystąpią w przypadku scenariusza zmian w kierunku największych wzrostów temperatury i najmniejszych opadów atmosferycznych (scenariusz najbardziej suchy). W takim przypadku korzyści z działań adaptacyjnych mogą sięgnąć nawet 1 % PKB miasta. W literaturze przedmiotu mówi się o wskaźniku korzyści wynoszącym czterokrotność kosztów poniesionych na adaptację.

Korzyści w wyniku wdrożenia działań adaptacyjnych:

- Brak lub redukcja szkód i strat spowodowanych zmianami klimatu (ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi),
- Mniejsza śmiertelność mieszkańców spowodowana falami upałów,
- Mniejsza utrata bioróżnorodności spowodowana lepszym funkcjonowaniem zielono-niebieskiej infrastruktury.

8 Wdrażanie MPA

8.1 Podmiot odpowiedzialny za wdrażanie

Miejski Plan Adaptacji do zmian klimatu dla miasta Leszno wchodzi do realizacji na podstawie uchwały Rady Miasta.

Efektywne wdrożenie i zarządzanie niniejszym Planem wymaga dużego zaangażowania administracji samorządowej, a także współpracy pomiędzy wszystkimi instytucjami włączonymi w zagadnienia adaptacji do zmian klimatu.

Za realizację MPA odpowiedzialne są władze miasta, które powinny wyznaczyć koordynatora wdrażania planu. Taką rolę, w imieniu Prezydenta, pełni Wydział Ochrony Środowiska odpowiedzialny za ochronę środowiska. Koordynator będzie współpracował ściśle z Prezydentem Miasta i Radą Miasta, Wydziałem Architektury, Planowania Przestrzennego i Budownictwa przedstawiając okresowe sprawozdania z realizacji planu.

Plan będzie wdrażany przy udziale wielu partnerów, wśród których należy wymienić: poszczególne referaty Urzędu Miasta, zakłady przemysłowe i podmioty gospodarcze, Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o., instytucje kontrolujące (WIOŚ), mieszkańcy, organizacje pozarządowe, i inni. Wszystkie jednostki będą musiały ze sobą współpracować poprzez stałą wymianę informacji i wiedzy. Jednocześnie każdy z partnerów powinien być informowany o postępach we wdrażaniu Planu. W celu usprawnienia tych działań zaleca się opracować harmonogram spotkań partnerów uczestniczących we wdrażaniu Planu.

Bardzo ważna jest również współpraca z sąsiednimi Gminami, bowiem zagrożenia ze strony ekstremalnych zjawisk pogodowych nie mają granic administracyjnych. Działania adaptacyjne oraz przeciwdziałania skutkom klęsk naturalnych muszą być koordynowane na poziomie ponadlokalnym.

8.2 Potencjalne źródła finansowania

W Komunikacie Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów „Budżet z perspektywy «Europy 2020»” (2011 r.) Komisja zwróciła uwagę, że jej ambicją dla założeń nowego budżetu UE jest wydatkowanie środków koncentrując się na realizacji strategii „Europa 2020”. W dokumencie założono, że budżet powinien uwzględniać przekrojowe priorytety polityki, takie jak ochrona środowiska oraz przeciwdziałanie zmianom klimatu, jako integralne elementy wszystkich głównych instrumentów i interwencji.

UE stara się osiągnąć cele wyznaczone w dziedzinie klimatu, udzielając wsparcia finansowego i przyjmując odpowiednie przepisy prawne. W związku z tym zakłada się, że co najmniej 20 proc. unijnego budżetu na lata 2014-2020 ma zostać przeznaczony na działania w dziedzinie klimatu (Konkluzje Rady Europejskiej z 7-8 lutego 2013 r. *Wieloletnie Ramy Finansowe*). W rozporządzeniu ogólnym dla funduszy unijnych (Rozporządzenie Wykonawcze Komisji nr 215/2014 z dnia 7 marca 2014 r.), wyodrębniono Cel tematyczny 5, właściwy dla działań adaptacyjnych, tj. „Promowanie dostosowania do zmian klimatu, zapobiegania ryzyku i zarządzania ryzykiem.” Szczegółowy zakres finansowania adaptacji ze środków UE, w tym alokacje finansowe, zostały określone w programach operacyjnych na poziomie krajowym oraz regionalnym.

Działania adaptacyjne będą finansowane z różnych źródeł, tzn. zarówno krajowych, jak i zagranicznych (w szczególności UE) oraz ze środków prywatnych. Potencjalne źródła finansowania działań z zakresu adaptacji do zmian klimatu stanowią:

- Program LIFE,
- „Horyzont 2020”,
- Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko,
- Program Rozwoju Obszarów Wiejskich,
- Wielkopolski Regionalny Program Operacyjny,
- Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej,
- Europejski Bank Inwestycyjny,
- Banki komercyjne, fundacje, fundusze inwestycyjne,
- budżet miasta Leszna.

8.2.1 Program LIFE

Program LIFE to jedyny instrument finansowy Unii Europejskiej poświęcony wyłącznie współfinansowaniu projektów z dziedziny ochrony środowiska i klimatu. Jego głównym celem jest wspieranie procesu wdrażania wspólnotowego prawa ochrony środowiska, realizacja unijnej polityki w tym zakresie, a także identyfikacja i promocja nowych rozwiązań dla problemów dotyczących środowiska w tym przyrody.

Beneficjentem Programu LIFE może być każdy podmiot (jednostki, podmioty i instytucje publiczne lub prywatne) zarejestrowany na terenie państwa należącego do UE. Z łącznego budżetu w wysokości 3,46 mld Euro, który został przewidziany na finansowanie Programu LIFE, na wdrażanie podprogramu działań na rzecz klimatu przeznaczono 0,86 mld Euro.

W ramach podprogramu działań na rzecz klimatu określone zostały trzy obszary priorytetowe:

- 1) Łagodzenie skutków zmiany klimatu, którego przedmiotem jest ograniczanie zmian klimatu poprzez redukcję emisji gazów cieplarnianych, przyczyniając się do wdrażania oraz rozwoju odpowiednich polityk i przepisów, rozwój bazy wiedzy, opracowywanie zintegrowanych rozwiązań, a także wspieranie rozwoju i demonstracyjnego wdrażania innowacyjnych technologii, systemów, metod i instrumentów służących ograniczaniu zmian klimatu.
- 2) Dostosowywanie się do skutków zmiany klimatu – przedmiotem obszaru jest wspieranie wysiłków podejmowanych w zakresie zwiększenia odporności na zmiany klimatu, w szczególności poprzez przyczynianie się do wdrażania oraz rozwoju odpowiednich polityk i przepisów, rozwój bazy wiedzy, opracowywanie zintegrowanych rozwiązań, a także wspieranie rozwoju i prezentacja innowacyjnych technologii, systemów, metod oraz instrumentów służących dostosowywaniu się do skutków zmiany klimatu.
- 3) Zarządzanie i informacja w zakresie klimatu – przedmiotem obszaru są działania na rzecz zwiększania poziomu świadomości zagadnień dotyczących klimatu, wspieranie komunikacji, zarządzania i rozpowszechniania informacji w dziedzinie klimatu, a także promowanie bardziej efektywnego osiągnięcia zgodności z obowiązującymi przepisami dotyczącymi klimatu oraz działania na rzecz lepszego zarządzania klimatem przez zwiększanie zaangażowania zainteresowanych podmiotów.

Program LIFE realizowany jest poprzez następujące rodzaje projektów:

- Projekty dotyczące najlepszych praktyk - oznaczają projekty, które stosują odpowiednie, efektywne pod względem kosztów i nowoczesne techniki, metody i podejścia, przy uwzględnieniu specyficznego kontekstu danego projektu;
- Projekty demonstracyjne oznaczają projekty polegające na zastosowaniu w praktyce, testowaniu, ocenie i rozpowszechnianiu działań, metodyk lub podejść, które są nowe lub nieznanne w określonym kontekście projektu, takim jak kontekst geograficzny, ekologiczny, społeczno-ekonomiczny, a które mogłyby być zastosowane w innym miejscu, w podobnych okolicznościach;
- Projekty pilotażowe oznaczają projekty, w których zastosowana zostaje technika lub metoda nigdzie wcześniej niestosowana lub nietestowana, zapewniająca potencjalne korzyści dla środowiska lub klimatu w porównaniu z istniejącymi najlepszymi praktykami i która może zostać następnie zastosowana w podobnych sytuacjach na szerszą skalę;
- Projekty informacyjne, dotyczące zwiększenia świadomości i rozpowszechniania informacji mają na celu wspieranie komunikacji, rozpowszechniania informacji oraz podnoszenia poziomu świadomości społecznej w odniesieniu do działań na rzecz środowiska i klimatu.

