

3. Vulnerability Assessment report

Projekt LIFE14CCA/PL/000101 Adaptacja do zmian klimatu poprzez zrównoważoną gospodarkę wodą w przestrzeni miejskiej Radomia jest współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Instrumentu Finansowego LIFE oraz Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Warszawie



Ocena podatności przestrzeni miejskiej Radomia na zmiany klimatu

ZADANIE A.3.

AUTORZY

ZESPÓŁ FPP ENVIRO:

DR IWONA WAGNER

DR INŻ. KAROL SZYMANKIEWICZ

MGR INŻ. STEFAN OBŁĄKOWSKI

MGR INŻ. MAGDALENA ZIÓŁKOWSKA

DR MAŁGORZATA BUSZKO-BRIGGS

LARS BRIGGS

WSPÓŁPRACA

MARZENA OSUCH, Instytut Geofizyki PAN

TOMASZ JURCZAK, Uniwersytet Łódzki

BARTOSZ LATOSZEK, KALMET

TOMASZ OKRUSZKO, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego

TOMASZ BEREZOWSKI, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego

TOMASZ GAWUĆ, Politechnika Warszawska



Spis treści

1	WSTĘP.....	6
1.1	Ocena podatności przestrzeni miejskiej Radomia na zmiany klimatu	6
1.1.1	Miasta a zmiany klimatu.....	6
1.1.2	Cel opracowania i współpracujący interesariusze.....	8
1.2	Zarys metodyki opracowania	8
1.2.1	Ekspozycja (narażenie) na czynniki klimatyczne.....	8
1.2.2	Ocena potencjału adaptacyjnego Radomia do zmian klimatu	10
1.2.3	Ocena wrażliwości wybranych sektorów Radomia na zmiany klimatu	11
1.2.4	Ocena podatności wybranych sektorów Radomia na zmiany klimatu.....	11
2	RADOM I JEGO KIMAT	12
2.1	Radom	12
2.2	Klimat.....	12
3	EKSPOZYCJA RADOMIA NA ZMIENIAJĄCE SIĘ CZYNNIKI KLIMATYCZNE.....	15
3.1	Scenariusze zmian klimatycznych.....	15
3.1.1	Wskaźniki temperaturowe	15
3.1.2	Wskaźniki opadowe.....	19
3.1.3	Inne wskaźniki klimatyczne	22
3.2	Powierzchniowa Miejska Wyspa Ciepła	24
3.2.1	Przykładowe rozkłady przestrzenne temperatury powierzchni (LST) określone za pomocą zobrażeń satelitarnych, przy temperaturach powietrza wynoszących ok. 0°C, 10°C, 20°C i 30°C	24
3.2.2	Uśrednione rozkłady przestrzenne temperatury powierzchni (LST) określone za pomocą wielu zobrażeń satelitarnych dla zakresów temperatur powietrza	30
3.2.3	Lokalizacja najwyższych wartości temperatur powierzchni w Radomiu	35
3.2.4	Ekspozycja na wysoką temperaturę w poszczególnych osiedlach	38
3.3	Powodzie i podtopienia.....	41
3.3.1	Interwencje straży pożarnej w latach 2004-2016	41
3.3.2	Zagrożenie ze strony rzek	44
3.3.3	Zagrożenie ze strony kanalizacji deszczowej.....	48
4	POTENCJAŁ ADAPTACYJNY RADOMIA	52