W przypadku pierwszych czterech rodzajów projektów, maksymalny poziom współfinansowania (MCR, Maximum Co-financing Rate) wynosi 60% w latach 2014-2017 i 55% w okresie 2018-2020.

Ponadto Program obejmuje:

- Projekty zintegrowane - oznaczają projekty wdrażające na dużą skalę terytorialną, w wymiarze regionalnym, ponadregionalnym, krajowym lub międzynarodowym, strategie lub plany na rzecz ochrony środowiska lub klimatu, wymagane przez określone unijne przepisy prawne dotyczące środowiska bądź klimatu, w następujących obszarach tematycznych: przyroda, woda, odpady, powietrze, zapobieganie zmianom klimatycznym oraz adaptację do tych zmian. Jednocześnie projekty te muszą zapewnić zaangażowanie zainteresowanych stron, a także promować skoordynowane wykorzystanie przynajmniej jednego innego odpowiedniego, unijnego, krajowego lub prywatnego źródła finansowania; MCR = 60%;
- Projekty pomocy technicznej - obejmują dotacje na działania przyznawane w celu ułatwienia wnioskodawcom opracowania projektów zintegrowanych; MCR = 60%;
- Projekty służące budowaniu potencjału - obejmują dotacje na działania przyznawane w celu umożliwienia państwom członkowskim bardziej efektywnego uczestnictwa w Programie LIFE; MCR = 100%;
- Projekty przygotowawcze - obejmują wspieranie określonych potrzeb w zakresie rozwoju i realizacji unijnej polityki i przepisów prawnych w zakresie środowiska lub klimatu; MCR = 60%;
- Dotacje na działalność operacyjną - są przeznaczone na wspieranie operacyjnych i administracyjnych kosztów ponoszonych przez podmioty niekomercyjne, realizujące cel leżący w ogólnym interesie unijnym, prowadzące działalność przede wszystkim na rzecz środowiska lub klimatu; MCR = 70%;
- Mechanizm finansowania kapitału naturalnego (NCFE) to nowy instrument finansowy, zapewniający wsparcie finansowe w postaci pożyczek lub inwestycji kapitałowych na wdrażanie przynoszących przychody lub ograniczających koszty projektów pilotażowych

dotyczących zachowania kapitału naturalnego, w tym również projekty dotyczące dostosowywania się do zmian klimatu;

- Instrument finansowania prywatnego na rzecz efektywności energetycznej (PF4EE) to nowy instrument finansowy - obejmujący pożyczki przeznaczone na finansowanie inwestycji dotyczących poprawy efektywności energetycznej, które zostaną uznane za priorytetowe w ramach Krajowego Planu działań dotyczącego efektywności energetycznej.

Rolę Krajowego Punktu Kontaktowego dla Programu LIFE w Polsce pełni NFOŚiGW.

8.2.2 „Horyzont 2020”

„Horyzont 2020” to program ramowy UE w zakresie badań naukowych i innowacji, przyjęty w grudniu 2013 r. Wśród siedmiu wyzwań priorytetowych zdefiniowanych przez UE, w ramach których ukierunkowane inwestycje w badania naukowe i innowacje mogą przynieść realne korzyści obywatelom, znalazły się działania w dziedzinie klimatu, środowisko, efektywna gospodarka zasobami i surowce.

Rozwiązywanie problemów wiążących się ze zmianą klimatu to przekrojowy priorytet „Horyzontu 2020”, na który przeznaczono 35 % całego budżetu programu.

Beneficjentem programu może być każda osoba prawna (tj. osoba fizyczna, spółka prywatna, podmiot prawa publicznego), która funkcjonuje na terenie kraju członkowskiego Unii Europejskiej.

8.2.3 Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko na lata 2014 – 2020 (POIiŚ)

Głównym celem Programu jest wsparcie gospodarki efektywnie korzystającej z zasobów i przyjaznej środowisku oraz sprzyjającej spójności terytorialnej i społecznej.

W ramach POIiŚ przewiduje się dziewięć merytorycznych osi priorytetowych (finansowanych z FS i EFRR) oraz jedną oś dedykowaną działaniom w zakresie pomocy technicznej (finansowaną w całości z FS) na rzecz całego Programu.

W ramach Osi priorytetowej II „Ochrona środowiska, w tym adaptacja do zmian klimatu” Program zakłada Działanie 2.1. *Adaptacja do zmian klimatu wraz z zabezpieczeniem i zwiększeniem odporności na klęski żywiołowe, w szczególności katastrofy naturalne oraz monitoring środowiska.* W ramach działania realizowane będą projekty nakierowane na wzmocnienie odporności na zagrożenia związane ze zmianami klimatu oraz zwiększenie możliwości zapobiegania zagrożeniom naturalnym, na które Polska jest szczególnie narażona, tj. powodzi i suszy oraz reagowania na nie. W ramach Działania 2.1 realizowane będą m.in. następujące typy projektów:

- Budowa, przebudowa lub remont urządzeń wodnych przyczyniających się do zmniejszenia skutków powodzi i suszy,
- Systemy gospodarowania wodami opadowymi na terenach miejskich,
- Zapobieganie, przeciwdziałanie oraz ograniczanie skutków zagrożeń (w tym: rozwój systemów wczesnego ostrzegania i prognozowania zagrożeń, wsparcie systemu ratowniczo-gaśniczego, wsparcie w zakresie adaptacji lasów i leśnictwa do zmian klimatu),
- Tworzenie bazy wiedzy w zakresie zmian klimatu i adaptacji do nich,
- Działania informacyjno-edukacyjne w zakresie zmian klimatu i adaptacji do nich,
- Prace przygotowawcze dla inwestycji w ramach typu projektów 4 (wsparciem objęte zostanie przygotowanie lub aktualizacja dokumentacji niezbędnej do wnioskowania i realizacji projektów (m.in. studium wykonalności, dokumentacja w zakresie oceny

oddziaływania na środowisko, dokumentacja projektowa, dokumentacja techniczna, mapy lub szkice sytuujące projekt).

W ramach Działania 2.4 *Ochrona przyrody i edukacja ekologiczna* Osi II zakłada się m.in. realizację projektów polegających na rozwoju zielonej infrastruktury w celu zwiększania drożności korytarzy ekologicznych lądowych i wodnych o zasięgu lokalnym i regionalnym mających znaczenie dla ochrony różnorodności biologicznej i adaptacji do zmian klimatu.

Ponadto w ramach Osi priorytetowej I „Zmniejszenie emisyjności gospodarki” zakłada się realizację następujących działań, jak:

- Działanie 1.1 Wspieranie wytwarzania i dystrybucji energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych,
- Działanie 1.2 Promowanie efektywności energetycznej i korzystania z odnawialnych źródeł, energii w przedsiębiorstwach,
- Działanie 1.3 Wspieranie efektywności energetycznej w budynkach,
- Działanie 1.4 Rozwijanie i wdrażanie inteligentnych systemów dystrybucji działających na niskich i średnich poziomach napięcia,
- Działanie 1.5 Efektywna dystrybucja ciepła i chłodu,
- Działanie 1.6 Promowanie wykorzystywania wysokosprawnej kogeneracji ciepła i energii elektrycznej w oparciu o zapotrzebowanie na ciepło użytkowe.

8.2.4 Wielkopolski Regionalny Program Operacyjny na lata 2014-2020

Głównym celem programu operacyjnego jest zwiększenie konkurencyjności gospodarczej oraz wzmocnienie spójności społecznej w województwie wielkopolskim.