4.1	System przyrodniczy Radomia.....	52
4.2	Potencjał adaptacyjny	53
4.3	Potencjał adaptacyjny – wpływ na wysokie temperatury.....	58
5	WRAŻLIWOŚĆ I PODATNOŚĆ WYBRANYCH SEKTORÓW NA WYSOKIE TEMPERATURY I PODTOPIENIA	62
5.1	Sektor: Zdrowie Publiczne	62
5.1.1	Analizowane dane	62
5.1.2	Zdrowie Publiczne w Radomiu	64
5.1.3	Wrażliwość mieszkańców Radomia na wysokie temperatury i podtopienia	84
5.1.4	Podatność mieszkańców Radomia na wysokie temperatury	97
5.1.5	Podatność mieszkańców Radomia na podtopienia.....	109
5.1.6	Podatność infrastruktury związanej ze zdrowiem publicznym na wysokie temperatury 113	
5.1.7	Podatność infrastruktury związanej ze zdrowiem publicznym na podtopienia.....	114
5.2	Sektor: Transport.....	117
5.2.1	Analizowane dane	117
5.2.2	Sektor transportu w Radomiu	118
5.2.3	Wrażliwość na wysokie temperatury i podtopienia.....	122
5.2.4	Podatność na wysokie temperatury i podtopienia	133
5.3	Sektor: Gospodarka przestrzenna	143
5.3.1	Analizowane dane	143
5.3.2	Gospodarka przestrzenna w Radomiu	143
5.3.3	Wrażliwość na wysokie temperatury i podtopienia.....	148
5.3.4	Podatność na wysokie temperatury i podtopienia	157
5.4	Sektor: Gospodarka Wodna	162
5.4.1	Analizowane dane	162
5.4.2	Gospodarka wodna w Radomiu	163
5.4.3	Wrażliwość na wysokie temperatury i podtopienia.....	168
5.4.4	Podatność na wysokie temperatury i podtopienia	172
6	OBSZARY SZCZEGÓLNIE NARAŻONE.....	180
6.1	Obszary szczególnie narażone na wysokie temperatury i podtopienia	180
7	OPCJE ADAPTACYJNE.....	181
7.1	Opcje adaptacyjne	181



7.1.1	Błękitno – zielona infrastruktura	181
7.1.2	Działanie niestrukuralne	181
7.1.3	Działania strukturalne	182
7.1.4	Urządzenia do wsiąkania (infiltracji) wód opadowych	183
7.1.5	Urządzenia do retencji wód opadowych	185
7.1.6	Pasy roślinności buforowej	188
7.1.7	Infiltracja wody w połączeniu z zielenią przyuliczną	189
7.1.8	Wykorzystanie potencjału adaptacyjnego zielonej i błękitnej infrastruktury	190
8	Spis rysunków	192
9	Spis tabel	198



1 WSTĘP

1.1 Ocena podatności przestrzeni miejskiej Radomia na zmiany klimatu

1.1.1 Miasta a zmiany klimatu

Miasta są obszarami szczególnie wrażliwymi na zmiany klimatu. Wrażliwość ta wynika z dwóch powodów. Po pierwsze, miasta są obszarami znacznego zagęszczenia ludności i infrastruktury, a także ośrodkami działalności gospodarczej, kulturalnej, naukowej i edukacyjnej, centra innowacji i miejscami zatrudnienia. Występowanie ekstremów klimatycznych i ich skutków wpływa więc bezpośrednio i pośrednio na życie i funkcjonowanie wielu ludzi, i może powodować znaczne straty, zarówno materialne jak i niematerialne. Drugi powód, to specyficzne warunki klimatu miejskiego. Intensywna zabudowa i zmniejszony udział powierzchni biologicznie czynnych, które powodują takie anomalie jak miejska wyspa ciepła czy zwiększone ryzyko powodzi. Należy się więc spodziewać, że zmiany klimatu będą intensywniej odczuwane w miastach, niż poza ich granicami.

Zagadnienia wrażliwości miast na zmiany klimatu i związanych z nimi działań strategicznych znalazły się w licznych publikacjach oraz dokumentach strategicznych Unii Europejskiej i krajowych, które zostały wykorzystane również w niniejszym opracowaniu (Tabela 1). Według obowiązującego w Polsce "Strategicznego Planu Adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030" - SPA 2020 (MŚ 2013), konsekwencje zmian klimatu i odpowiadające im działania adaptacyjne, stanowią kluczowe wyzwanie dla samorządów lokalnych i mieszkańców miast, i powinny zostać uwzględnione w polityce przestrzennej i dokumentach strategicznych miasta.

Tabela 1. Publikacje i dokumenty strategiczne wykorzystane w opracowaniu

Rodzaj dokumentu:
Metodyczne:
(1) Podręcznik adaptacji dla miast „Wytyczne do przygotowania Miejskiego Planu Adaptacji do zmian klimatu”,
(2) ACT 2013. Planning for Adaptation to Climate Change. Guidelines for Municipalities
(3) FUTURE CITIES Adaptation Compass – guidance for developing climate-proof city regions (http://www.future-cities.eu/project/adaptation-compass)
(4) The Adaptation Support Tool (http://climate-adapt.eea.europa.eu/adaptation-support-tool)
(5) Climate-Friendly Cities. A handbook of the tasks and Possibilities of European cities in relation to climate change (http://climate-adapt.eea.europa.eu/viewaceitem?aceitem_id=3248) Budapest, 2011
(6) Wytyczne dla kierowników projektu: uodpornienie wrażliwych inwestycji na zmianę klimatu, Komisja Europejska, DG Climate Action
(7) UKCIP Adaptation Wizard. UKCIP, Oxford, (www.ukcip.org.uk/wizard)
(8) Cities and climate change, an urgent agenda, grudzień 2010, vol.10, Bank Światowy
Strategiczne:
(21) Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko na lata 2014-2020
(22) regionalne programy operacyjne
(23) Wspólna Strategia Działania Narodowego Funduszu i wojewódzkich funduszy ochrony środowiska i gospodarki wodnej na lata 2013 - 2016 z perspektywą do 2020 roku
(24) Strategia działania Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej na lata 2013-2016 z perspektywą do 2020 r.



(25) Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030 (SPA 2020),
(26) Strategia adaptacji do zmian klimatu Unii Europejskiej z dnia 16 kwietnia 2013 r.
(27) Program UE LIFE
(28) Program ramowy UE HORYZONT 2020
Planistyczne przygotowane przez miasto
(29) strategia rozwoju miasta/gminy
(30) wieloletnie prognozy finansowe
(31) wieloletnie programy inwestycyjne
(32) programy ochrony środowiska i/lub programy zrównoważonego rozwoju
(33) studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy
(34) miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego
(35) plany zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe
(36) programy gospodarki wodno-ściekowej (w tym również zagospodarowania wód opadowych),
(37) programy małej retencji
(38) programy gospodarki niskoemisyjnej
(39) waloryzacje przyrodnicze
(40) opracowania ekofizjograficzne
(41) raport GDOŚ z roku 2012 - Ocena wpływu zmian klimatu na różnorodność biologiczną oraz wynikające z niej wytyczne dla działań administracji ochrony przyrody do roku 2030
(42) scenariusze zmian klimatu i ocena ewentualnych zmian warunków klimatycznych (http://klimat.icm.edu.pl)
Dokumenty planistyczne i inwestycyjne szczebla krajowego i regionalnego
(43) koncepcja przestrzennego zagospodarowania kraju 2030 (KPZK 2030)
(44) plany zagospodarowania przestrzennego województw
(45) program budowy dróg krajowych na lata 2014-23
(46) plany zarządzania ryzykiem powodziowym (PZRP)
Wyniki przeglądu przykładowych rozwiązań, na podstawie między innymi takich dokumentów jak:
(47) Identyfing adaptation options, UK Climate Impacts Programme (http://www.ukcip.org.uk/wordpress/wpcontent/PDFs/ID_Adapt_options.pdf)
(48) Projekt GreenEvo – Akcelerator Zielonych Technologii, Ministerstwo Środowiska od roku 2010 (http://greenevo.gov.pl/pl)
(49) Pilotażowy Program Weryfikacji Technologii Środowiskowych Unii Europejskiej (European Union Environmental Technology Verification - EU ETV), (http://www.mos.gov.pl/kategoria/4675_etv),
(50) oficjalna strona Komisji Europejskiej ClimateADAPT (http://climate-adapt.eea.europa.eu/sat)
(51) platforma Resilient Cities – ICLEI, (http://resilient-cities.iclei.org/resilient-cities-hubsite/home/)
(52) Strategia ochrony różnorodności biologicznej na okres do 2020 r. (http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/comm2006/2020.htm)
(53) Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 12 grudnia 2013 r. w sprawie zielonej infrastruktury - zwiększania kapitału naturalnego Europy (2013/2663(RSP))
(54) prof. Wojciech Majewski, Światowy Dzień Wody (World Water Day) 2014 Woda i Energii (Water and Energy), (http://actaenergetica.org/pl/aktualnosci/swiatowy-dzien-wody-world-water-day-2014woda-i-energi-water-and-energy/)



1.1.2 Cel opracowania i współpracujący interesariusze

Celem niniejszego opracowania jest ocena podatności przestrzeni miejskiej Radomia na zmiany klimatu oraz propozycja działań adaptacyjnych z niej wynikających.