Działania związane z adaptacją do zmian klimatu realizowane będą w ramach Osi priorytetowej 4 „Środowisko”, której celem głównym jest promowanie dostosowania do zmiany klimatu, zapobiegania ryzyku i zarządzania ryzykiem oraz zachowanie i ochrona środowiska jak i promowanie efektywnego gospodarowania zasobami. Cel ten osiągany będzie m.in. poprzez Działanie 4.1. Zapobieganie, likwidacja skutków klęsk żywiołowych i awarii środowiskowych poprawa gospodarki wodno-ściekowej, którego celem jest promowanie dostosowania do zmiany klimatu, zapobiegania ryzyku i zarządzania ryzykiem. Działanie 4.1. obejmuje następujące poddziałania:

- Zapobieganie, likwidacja skutków klęsk żywiołowych i awarii środowiskowych,
- Ochrona obszarów ze średnim ryzykiem powodziowym,
- Mała retencja,
- Zabezpieczenie obszarów miejskich przed niekorzystnymi zjawiskami pogodowymi i ich następstwami,
- Wsparcie systemów oceny ryzyka wystąpienia powodzi i zarządzania tym ryzykiem, wczesnego ostrzegania i prognozowania zagrożeń,
- Wsparcie systemu ratownictwa chemiczno-ekologicznego i służb ratowniczych na wypadek wystąpienia zjawisk katastrofalnych lub poważnych awarii,
- Zapobieganie, likwidacja skutków klęsk żywiołowych i awarii środowiskowych w ramach ZIT i OSI.

W ramach Osi priorytetowej 3 „Energia” zakłada się realizację następujących działań:

- Działanie 3.1. Wytwarzanie i dystrybucja energii ze źródeł odnawialnych,

- Działanie 3.2. Poprawa efektywności energetycznej w sektorze publicznym i mieszkaniowym,
- Działanie 3.3. Wspieranie strategii niskoemisyjnych w tym mobilność miejska.

8.2.5 Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW)

Program priorytetowy „Przeciwdziałanie zagrożeniom środowiska z likwidacją ich skutków”

Celem programu jest podniesienie poziomu ochrony przed skutkami zagrożeń naturalnych (zgodnie z kierunkami działań zapisanymi w „Strategicznym Planie Adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030”) oraz poważnych awarii, usprawnienie usuwania ich skutków oraz wzmocnienia wybranych elementów zarządzania środowiskiem.

Część 1) Dostosowanie do zmian klimatu

W ramach tej części programu finansowane są działania o charakterze prewencyjnym, służące adaptacji do zmian klimatu, zgodnie z założeniami „Strategicznego Planu Adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030”, w szczególności:

- działania infrastrukturalne (obwałowania przeciwpowodziowe, zbiorniki wodne, poldery, systemy retencjonowania wody deszczowej - w tym na obszarach miejskich);
- działania dotyczące opracowania i wdrożenia systemu monitoringu zagrożeń i systemu wczesnego ostrzegania przed zagrożeniami, w tym budowa systemów monitoringu i ostrzegania przed nadzwyczajnymi zjawiskami klimatycznymi;
- realizacja przedsięwzięć w zakresie metod i narzędzi do analizowania zagrożeń spowodowanych zmianami klimatu, w tym lokalne i regionalne plany i strategie w zakresie działań adaptacyjnych;
- przedsięwzięcia realizowane ze środków Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014-2020 oraz nowej perspektywy EOG i funduszy norweskich – wsparcie NFOŚiGW w formie pożyczki.

Beneficjentami Części 1. mogą być:

- podmioty należące do sektora finansów publicznych, w tym państwowe jednostki budżetowe, jednostki samorządu terytorialnego i ich związki,
- jednostki naukowe w rozumieniu ustawy z dnia 30 kwietnia 2010 r. o zasadach finansowania nauki,
- spółki prawa handlowego, osoby fizyczne prowadzące działalność gospodarczą, przedsiębiorstwa państwowe (dofinansowane jedynie w formie pożyczki).

Część 2) Zapobieganie i likwidacja skutków nadzwyczajnych zagrożeń

W ramach tej części programu finansowane są następujące działania skupione na usuwaniu skutków powstałych zagrożeń środowiska - zdarzeń naturalnych (powodzi, pożarów, suszy) i awarii (zdarzeń wynikających z działalności człowieka) oraz zakupie sprzętu wykorzystywanego w akcjach ratowniczych, jak również związane z opracowaniem metod i narzędzi do analizy wyżej wskazanych zagrożeń:

- usuwanie skutków awarii i zagrożeń środowiska na obiektach ochrony środowiska i gospodarki wodnej, morskich obszarach przybrzeżnych oraz naturalnych akwenach;

- zakupy specjalistycznego sprzętu niezbędnego do skutecznego prowadzenia akcji ratowniczych oraz prognozowania, zapobiegania, ograniczania i usuwania skutków zagrożeń naturalnych i poważnych awarii;
- realizacja przedsięwzięć w zakresie metod i narzędzi do analizowania awarii i zagrożeń środowiska.

Beneficjentami Części 2. mogą być:

- służby ratownicze i organizacje pozarządowe wskazane w Porozumieniu Ministrów: Spraw Wewnętrznych oraz Środowiska z dnia 30.10.2015 r. w sprawie współdziałania w zakresie zwalczania zagrożeń dla środowiska;
- podmioty należące do sektora finansów publicznych, w tym państwowe jednostki budżetowe, jednostki samorządu terytorialnego i ich związki;
- jednostki naukowe w rozumieniu ustawy z dnia 30 kwietnia 2010 r. o zasadach finansowania nauki;
- spółki prawa handlowego, osoby fizyczne prowadzące działalność gospodarczą, przedsiębiorstwa państwowe (dofinansowane jedynie w formie pożyczki).

Formy dofinansowania:

- dotacja,
- pożyczka,
- przekazanie środków.

Program priorytetowy „Współfinansowanie programu LIFE”

Celem programu jest poprawa jakości środowiska, w tym środowiska naturalnego, przy wykorzystaniu przez Polskę środków dostępnych w ramach Programu LIFE.

Polscy Wnioskodawcy planujący realizację projektu LIFE na obszarze Polski mogą dodatkowo ubiegać się o współfinansowanie projektu ze środków NFOŚiGW. Dofinansowanie pozwala uzupełnić budżet projektu nawet do 95% kosztów kwalifikowanych.

Beneficjentami mogą być zarejestrowane na terenie Rzeczypospolitej Polskiej:

- osoby fizyczne prowadzące działalność gospodarczą,
- osoby prawne,
- państwowe lub samorządowe jednostki organizacyjne nieposiadające osobowości prawnej, które podejmują realizację przedsięwzięcia jako Beneficjent koordynujący projektu LIFE+/LIFE lub są współbeneficjentami krajowego albo zagranicznego projektu LIFE+/LIFE.

Formy dofinansowania:

- dotacja,
- przekazanie środków,
- pożyczka, w tym pożyczka przeznaczona na zachowanie płynności finansowej przedsięwzięć współfinansowanych ze środków Instrumentu Finansowego LIFE+/Programu LIFE.

Program realizowany jest w latach 2015-2025.

Ponadto NFOŚiGW dofinansowuje projekty pośrednio związane z działaniami adaptacyjnymi w ramach takich programów priorytetowych, jak:

- Poprawa jakości powietrza, Energetyczne wykorzystanie zasobów geotermalnych, Zmniejszenie zużycia energii w budownictwie,
- Programy priorytetowe GIS (System Zielonych Inwestycji),
- Wsparcie przedsięwzięć w zakresie niskoemisyjnej i zasobooszczędnej gospodarki.

8.2.6 Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Poznaniu

Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Poznaniu (WFOŚiGW w Poznaniu), udziela dofinansowania na realizację celów określonych w ustawie z dnia 27 kwietnia 2001 roku Prawo ochrony środowiska (tekst jednolity Dz. U. z 2013 r. poz. 1232, ze zm.).

Dofinansowanie udzielane przez Fundusz może przyjmować formy: pożyczki, dotacji, przekazania środków państwowym jednostkom budżetowym, umorzenia części wykorzystanej pożyczki.