Opracowanie zostało wykonane na potrzeby realizacji projektu RADOMKLIMA „Adaptacja do zmian klimatu poprzez zrównoważoną gospodarkę wodą w przestrzeni miejskiej Radomia” (LIFERADOMKLIMA-PL, LIFE14 CCA/PL/000101). Jest ono realizacją zadania przygotowawczego A.3: Ocena wrażliwości przestrzeni miejskiej Radomia na zmiany klimatu.

Wyniki opracowania będą stanowić podstawę do podejmowania decyzji o szczegółowej lokalizacji i wyborze rodzaju najlepszych praktyk w zakresie zagospodarowania wód opadowych na terenach realizacji inwestycji związanych z błękitno-zieloną infrastrukturą (B6) i rehabilitacją ekosystemów wodnych (B1-B4), oraz wkład do platformy interaktywnej LIFE-RADOMKLIMA-PL (ZADANIE E.1). Będzie również stanowić narzędzie pomocnicze przy podejmowaniu działań inwestycyjnych i adaptacyjnych po zakończeniu realizacji projektu LIFE.

Beneficjentem odpowiedzialnym za realizację działania w projekcie jest FPP Enviro sp. z o. o. Zadanie jest realizowane jest we współpracy z Uniwersytetem Łódzkim, Wodociągami Radomskimi, oraz Urzędem Miasta w Radomiu, oraz przy współpracy Grupy Roboczej ds. integracji adaptacji do zmian klimatu do lokalnych strategii i procesów. W opracowaniu udział wzięli również eksperci z takich jednostek jak Instytut Geofizyki PAN, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Politechnika Warszawska, oraz firma Kalmet.

1.2 Zarys metodyki opracowania

Metodyka oceny podatności jest zgodna z wytycznymi Ministerstwa Środowiska zawartymi w „Podręczniku adaptacji dla miast - wytycznych do przygotowania Miejskiego Planu Adaptacji do zmian klimatu” (MŚ, 2015). W oparciu o powyższe wytyczne, dla celów niniejszego projektu, opracowano szczegółową metodykę na podstawie wiedzy eksperckiej, przeglądu literatury przedmiotu, oraz dostępnych opracowań i dobrych praktyk w literaturze krajowej i międzynarodowej, a następnie uszczegóławiano ją podczas realizacji Oceny. W poniższym opracowaniu przedstawiono skrót metodyki, całość zawiera Załącznik 1 („Ocena ekspozycji przestrzeni miejskiej Radomia na zmiany klimatu: Scenariusze klimatyczne”).

1.2.1 Ekspozycja (narażenie) na czynniki klimatyczne

Ekspozycja jest miarą narażenia miasta na dany czynnik klimatyczny.

Ocena ekspozycji w niniejszym opracowaniu objęła analizy:

- Ogólna ocena ekspozycji Radomia na zmieniające się warunki klimatyczne na podstawie modeli klimatycznych
- Rozmieszczenie Powierzchniowej Miejskiej Wyspy Ciepła (PMWC) na terenie Radomia
- Analiza historycznych ekstremalnych zdarzeń hydrologicznych na terenie Radomia w latach 2014-2016



- Ekspozycja na zagrożenia hydrologiczne

Ogólna ocena ekspozycji Radomia na zmieniające się warunki klimatyczne na podstawie modeli klimatycznych

Oceny ogólnej ekspozycji na zmieniające się warunki klimatyczne wykonano w oparciu o najnowsze symulacje modeli klimatycznych dostępne w ramach inicjatywy CORDEX (<http://www.cordex.org/>) sponsorowanej przez the World Climate Research Program (WCRP).

Wykorzystano wyniki dwóch scenariuszy emisji: RCP 4.5 i RCP 8.5. Scenariusz emisji RCP4.5, podobnie jak scenariusz A1B stosowany w ramach projektu KLIMADA oraz SPA2020, odzwierciedla obraz średnich zmian w stosunku do scenariuszy skrajnych. Scenariusz emisji RCP 8.5 jest najbardziej pesymistycznym scenariuszem zmian klimatu zakładającym największe zmiany średniej temperatury powierzchni Ziemi. Wykorzystaliśmy wiązkę dziesięciu symulacji klimatycznych dla domeny EUR 11 o rozdzielczości przestrzennej 0.110 na obróconej siatce geograficznej, co odpowiada około 12.5 km.