Ponadto Fundusz udziela dotacji w formach: dopłaty do oprocentowania kredytów bankowych lub częściowej spłaty kapitału kredytów bankowych.

Beneficjentami pomocy finansowej są samorządy terytorialne, przedsiębiorcy, organizacje pozarządowe oraz instytucje zajmujące się ochroną środowiska i gospodarką wodną.

W pierwszej kolejności dofinansowane są projekty inwestycyjne i działania realizowane z udziałem środków Unii Europejskiej w obszarze „Środowisko”, w szczególności realizowane w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko (POIiŚ), Regionalnego Programu Operacyjnego dla Województwa Wielkopolskiego (RPO WW), Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich (PROW), zadania objęte dofinansowaniem ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, czy Inicjatyw Wspólnotowych (gł. (INTERREG) lub innych programów bezzwrotnej pomocy zagranicznej.

Dla każdego roku ustalana jest lista przedsięwzięć priorytetowych planowanych do dofinansowania.

8.2.7 Europejski Bank Inwestycyjny

Europejski Bank Inwestycyjny stanowi instytucję finansową Unii Europejskiej. EBI działa od 1958 roku, na mocy Traktatu Rzymskiego z 1957 roku o utworzeniu EWG którego akcjonariuszami są państwa członkowskie Wspólnoty. Siedzibą banku jest Luksemburg. Nadrzędnym celem Europejskiego Banku Inwestycyjnego jest przyczynianie się do harmonijnego rozwoju Wspólnoty. Bank udziela kredytów inwestycyjnych oraz gwarancji podmiotom publicznym i prywatnym z państw - akcjonariuszy. Bank wspiera m.in. działania w dziedzinie klimatu i środowiska.

8.2.8 Bank Ochrony Środowiska i komercyjne kredyty bankowe

Bank Ochrony Środowiska oferuje szerokie spektrum wsparcia w zakresie szeroko pojętej ekologii i ochrony środowiska. Za pośrednictwem banku można uzyskać kredyty na szereg różnorodnych działań m.in. w zakresie efektywności energetycznej i OZE. Ponadto bank oferuje kredyty preferencyjne na obniżenie kosztów inwestycji w ramach systemu dopłat do oprocentowania wnoszonych przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz na kredyty udzielane we współpracy z Wojewódzkimi Funduszami Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Istnieje również możliwość pozyskania kredytu z banków komercyjnych. Komercyjne kredyty bankowe na cele inwestycyjne - udzielane przez banki na warunkach rynkowych.

8.3 Monitoring i sprawozdawczość

Kontrola i monitoring realizacji MPA winien obejmować:

- określenie stopnia realizacji przyjętych celów i zadań;
- ocenę rozbieżności pomiędzy przyjętymi celami i działaniami a ich wykonaniem;
- analizę przyczyn rozbieżności.

Koordynator wdrażania planu będzie oceniał co cztery lata stopień wdrożenia dokumentu. W latach 2017 – 2020 na bieżąco będzie monitorowany postęp w zakresie wdrażania zdefiniowanych działań, a pod koniec 2020 roku nastąpi ocena rozbieżności między celami zdefiniowanymi w Planie i analiza przyczyn tych rozbieżności. Wyniki oceny będą stanowiły wykładnię dla aktualizacji Planu, w którym zostaną zdefiniowane cele i zadania na kolejny okres.

Pomiar stopnia realizacji MPA będzie odbywał się poprzez wskaźniki. W tabeli poniżej zamieszczono wykaz wskaźników realizacji Planu. Przyjęto, że lista ta nie jest zamknięta i może być sukcesywnie modyfikowana.

Tabela 39. Wskaźniki realizacji MPA

Wskaźnik	Źródło danych	Wartość wskaźnika w 2016 r.	Oczekiwana tendencja /zmiana
powierzchnia użytków rolnych	UM Leszno/GUS	1345 ha	Bez zmian
lesistość	GUS	7,5%	Bez zmian lub wzrost
powierzchnia: - gruntów leśnych - lasów	GUS	231,72 ha 240,16 ha	Bez zmian lub wzrost
zadrzewienia: - sadzenie drzew - sadzenie krzewów	GUS	593 szt. 314 szt.	Bez zmian lub wzrost
udział parków, zieleńców i terenów zieleni osiedlowej w powierzchni ogółem	GUS	2,5%	Bez zmian lub wzrost
tereny zieleni: - parki spacerowo-wypoczynkowe - zieleńce - zieleń uliczna - tereny zieleni osiedlowej - cmentarze - lasy gminne	GUS	10 ha 16,1 ha 46,68 ha 52,81 ha 9,3 ha 55,21 ha	Bez zmian lub wzrost
żywoploty	GUS	68 351 m	Bez zmian lub wzrost
zużycie energii elektrycznej na niskim napięciu	GUS	42 093 MWh (2015 r.)	Bez zmian lub spadek
zużycie energii elektrycznej na 1 mieszkańca	GUS	651,2 kWh (2015 r.)	Bez zmian lub spadek
liczba / moc instalacji OZE	URE	1 szt. / 0,006 MW	Wzrost
liczba budynków użyteczności publicznej poddana termomodernizacji	UM Leszno	-	Wzrost

Wskaźnik	Źródło danych	Wartość wskaźnika w 2016 r.	Oczekiwana tendencja /zmiana
powierzchnia zainstalowanych kolektorów słonecznych i paneli fotowoltaicznych	UM Leszno	265 m ²	Wzrost
liczba budynków użyteczności publicznej wyposażonych w klimatyzację	UM Leszno	-	Wzrost
zużycie wody na potrzeby gospodarki narodowej i ludności:	GUS	2 952,8 dam ³	Bez zmian lub spadek
zużycie wody na potrzeby przemysłu	GUS	170 dam ³	Bez zmian lub spadek
zużycie wody na 1 mieszkańca	GUS	45,8 m ³	Bez zmian lub spadek
zużycie wody w gospodarstwach domowych na 1 mieszkańca	GUS	34,1 m ³	Bez zmian lub spadek
liczba wybudowanych obiektów małej retencji	UM Leszno, WZMiUW	-	Wzrost
długość kanalizacji deszczowej na terenie miasta	UM Leszno	b.d.	Wzrost
długość kanalizacji deszczowej w aglomeracji Leszno	AKPOŚK2017	107,1 km	Wzrost
liczba jednostek służb ratowniczych wyposażonych w sprzęt do prowadzenia akcji ratowniczych i usuwania skutków katastrof	UM Leszno, KMPSP w Lesznie	2	Wzrost
liczba wprowadzonych do użycia systemów/urządzeń monitorowania zagrożeń i wczesnego ostrzegania	UM Leszno	2	Wzrost
liczba osób objętych systemem wczesnego ostrzegania	UM Leszno	62 tys.	Wzrost
liczba osób, których kwalifikacje zostały podniesione w ramach udziału w warsztatach, szkoleniach, konferencjach w zakresie zmian klimatu i adaptacji do zmian klimatu	UM Leszno	1	Wzrost
liczba przeprowadzonych kampanii informacyjno-edukacyjnych dot. skutków zagrożeń, dobrych i złych praktykach związanych z zagrożeniami, zachowań w obliczu ekstremalnych zjawisk atmosferycznych	UM Leszno	64	Wzrost
liczba zakupionych autobusów spełniających najnowsze normy emisji spalania	UM Leszno	-	Wzrost
liczba mpzp, w których uwzględniono działania adaptacyjne do zmian klimatu	UM Leszno	-	Wzrost

Dobrymi wskaźnikami mogą być również informacje na temat liczby projektów realizowanych w ramach POIiŚ, priorytet II „Ochrona środowiska, w tym adaptacja do zmian klimatu”, projektów współfinansowanych przez NFOSiGW w ramach programów priorytetowych „Przeciwdziałanie zagrożeniom środowiska z likwidacją ich skutków” oraz „Współfinansowanie programu LIFE”, projektów finansowanych z WRPO w ramach Osi priorytetowej 4 „Środowisko” Działanie 4.1.

Zapobieganie, likwidacja skutków klęsk żywiołowych i awarii środowiskowych poprawa gospodarki wodno-ściekowej.

Poza głównymi miernikami przy ocenie skuteczności realizacji planu powinny być brane pod uwagę również wskaźniki społeczno-ekonomiczne, zmiany presji na środowisko, aktywności samorządu i społeczeństwa.

Wskaźniki społeczno-ekonomiczne:

- poprawa stanu zdrowia obywateli, mierzona przy pomocy takich mierników jak długość życia, spadek umieralności niemowląt, spadek zachorowalności,
- zmniejszenie tempa przyrostu obszarów wyłączanych z rolniczego i leśnego użytkowania dla potrzeb innych sektorów produkcji i usług materialnych.

Wskaźniki stanu środowiska i zmiany presji na środowisko:

- zmniejszenie ilości wód opadowych odprowadzanych z terenu miasta,
- zmniejszenie ładunku zanieczyszczeń odprowadzanych do wód lądowych, poprawę jakości wód płynących, stojących i wód podziemnych,
- poprawa jakości powietrza poprzez zmniejszenie emisji zanieczyszczeń powietrza,
- zmniejszenie zjawiska miejskiej wyspy ciepła,
- wzrost udziału terenów biologicznie czynnych, rozszerzenie renaturalizacji obszarów zdegradowanych,
- zmniejszenie negatywnej ingerencji w krajobrazie oraz kształtowanie estetycznego krajobrazu zharmonizowanego z otaczającą przyrodą.

Wskaźniki aktywności samorządu i społeczeństwa:

- kompletność regulacji prawnych w postaci mpzp,
- zakres i efekty działań edukacyjnych oraz udział społeczeństwa w procesach decyzyjnych,
- opracowanie i realizowanie przez grupy i organizacje pozarządowe projektów na rzecz ochrony klimatu.

Ponadto ocena postępu możliwości adaptacyjnych miasta powinna opierać się na następujących pytaniach:

- Czy wzrosło zainteresowanie mieszkańców problematyką zmian klimatu? (uczestnictwo w spotkaniach, liczba odwiedzin podstrony dotyczącej zmian klimatu, badanie ankietowe dotyczące zapotrzebowania na publikacje w tym zakresie);
- Czy wzrosła wiedza dotycząca problemu zmian klimatu i adaptacji do tych zmian wśród urzędników oraz mieszkańców? Jaki jest stopień odczuwania skutków zmian klimatu wśród mieszkańców? Jaki jest stopień odczuwania efektów działań adaptacyjnych wśród mieszkańców? (badanie ankietowe mieszkańców);
- Czy w dokumentach strategicznych polityki miejskiej znalazły się zapisy wprost lub pośrednio odnoszące się do adaptacji do zmian klimatu? W jakim stopniu korekta tych dokumentów ujawniła się w formie fizycznych zmian na terenie miasta?
- Czy na etapie postępowania w sprawie wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach przedsięwzięcia zostały uwzględnione kwestie odporności na zmiany klimatu? Czy w ocenach oddziaływania na środowisko dla planowanych przedsięwzięć realizowanych na terenie miasta oraz strategicznych ocenach oddziaływania na środowisko dokumentów tworzących ramy dla

realizacji tych przedsięwzięć uwzględniano kwestie związane ze zmianami klimatu (w tym działania adaptacyjne?);

- Czy uwzględniano działania adaptacyjne do zmian klimatu na etapie projektowania i przygotowania inwestycji publicznych realizowanych przez miasto? (w jaki sposób, jakie rozwiązania przyjęto?). Czy w warunkach zamówień publicznych zostały określone wymogi dostosowania do zmian klimatu inwestycji publicznych?

Proponuje się opracowanie raportu z realizacji MPA, w którym zostanie przeprowadzona ewaluacja realizowanych zadań oraz zostanie określony poziom osiągnięcia przyjętych wskaźników. Bezpośrednim wskaźnikiem zaawansowania realizacji zadań Planu będzie wysokość ponoszonych nakładów finansowych oraz uzyskiwane efekty rzeczowe. Uzyskiwane efekty rzeczowe, zweryfikowane przez ocenę stanu adaptacji, ilustrować będą zaawansowanie realizacji Planu w skali rocznej i umożliwić będą dokonywanie niezbędnych korekt na bieżąco.

Przyjmuje się, że Plan będzie aktualizowany. Weryfikacje dokumentu przewiduje się przeprowadzać w cyklu 4 letnim.

9 Literatura

1. Aktualizacja założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe miasta Leszna, 2015.
2. Bank Danych Lokalnych GUS.
3. Bednarek K. i in., 2013, Vademecum – Niebezpieczne zjawiska meteorologiczne: geneza, skutki, częstość występowania, część II – jesień, zima, IMGW, Warszawa.
4. BIAŁA KSIĘGA Adaptacja do zmian klimatu: europejskie ramy działania; Bruksela, 1.4.2009.
5. Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31 XII 2015 r.
6. Błażejczyk K., 2004, Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce, IGiPZ PAN, Warszawa.
7. Błażejczyk K., 2011, Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce, IGiPZ PAN, Warszawa.
8. Buchert L. i in., 2013, Vademecum – Niebezpieczne zjawiska meteorologiczne: geneza, skutki, częstość występowania, część I – wiosna, lato, IMGW, Warszawa.
9. Czarnecka M., 2012, Częstość występowania i grubość pokrywy śnieżnej w Polsce, Acta Agrophysica, ZUT, Szczecin.
10. Dane NOAA.
11. Diagnoza wyznaczająca miejskie obszary zdegradowane i obszar rewitalizacji w Lesznie, 2015.
12. Farat R., 2004, Atlas klimatu województwa wielkopolskiego, IMGW, Poznań.
13. Fortuniak K., 2003, Miejska wyspa ciepła – podstawy energetyczne, studia eksperymentalne, modele numeryczne i statystyczne, Wyd. UŁ, Łódź.
14. Gilbert M, Grégoire J.-C., Freise J. F, Heitland W, 2004. Long-distance dispersal and human population density allow the prediction of invasive patterns in the horse chestnut leafminer *Cameraria ohridella*. *Journal of Animal Ecology*. 73, 459-468.
15. Gminny Program Opieki nad zabytkami dla miasta Leszna na lata 2014-2017.
16. Gorgoń J. i in., 2014, Ocena wrażliwości terenów miejskich na możliwe zagrożenia wynikające ze zmian klimatu, IETU, Katowice.
17. Informacja o stanie środowiska i działalności kontrolnej wielkopolskiego wojewódzkiego inspektora ochrony środowiska w powiecie leszczyńskim w roku 2010.
18. Jarić I, Cvijanović G, 2012. The Tens Rule in Invasion Biology: Measure of a True Impact or Our Lack of Knowledge and Understanding? *Environmental Management* (50): 979–981.
19. Kabuce N, *Heracleum sosnowskyi* (ang.). Online Database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species – NOBANIS. [dostęp 20.07.2017].
20. Karta informacyjna JCWPd nr 70 – PIG-PIB.
21. Karta informacyjna JCWPd nr 79 – PIG-PIB.
22. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów Budżet z perspektywy „Europy 2020”; Bruksela, 29.6.2011.
23. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów Strategia UE w zakresie przystosowania się do zmiany klimatu Bruksela, 16.4.2013.