Przeanalizowano 29 wskaźników ekspozycji dla następujących zmiennych klimatycznych: temperatura maksymalna dobową, temperatura minimalna dobową, temperatura średnia dobową, opad, opad śniegu, wysokość pokrywy śnieżnej, maksymalna dobową prędkość wiatru, susze meteorologiczne.

Analizy wykonano dla trzech okresów: okresu referencyjnego 1971-2000 oraz dwóch przyszłych okresów 2021-2050 (bliższa przyszłość) i 2071-2100 (daleka przyszłość).

Rozmieszczenie Powierzchniowej Miejskiej Wyspy Ciepła (PMWC) na terenie Radomia

Ocenę rozmieszczenia Miejskiej Wyspy Ciepła na terenie Radomia wykonano w oparciu o analizę temperatury powierzchni, na podstawie danych satelitarnych oraz pozamiejskich pomiarów temperatury powietrza. Pozyskano i wykorzystano w analizie wszystkie dostępne zobrażenia satelitarne zarejestrowane przez instrument MODIS (ang. Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) w okresie od czerwca 2015 do czerwca 2016 (ponad 2000 obrazów) oraz wszystkie dostępne zobrażenia instrumentu ASTER (ang. Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) zarejestrowane w okresie sierpień 2000 - czerwiec 2016 (55 obrazów) dla obszaru Radomia.

Na podstawie pozyskanych danych wykonano mapy rozkładu przestrzennego temperatury powierzchni oraz intensywności powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła (PMWC) w Radomiu. W tym celu pogrupowano zdjęcia satelitarne w zależności od temperatury powietrza w następujące klasy: 5-15°C, 15-25°C, i 25-35°C, (mediany: 10, 20, 30°C) i uśredniono wartości temperatur powietrza dla poszczególnych oczek siatki 100x100m. Mapa ta posłużyła jako podstawa do analiz wpływu temperatury na funkcjonowanie miasta w dalszych etapach opracowania.

Wykonano analizę przykładowego rozkładu przestrzennego temperatury powierzchni dla temperatur powietrza 0°C, 10°C, 20°C i 30°C, w celu określenia zmian, jakim poddawana będzie termika miasta wraz ze zwiększającą się temperaturą powietrza. Zlokalizowano także miejsca występowania



skrajnych (najwyższych i najniższych) temperatur powierzchni w Radomiu (w dzień i w nocy – tzw. „noce tropikalne”).

Ekspozycja na zagrożenia hydrologiczne

Oceny ekspozycji na zagrożenia hydrologiczne przestrzeni miejskiej Radomia, takie jak podtopienia, wylania, zalania itp., dokonano w oparciu o wykonany, skalibrowany i zweryfikowany model matematyczny kanalizacji deszczowej i sieci rzecznej aglomeracji radomskiej. Wykonano analizę przyszłych zamian prawdopodobieństwa wystąpienia opadów o określonym natężeniu, oraz zmian natężenia dla opadów projektowych dla scenariusza emisji RCP 8.5 i okresu referencyjnego 2050.

Wykonano następujące analizy zagrożenia powodziowego:

1. Obszary podtapiane przez rzeki
 - a. dla opadów o czasie trwania 24h i prawdopodobieństwie 1% dla roku 2016
 - b. dla opadów o czasie trwania 24h i prawdopodobieństwie 1% dla roku 2050
2. Wybicia kanalizacji deszczowej
 - a. przy opadach o prawdopodobieństwie 10% dla roku 2016
 - b. przy opadach o prawdopodobieństwie 10% dla roku 2050
 - c. przy opadach o prawdopodobieństwie 20% dla roku 2016
 - d. przy opadach o prawdopodobieństwie 20% dla roku 2050

Analiza historycznych ekstremalnych zdarzeń hydrologicznych na terenie Radomia w latach 2014-2016

Zebrano informacje dotyczące historycznych zdarzeń pogodowych związanych z intensywnymi opadami, wywołujących powódzie i podtopienia na terenie miasta, wymagające interwencji straży pożarnej. Dane z lat 2014-2016 zostały pozyskane z Państwowej Straży Pożarnej, Straży Miejskiej, Policji, Wydziału Bezpieczeństwa Zarządzania Kryzysowego i Ochrony, Wodociągów Miejskich. Dane te zostały następnie powiązane z danymi meteorologicznymi dotyczącymi wielkości opadów.