24. Komunikat Komisji EUROPA 2020 Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu; Bruksela, 3.3.2010.
25. Kondracki J., 2002, *Geografia regionalna Polski*, PWN, Warszawa.
26. Konkluzje Rady Europejskiej z 7-8 lutego 2013 r. Wieloletnie Ramy Finansowe, Bruksela, 8 lutego 2013 r.
27. Kosibowicz M, 2005. Szrotówek kasztanowcowiaczek *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić (Lepidoptera, Gracillariidae), nowy inwazyjny szkodnik kasztanowca białego *Aesculus Hippocastanum* L. w Polsce – biologia i metody zwalczania., „Leśne Prace Badawcze”, 121-132.
28. Kozłowska-Szczęsna T., 2004, Wpływ środowiska atmosferycznego na zdrowie i samopoczucie człowieka, IGiPZ PAN, Warszawa.
29. Lorenc H., 2005, *Atlas klimat Polski*, IMGW.
30. Leszczyńska A., 2015. Adaptacja przedsiębiorstw do zmian klimatycznych. UMCS Lublin.
31. Mapy Centralnej Bazy Zasobów Geologicznych (CBGD).
32. Mapy Corine Land Cover.
33. Mapy PIG-PIB.
34. Matuszkiewicz J.M., 1993, *Krajobrazy roślinne i regiony geobotaniczne Polski*, Wrocław.
35. Matuszkiewicz J.M., 2008, *Zespoły leśne Polski*, Wyd. PWN, Warszawa.
36. Miron I.J. i in., 2015, Changes in cause-specific mortality during heat waves in central Spain, 1975–2008, *International Journal of Biometeorology*.
37. Mizerski W., 2005, *Geologia dla geografów*, Wyd. PWN, Warszawa.
38. Moss B, Hering D, Green A. J, Adoud A, Becares E, Beklioglu M, Boix D, Brucet S, Carvalho L, Clement B, Davidson T, Declerck S, Dobson M, van Donk E, Dudley B, Feuchtmayr H, Friberg N, Grenouillet G, Hillebrand H, Hobaek A, Irvine K, Jeppesen E, Johnson R, Jones J.I, Kernan M, Lauridsen T, Manca M, Meerhoff M, Olafsson J, Ormerod S, Papastergiadou E, Penning W.E, Ptacnik R, Quintana X, Sandin L, Seferlis M, Simpson G, Trigo C, Verdonschot P, Verschoor A, Weyhenmeyer G, 2009. Climate change and the future of freshwater biodiversity in Europe: a primer for policy-makers. *Freshwater Rev.* 2, 103–130.
39. Nieróbca A, 2009. Skutki zmian klimatycznych dla rolnictwa w Polsce – ocena zagrożeń. Zmiany klimatyczne a rolnictwo w Polsce – ocena zagrożeń i sposoby adaptacji. Warszawa, 30.09.2009 (prezentacja).
40. Ocena jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych sieci krajowej w ramach monitoringu diagnostycznego stanu chemicznego wód podziemnych w roku (2011 – 2016) - wg badań PIG.
41. Plan gospodarki niskoemisyjnej wraz z elementami planu mobilności miejskiej dla miasta Leszno; Leszno 2016.
42. Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla miasta Leszno na lata 2014-2020.
43. Program ochrony i zrównoważonego użytkowania różnorodności biologicznej wraz z Planem działań na lata 2015-2020; Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2015.
44. Program Ochrony Środowiska dla miasta Leszno na lata 2015-2018 z perspektywą do 2022 roku.
45. Program Zagospodarowania Wód Opadowych i Rozwoju Kanalizacji Deszczowej dla miasta Leszno; Zakład Obsługi Budownictwa Kolektor Serwis; Leszno 2010.
46. Projekt założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla miasta Leszno na lata 2015 – 2030; Leszno 2015.
47. Raport o stanie środowiska w Wielkopolsce w roku 2015. WIOŚ, Poznań.

48. Rośliny inwazyjne źródło: <http://www.e-biotechnologia.pl/Artykuly/Rosliny-inwazyjne/> [dostęp 20.07.2017].
49. Rozporządzenia Wykonawczego Komisji (UE) 2016/1141 z dnia 13 lipca 2016 r. przyjmującego wykaz inwazyjnych gatunków obcych uznanych za stwarzające zagrożenie dla Unii zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1143/2014 według prawodawstwa Unii Europejskiej.
50. Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 września 2011 w sprawie listy roślin i zwierząt gatunków obcych, które w przypadku uwolnienia do środowiska przyrodniczego mogą zagrozić gatunkom rodzimym lub siedliskom przyrodniczym.
51. Strategia Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko - perspektywa do 2020 r.; Ministerstwo Gospodarki, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2014.
52. Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywa do 2030), Ministerstwo Rozwoju, Warszawa 2017.
53. Strategia Rozwoju Społeczno-Gospodarczego Obszaru Funkcjonalnego Aglomeracji Leszczyńskiej do 2030 roku; Miasto Leszno; Leszno 2014.
54. Strategia rozwoju transportu do 2020 roku (z perspektywą do 2030 roku), Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, Warszawa 2013.
55. Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030; Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2013.
56. Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowanie przestrzennego Leszna.
57. Ustawa z dn. 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. 2015 poz. 478).
58. Woś A., 1993, Regiony klimatyczne Polski w świetle częstości występowania różnych typów pogody, IGIPZ PAN, Warszawa.
59. Woś A., 2010, Klimat Polski w drugiej połowie XX wieku, Wyd. naukowe UAM, Poznań.

Strony internetowe

<http://klimada.mos.gov.pl/>
<http://klimat.czn.uj.edu.pl>
http://klimat.icm.edu.pl/proj_climate.php
http://klimat.imgw.pl/wp-content/uploads/2013/01/1_6.pdf
http://klimat.imgw.pl/wp-content/uploads/2013/01/4_6.pdf
<http://obszary.natura2000.org.pl/index.php?s=obszar&id=228>
<http://obszary.natura2000.pl/index.php?dzial=2&kat=9&art=111>
http://poznan.wios.gov.pl/gis/ocena2014/rzeki/Row_Polski-Czarny%20Las.pdf
<http://regionwielkopolska.pl/katalog-objektow/przemecki-park-krajobrazowy.html>
http://www.2015.leszno.pl/Strefa_Inwestycyjna_I.D.E.A.,6009.html
http://www.2015.leszno.pl/Strefa_Przemysłowa_VASA,9085.html
<http://www.atlas-roslin.pl/>
http://www.awarie.zut.edu.pl/files/ab2011/referaty/T1_01_Referaty_plenarne/07_Kwietniewski_M_Awaryjnosc_infrastruktury_wodociagowej_i_kanalizacyjnej_w_Polsce_w_swietle_badan_eksplloatacyjnych.pdf
<http://www.karczmarborowa.poznan.lasy.gov.pl/>
<http://www.wir.org.pl/radypowiatowe/leszno/>
https://wroclaw.rzgw.gov.pl/files_mce/Region%20wodny/Planowanie/jewp_scwp_odra.pdf
<https://www.igipz.pan.pl/Regiony-geobotaniczne-zgik.html>
<https://www.igipz.pan.pl/Roslinnosc-potencjalna-zgik.html>
<https://www.researchgate.net/>
www.klimada.mos.gov.pl

SUPLEMENT – gatunki inwazyjne

Gatunek inwazyjny (z ang. Invasive Alien Species – IAS) to gatunek allochtoniczny napływowy o znaczącej ekspansywności. Pojawienie się takiego gatunku poza jego naturalnymi granicami zasięgu stwarza zagrożenie dla rodzimej flory i fauny. Gatunki inwazyjne tuż obok degradacji siedlisk stanowią największe zagrożenie dla bioróżnorodności.

Zazwyczaj są to gatunki obcego pochodzenia, które zostały przypadkowo wprowadzone do środowiska, zawleczone lub uciekły z hodowli. W ostatnich latach coraz większe zagrożenie stanowią zmiany klimatyczne, które przyczyniają się do zmian zasięgów roślin i zwierząt.

Według Briana Mossa i innych (2009) strefy klimatyczne w Europie wraz z ocieplaniem się klimatu będą przesunąć się na północ kontynentu. Wpłynie to na zmianę naturalnych zasięgów roślin i zwierząt.

Proces ten wydaje się być szczególnie niebezpieczny, gdyż część gatunków, które zmieniają swe naturalne zasięgi stanie się gatunkami inwazyjnymi i będą stanowić zagrożenie dla rodzimej flory i fauny. Taksony te w nowych środowiskach odznaczają się ekspansywnością i przewagami adaptacyjnymi względem gatunków rodzimych. Dzięki swoim specyficznym właściwościom są w stanie w bardzo krótkim czasie opanować ogromne obszary i wyeliminować rosnące tam dotychczas gatunki roślin rodzimych. Zagrożenie z ich strony zaczęto zauważać, kiedy ich masowa ekspansja zaczęła przynosić szkody działalności gospodarczej człowieka.