1.2.2 Ocena potencjału adaptacyjnego Radomia do zmian klimatu

Potencjał adaptacyjny jest miarą możliwości adaptacji obszaru do określonych zmian i skutków zmian warunków klimatycznych klimatu. Ocena potencjału dotyczyła elementów związanych z kapitałem naturalnym (błękitno-zieloną infrastrukturą), która decyduje o ogólnej zdolności przestrzeni miejskiej do elastycznej adaptacji, w tym między innymi do łagodzenia wysokich temperatur i przechwytywania wód opadowych, skutkującego łagodzeniem podtopień, powodzi i suszy. Analizy potencjału adaptacyjnego przestrzeni Radomia oceniono na podstawie obecności i rozmieszczenia terenów zieleni i otwartej wody, oraz kategorii tych terenów, którym przypisano różne współczynniki potencjału adaptacyjnego, w zależności od ich możliwości oddziaływania na powierzchnię termikę miasta, wilgotność powietrza oraz możliwość obniżania spływu powierzchniowego i zwiększania retencji krajobrazowej. Na tej podstawie wykonano mapę potencjału adaptacyjnego, oraz mapę wynikową obrazującą nałożenie powierzchniowej miejskiej



wyspy ciepła z potencjałem adaptacyjnym miasta, wynikającym z adaptacji jej systemu przyrodniczego.

1.2.3 Ocena wrażliwości wybranych sektorów Radomia na zmiany klimatu

Wrażliwość na skutki zmian klimatu jest cechą poszczególnych sektorów, uwarunkowaną przez ich specyfikę, specyfikę i charakterystykę składających się nie elementów (np., infrastrukturalnych), systemów zarządzania i podejmowania decyzji, oraz powiązanych z nimi innych sektorów, systemów społecznych i ekonomicznych. Wrażliwość to stopień w jakim dany system (sektor) jest nieodporny na negatywne skutki zmian klimatu i pogody ekstremalne, oraz w jakim nie jest on w stanie sobie z nimi radzić (Smit i Wandel, 2006).

Wraz z Grupą Roboczą zidentyfikowano cztery sektory poddane analizie wrażliwości: Zdrowie Publiczne, Gospodarka Wodna, Transport, i Gospodarka Przestrzenna i Gospodarka Przestrzenne/Budownictwo.

Zidentyfikowano interesariuszy w obszarze analizowanych sektorów i dokonano konsultacji w zakresie: konsekwencji wystąpienia zaburzeń klimatycznych dla ich funkcjonowania, oceny stopnia wrażliwości elementów poszczególnych sektorów na zmiany klimatu; oraz spodziewanych zagrożeń wynikających ze zmieniającego się klimatu. Ocena wrażliwości została wykonana w oparciu o pytania referencyjne dotyczące poszczególnych elementów sektorów i oceniona w skali 0-3.

Pozyskano również szczegółowe dane dotyczące rozmieszczenia ludności, w tym grup szczególnie wrażliwych, dla potrzeb analizy sektora Zdrowie Publiczne. Na podstawie pozyskanych danych, a także pozyskanych danych przestrzennych, wykonano mapy rozmieszczenia i wrażliwości ludności i grup szczególnie wrażliwych oraz elementów infrastruktury związanych z analizowanymi sektorami.

1.2.4 Ocena podatności wybranych sektorów Radomia na zmiany klimatu

Podatność to zakres, w jakim dany system reaguje na niekorzystne oddziaływanie zmian klimatu, w tym na zmienność i ekstremalne warunki klimatyczne. Określa się ją jako wypadkową ekspozycji/narażenia na czynnik klimatyczny, wrażliwości danego miasta na dany czynnik meteorologiczny oraz jego zdolności adaptacyjnych.

Ocena podatności jest ostatecznym etapem analizy, będącym punktem wyjścia do pracowania opcji adaptacji. Jest ona złożeniem wszystkich dotychczasowych analiz, a jej wynikiem jest opisowa i graficzna reprezentacja podatności przestrzeni Radomia na zmiany klimatu, w tym wskazanie terenów najbardziej problematycznych/wrażliwych na zmiany klimatu.