Niektóre Gatunki inwazyjne mogą być szkodliwe dla zdrowia ludzi np. barszcz Sosnowskiego (*Heracleum sosnowskyi*, Manden). Inwazyjne taksony w przypadku roślin potrafią produkować silne związki allelopatyczne, które potrafią stymulować lub hamować wzrost innych roślin, co może znacząco wpływać na przekształcanie siedlisk przyrodniczych. Ponadto inwazyjne gatunki roślin często tworzą bardzo obfity bank nasion w glebie, przez co pozbycie się ich wymaga wielu lat i jest bardzo kosztowne.

W przypadku gatunków zwierząt szczególnie szkodliwe jest wprowadzanie gatunków drapieżnych, które często wygrywają w konkurencji z rodzimymi gatunkami ograniczając im bazę pokarmową oraz dostępność do siedlisk. Przykładem takiego gatunku jest norka amerykańska (*Neovison vison*, Schreber 1777). Inwazyjne gatunki zwierząt bardzo często wpływają negatywnie na rodzime gatunki w sposób pośredni np. przenosząc groźne choroby, na które nie są odporne rodzime taksony m.in. dżuma racza, która została przeniesiona przez raka pręgowanego (*Orconectes limosus*, Rafinesque, 1817) i zdziesiątkowała populacje rodzimego gatunku raka szlachetnego (*Astacus astacus*, Linnaeus, 1758)

Nie każdy gatunek obcego pochodzenia, poza swoim naturalnym zasięgiem występowania to gatunek inwazyjny, o tym czy gatunek jest inwazyjny decyduje tzw. reguła dziesiątek (z ang. tens rule) (Jarić i Cvijanović, 2012).

Zakłada ona, że średnio jeden gatunek na dziesięć introdukowanych wymyka się spod kontroli, potem jeden z dziesięciu takich gatunków staje się naturalizowanym i dalej, jeden z dziesięciu naturalizowanych może przekształcić się w gatunek inwazyjny.

Według Rozporządzenia Wykonawczego Komisji (UE) 2016/1141 z dnia 13 lipca 2016 r. przyjmującego wykaz inwazyjnych gatunków obcych uznanych za stwarzające zagrożenie dla Unii

zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1143/2014 na terenie Unii Europejskiej znajduje się 40 gatunków inwazyjnych.

Na podstawie dostępnych dowodów naukowych oraz ocen ryzyka przeprowadzonych zgodnie z art. 5 ust. 1 rozporządzenia (UE) nr 1143/2014 Komisja Europejska stwierdziła, że wszystkie kryteria ustanowione w art. 4 ust. 3 tego rozporządzenia są spełnione dla następujących inwazyjnych gatunków obcych: *Baccharis halimifolia* L., kabomba karolińska (*Cabomba caroliniana* Gray), wiewiórczak rdzawobrzuchy (*Callosciurus erythraeus* Pallas, 1779), wrona orientalna (*Corvus splendens* Vieillot, 1817), hiacynt wodny (*Eichhornia crassipes* (Martius) Solms), krab wełnistoszczypcy (*Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1854), barszcz perski (*Heracleum persicum* Fischer), barszcz Sosnowskiego (*Heracleum sosnowskyi* Mandenova), mangusta mała (*Herpestes javanicus* É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1818), wąkrota jaskrowata (*Hydrocotyle ranunculoides* L. f.), *Lagarosiphon major* (Ridley) Moss, żaba rycząca (*Lithobates (Rana) catesbeianus* Shaw, 1802), *Ludwigia grandiflora* (Michx.) Greuter & Burdet, *Ludwigia peploides* (Kunth) P.H. Raven, tulejnik amerykański (*Lysichiton americanus* Hultén i St. John), mundżak chiński (*Muntiacus reevesi* Ogilby, 1839), nutria amerykańska (*Myocastor coypus* Molina, 1782), wywłócznik brazylijski (*Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdc.), ostronos rudy (*Nasua nasua* Linnaeus, 1766), rak pręgowaty (*Orconectes limosus* Rafinesque, 1817), *Orconectes virilis* Hagen, 1870, sterniczka jamajska (*Oxyura jamaicensis* Gmelin, 1789), rak sygnałowy (*Pacifastacus leniusculus* Dana, 1852), *Parthenium hysterophorus* L., trawianka (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877), *Persicaria perfoliata* (L.) H. Gross (*Polygonum perfoliatum* L.), rak Luizjański (*Procambarus clarkii* Girard, 1852), rak marmurkowy (*Procambarus fallax* (Hagen, 1870) f. *virginalis*), szop pracz (*Procyon lotor* Linnaeus, 1758), czebaczek amurski (*Pseudorasbora parva* Temminck & Schlegel, 1846), opornik łatkowaty (*Pueraria montana* (Lour.) Merr. var. *lobata* (Willd.) (*Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi)), wiewiórka szara (*Sciurus carolinensis* Gmelin, 1788), wiewiórka czarna (*Sciurus niger* Linnaeus, 1758), burunduk syberyjski (*Tamias sibiricus* Laxmann, 1769), ibis czczony (*Threskiornis aethiopicus* Latham, 1790), żółw ozdobny (*Trachemys scripta* Schoepff, 1792), *Vespa velutina nigrithorax* de Buysson, 1905.

Natomiast w Polsce występuję około 30 gatunków inwazyjnych (źródło: <http://www.e-biotechnologia.pl/Artykuly/Rosliny-inwazyjne/>, dostęp 20.08.2017).

W Polskim prawodawstwie gatunki zagrażające rodzimej florz i faunie w tym gatunki inwazyjne zostały wymienione w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 września 2011 w sprawie listy roślin i zwierząt gatunków obcych, które w przypadku uwolnienia do środowiska przyrodniczego mogą zagrozić gatunkom rodzimym lub siedliskom przyrodniczym.

W rozporządzaniu zostały wymienione 54 gatunki, w tym 16 gatunków roślin i 38 gatunków zwierząt.

W powyższym akcie prawnym znalazły się następujące gatunki roślin: azolla drobna (*Azolla filiculoides* Lam.), moczarka delikatna (*Elodea nuttallii* (Planch.) H.St.John), *Spartina anglica* C.E.Hubb., barszcz Mantegazziego (barszcz kaukaski) (*Heracleum mantegazzianum* Sommier & Levier), barszcz Sosnowskiego (*Heracleum sosnowskyi* Manden), bożodrzew gruczołowaty (ajlant gruczołkowy) (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle), grubosz Helmsa (*Crassula helmsii* (Kirk) Cockayne), kolcolist zachodni (*Ulex europaeus* L.), kolczurka klapowana (*Echinocystis lobate* (Muhl. ex Willd) Britton, Sterns & Poggenb.), niecierpek gruczołowaty (*Impatiens glandulifera* Royle), niecierpek pomarańczowy (*Impatiens capensis* Meerb.), rdestowiec czeski (rdestowiec pośredni) (*Reynoutria × bohémica* Chrtek & Chrtková), rdestowiec japoński (rdestowiec ostrokończysty) (*Reynoutria japonica* Houtt.),

rdestowiec sachaliński (*Reynoutria sachalinensis* (F.Schmidt) Nakai), trojeść amerykańska (*Asclepias syriaca* L.), tulejnik amerykański (*Lysichiton americanus* Hultén & H.St.John).

W omawianym dokumencie pojawiły się następujące gatunki zwierząt: *Mnemiopsis leidyi* Agassiz, 1865, krab wełnistoręki (krab wełnistoszczypcy) (*Eriocheir sinensis* Milne-Edwards, 1853), rak Luizjański (*Procambarus clarkii* Girard, 1852), rak pręgowany (rak amerykański) (*Orconectes limosus* Rafinesque, 1817), rak sygnałowy (rak kalifornijski) (*Pacifastacus leniusculus* Dana, 1852), biedronka azjatycka (*Harmonia axyridis* Pallas, 1773), ostryga pacyficzna (*Crassostrea gigas* Thunberg, 1793), szczeżuja chińska (*Sinanodonta woodiana* I. Lea, 1834), *Corbicula fluminalis* O. F. Müller, 1774, *Corbicula fluminea* O. F. Müller, 1774, babka bycza (*Neogobius melanostomus* Pallas, 1814), babka łysa (babka gołogłowa) (*Neogobius gymnotrachelus* Kessler, 1857), babka marmurkowata (babka marmurkowa) (*Proterorhinus marmoratus* Pallas, 1814), babka szczupła (babka rzeczna) (*Neogobius fluviatilis* Pallas, 1814), czebaczek amurski (*Pseudorasbora parva* Temminck & Schlegel, 1846), pirapitinga (pirania paku) (*Piaractus brachypomus* Cuvier, 1818), sumik karłowaty (*Ameiurus nebulosus* Lesueur, 1819), trawianka (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877), żaba rycząca (*Lithobates catesbeiana* Shaw, 1802), żółw jaszczurowaty (*Chelydra serpentina* Linnaeus, 1758), żółw malowany (*Chrysemys picta* Schneider, 1783), żółw ostrogrzbiety (*Graptemys pseudogeographica* Gray, 1831), żółw ozdobny (wszystkie podgatunki, w tym: żółw czerwonolicy, żółw żółtolicy, żółw żółtobruchy) (*Trachemys scripta* Schoepff, 1792), bernikla kanadyjska (*Branta canadensis* Linnaeus, 1758), gęsiówka egipska (*Alopochen aegyptiaca* Linnaeus, 1766), sterniczka jamajska (*Oxyura jamaicensis* Gmelin, 1789), bizon (*Bison bison* Linnaeus, 1758), bóbr kanadyjski (*Castor canadensis* Kuhl, 1820), jeleń aksis (*Axis axis* Erxleben, 1777), jeleń sika (*Cervus nippon* Temminck, 1838), jeleń wirginijski (*Odocoileus virginianus* Zimmermann, 1780), mangusta złocista (*Herpestes auropunctatus* (Hodgson, 1836)), maral (jeleń mandżurski) (*Cervus elaphus sibiricus* Linnaeus, 1758), szop prac (*Procyon lotor* Linnaeus, 1758), wapiti (*Cervus canadensis* Erxleben, 1777), wiewiórka szara (*Sciurus carolinensis* Gmelin, 1788).

Miasto Leszno i gminy ościenne są również narażone na szkodliwy wpływ gatunków inwazyjnych. W pobliżu miasta Leszno ryzyko może stanowić inwazyjny gatunek rośliny barszcz Sosnowskiego. W przypadku stwierdzenia tego niebezpiecznego gatunku obcego w pobliżu miasta Leszno wskazany jest stały monitoring miejsc, w których roślina ta występuje.

Wskazane jest mechaniczne usuwanie barszczu Sosnowskiego przed wydaniem nasion przez gatunek. Ponadto, w zwalczaniu tej inwazyjnej rośliny istnieje możliwość użycia środka chwastobójczego Roundup. Podczas usuwania barszczu Sosnowskiego zaleca się usuwanie 10 cm warstwy gleby w celu eliminacji banku nasion. Wskazane jest przeoranie warstwy gleby, na której rósł omawiany gatunek, aby ograniczyć powrót do środowiska gatunku można stosować wypas zwierząt odpornych na promieniowanie UV np. owce wrzosówki. Usuwanie tego gatunku jest niezbędne w celu ochrony zdrowia ludzi i zwierząt, gdyż omawiany gatunek zawiera olejki eteryczne w skład, których wchodzi związek kumarynowy które w kontakcie ze skórą powodują (fotodermatozę) oparzenia II i III stopnia. Ryzyko oparzeń spowodowanych przez olejki eteryczne wzrasta w upalne dni, ponieważ reakcja szkodliwych dla skóry substancji zachodzi szybciej podczas długotrwałej depozycji na promienie UV.

Ponadto duże zagrożenie dla rodzimej flory stanowią egzotyczne gatunki, które są hodowane w przydomowych ogródkach najczęściej są to rdestowiec czeski, rdestowiec japoński i rdestowiec sachaliński, trojeść amerykańska oraz nawłóć kanadyjska. Powyższe gatunki ze względu na swój inwazyjny charakter znacznie lepiej dostosowują się do zmian klimatycznych. Omówione gatunki tworzą bardzo liczne banki nasion w glebie przez co ich zwalczanie jest utrudnione. Rośliny te po

ucieczce z ogrodów zajmują najczęściej stanowiska synantropijne i ruderalne, na których zmierzają do stworzenia monogatunkowych zbiorowisk i wyparcia rodzimych gatunków roślin.

Duże zagrożenie dla drzew w mieście stanowi gatunek owada z rodziny kibitnikowatych Szrotówek kasztanowiaczek (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimić, 1986). Owad ten jest uważany za gatunek inwazyjny. Po raz pierwszy został stwierdzony w okolicach Jeziora Ochrydzkiego w Macedonii w 1984, następnie rozprzestrzenił się w krajach ościennych. Do Polski trafił w 1998 roku. Za główny środek dyspersji tego gatunku uważa się przypadkowe zawleczenie larw szrotówka kasztanowiaczka oraz zainfekowanych liści kasztanowców przez transport samochodowy. Larwy tego gatunku żerują na liściach takich drzew jak kasztanowiec biały (*Aesculus hippocastanum* L.), kasztanowiec żółty (*Aesculus flava*), kasztanowiec czerwony (*Aesculus × carnea*). Szrotówek kasztanowiaczek w konsekwencji doprowadza do zniszczenia aparatu asymilacyjnego i defoliacji. Zjawisko ma to szczególnie negatywny wpływ na krajobraz miejskich arterii wzdłuż, których znajdują się kasztanowce (Kosibowicz 2005).

Gatunki inwazyjne mogą stanowić szczególnie duże zagrożenie dla upraw rolniczych. Ich szkodliwość polega na ograniczeniu bioróżnorodności, zmniejszeniu funkcjonalnej przestrzeni uprawnej. Inwazyjne gatunki roślin mogą blokować procesy sukcesji wtórnej oraz zmiany fizykochemiczne gleby i modyfikować funkcjonowanie ekosystemów (Niedróbca 2009).

Wraz z ociepleniem klimatu w Polsce coraz bardziej popularne stała się uprawa kukurydzy, słonecznika oraz upraw bioenergetycznych, które jeszcze kilkadziesiąt lat temu nie miały by w naszym kraju odpowiednich warunków do optymalnego rozwoju. Uprawy te możemy zaobserwować w bliskim otoczeniu miasta Leszno.

Niestety wraz z nowymi zagrożeniami pojawiają się również szkodniki powyższych upraw. Gatunki te często są gatunkami inwazyjnymi takim gatunkiem jest stonka kukurydziana (*Diabrotica virgifera*), która powoduje straty w plonach kukurydzy. Kolejnym gatunkiem, który powoduje straty w uprawach jest motyl nocny słonecznika orężówka (*Helicoverpa armigera* syn. *Heliothis armigera*). Gatunek ten żeruje na uprawach słoneczniku (Niedróbca 2009).

Dalsze ocieplenie klimatu może spowodować pojawy Szarańczy wędrownej (*Locusta migratoria*), która po raz ostatni była widziana w naszym kraju w 1967 roku w okolicach Kozienc. Masowe pojawy przedstawicieli tego gatunku mogą powodować duże zniszczenia w uprawach rolniczych (Niedróbca 2009).

Jako działanie zapobiegawcze w wypadku wystąpień gatunków obcych i inwazyjnych wskazany jest stały monitoring przyrodniczy terenów szczególnie podatnych na ich negatywne oddziaływanie.

Ograniczenie negatywnego wpływu obcych gatunków powinno uwzględniać kilka decydujących czynników. Przed wprowadzaniem nowych gatunków do uprawy (zwłaszcza w przypadku roślin wykorzystywanych na cele energetyczne oraz roślin ozdobnych) najważniejsza jest ocena ryzyka. Rozmiar zagrożenia powinien być rozpoznany poprzez monitoring występowania i rozprzestrzeniania się gatunków inwazyjnych. Należy podjąć działania zmierzające do ograniczenia występowania, rozprzestrzeniania oraz zapobiegania kolonizacji przez gatunki inwazyjne.