2 RADOM I JEGO KIMAT

2.1 Radom

Radom, jest miastem na prawach powiatu zlokalizowanym w południowej części Województwa Mazowieckiego. Jego powierzchnia wynosi 112 km² a gęstość zaludnienia 1923 osób na 1 km²¹. W 2015 roku miasto było zaludnione przez 216 159 osób, a w 2016 - przez 215 020 osób. Od roku 1996 liczba ludności nieprzerwanie się zmniejsza co jest związane z ujemnym przyrostem naturalnym oraz saldem migracji. Największą liczbę ludności (232 823 osób) w Radomiu odnotowano w 1996 roku². Mimo to, Radom zajmuje 14 miejsce pod względem liczby ludności miast Polski³.

W latach 1975-1998 Radom pełnił funkcję stolicy województwa radomskiego. Obecnie wraz z 12 innymi gminami (Gmina Iłża, Skaryszew, Gózd, Jastrzębia, Jedlinia Letnisko, Jedlińsk, Kowala, Pionki, Przytyk, Wierzbica, Wolanów, Zakrzew) tworzy powiat radomski. Sam Radom graniczy z 9 gminami (od południa z gminą Kowala, od południowo-wschodu z gminą Skaryszew, ze wschodu z gminą Gózd i Jedlinia-Letnisko, od południa z gminą Pionki i Jastrzębia, od strony północno-zachodniej graniczy z Jedlińsk, natomiast od strony zachodniej z gminami Zakrzew i Wolanów).

2.2 Klimat

Według podziału Polski na strefy klimatyczne opracowanego przez Wosia (1993, 2010) Radom znajduje się w regionie Wschodniomałopolskim (region XXI) który jest jednym z większych regionów klimatycznych i obejmuje wschodnią część Wyżyny Małopolskiej, zachodnią część Wyżyny Lubelskiej oraz południowy fragment Niziny Mazowieckiej.

Zgodnie z podziałem klimatycznym Polski z 2010 roku, Radom należy do regionu klimatycznego 20 (Małopolski Północny). W powyższym regionie łączna ilość godzin usłonecznienia rzeczywistego wynosi 1506 godzin w roku. Ilość maksymalna przypada na czerwiec (6,9 h), natomiast wartość minimalna na grudzień (1,1 h). Średnia roczna temperatura powietrza wynosi 7,5°C przy minimalnej średniej wartości -3,3°C dla stycznia oraz maksymalnej średniej wartości 17,7°C dla lipca. Roczna amplituda powietrza wynosi 20,7°C. Średnie roczne zachmurzenie nieba wynosi 65%, najmniejsze jest w sierpniu (54%), a największe w grudniu (78%). Średnia liczba pogodnych dni wynosi 40. Najmniej jest ich w listopadzie (2) a najwięcej w sierpniu (5). Dni pochmurne w omawianym regionie występują przez 131 dni (najmniej w czerwcu- 8, najwięcej w grudniu- 18).

Suma opadów atmosferycznych wynosi 616 mm (najmniej opadów w lutym- 33 mm, a najwięcej w lipcu- 86 mm). Średnia liczba dni z burzą wynosi 31 (najwięcej w czerwcu- 12), natomiast z opadem 173. Przymrozki występują przez 83 dni (największa liczba w porównaniu z innymi 28 regionami na które podzielona jest Polska), mrozy przez 42 dni a pokrywa śnieżna przez 74 dni.

¹ GUS 2016

² Bank Danych Lokalnych, GUS

³ GUS, stan na 31.12.2015r.).



Natomiast R. Gumiński przedstawił swoją propozycję regionalizacji klimatu Polski z punktu widzenia potrzeb rolnictwa. W podanej regionalizacji uwzględniono takie elementy klimatu które są niezbędne do rozwoju roślin czyli ciepło, światło, woda oraz niektóre wskaźniki fenologiczne. Na podstawie zróżnicowania opadów i temperatury autor wyszczególnił w Polsce 21 dzielnic klimatycznych, które zostały scharakteryzowane na podstawie ich przydatności dla upraw rolnych. Radom znajduje się w tzw. dzielnicy radomskiej, która obejmuje wąski pas wzdłuż Wisły na południe od ujścia Pilicy. Jest to region znacznie cieplejszy od sąsiednich, zwłaszcza w lecie (18°C). Lato trwa ponad 90 dni (rozpoczyna się na przełomie maja i czerwca, a kończy na przełomie sierpnia i września). Okres wegetacyjny trwa ponad 220 dni. Średnia roczna suma opadów wynosi ok. 600 mm a czas trwania pokrywy śnieżnej do 70 dni⁴.

W Radomiu, jak i w innych miastach Polski i Europy, odczuwane jest się oddziaływanie ekstremalnych warunków klimatycznych i ich skutków na funkcjonowanie miasta. Jednym z poważniejszych problemów stają się coraz wyższe temperatury powietrza latem, a których odczuwalność i skutki są potęgowane wskutek zwartej zabudowy miejskiej, powodującej zjawisko miejskiej wyspy ciepła. Upały mogą znacząco negatywnie oddziaływać na jakość życia mieszkańców, najbardziej zagrażając zdrowiu i życiu osób przewlekle chorych, seniorom (osoby powyżej 65 roku życia), dzieciom (osoby poniżej 5 roku życia), kobietom w ciąży, osobom bezdomnym, bezrobotnym i zmarginalizowanym. Wysoka temperatura powietrza negatywnie oddziałuje na system przyrodniczy miasta powodując jego przesuszanie i obniżanie jego potencjału adaptacyjnego, zwłaszcza, gdy wysokie temperatury połączone są z występowaniem suszy. Może również oddziaływać na infrastrukturę i warunki jej użytkowania, np. komfort korzystania z budynków, uszkodzenia infrastruktury energetycznej i drogowej, obniżenie jakości wody i powietrza, potęgować zjawisko suszy meteorologicznej, glebowej i hydrologicznej.

Kolejnym wyzwaniem są intensywne opady deszczu o charakterze rozlewnym oraz krótkotrwałe deszcze ulewne i nawalne gwałtowne powodzie miejskie. W ostatnich latach obserwuje się wzrost zagrożeń wywołanych intensywnymi opadami. Podczas występowania opadu ≥ 30 mm/dobę tzw. opadu zagrażającego tworzą się lokalne podtopienia oraz zalewany jest niżej położony teren i infrastruktura. Na ulicach i powierzchniach uszczelnionych tworzy się intensywny spływ powierzchniowy, a nadmiar nieodprowadzonej do kanalizacji wody prowadzi do szkód materialnych oraz utrudnień w ruchu pieszym i drogowym i sprawnym funkcjonowaniu miasta. Burze, często połączone z porywistym wiatrem i intensywnymi opadami, mogą dodatkowo powodować straty i zagrożenia w postaci połamanych drzew, uszkodzonych budynków oraz obiektów energetycznych i innych.

Tabela 2 przedstawia zestawienie zidentyfikowanych problemów wynikających ze zmian klimatu na terenie Radomia.

⁴ Rychling A., Ostaszewska K., „Geografia fizyczna Polski”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005.



Tabela 2. Zestawienie zidentyfikowanych problemów wynikających ze zmian klimatu

Nazwa dokumentu	Zidentyfikowane problemy	Sektory/obszary
Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego Gminy Radom	Problemy bezpośrednio wynikające ze zmian klimatu: - wezbrania typu roztopowego na przełomie II/III oraz wezbrania letnie na koniec VII i VIII - rzeka Kosówka - wysychanie terenów podmokłych - brak ciągłości przepływu rzeki Mlecznej - obniżenie poziomu wód czwartorzędowych na skutek leja depresyjnego - rzeki i cieki wód powierzchniowych w okresach niskich stanów wody prowadzą do nadmiernego przesuszenia terenów przyległych - zagrożenie związane z opadami nawałnymi z okresie letnim (głównie w lipcu i sierpniu) - Intensywny spływ powierzchniowy na terenach zurbanizowanych przyczynia się do wzrostu zagrożenia podtapianiem w przypadku intensywnych opadów - zanieczyszczenie wód powierzchniowych i gruntowych na skutek niewystarczającego stopnia rozwoju infrastruktury wodno-ściekowej - podwyższenie średniej temperatury powietrza, obniżenie wilgotności względnej powietrza, tendencja do inwersji termicznej, zmiany natężenia promieniowania słonecznego i zmniejszenie kierunku oraz prędkości wiatru	Gospodarka wodna Zdrowie publiczne Transport Gospodarka Energetyka
Plan gospodarki niskoemisyjnej dla miasta Radomia, 2015. Aktualizacja 2016	- problemy związane z przekroczeniem stężeń lub przekroczenia dopuszczalnej wielkości stężeń 24-godz. w zakresie pyłu zawieszonego (PM2.5 i PM10) oraz B(a)P	Zdrowie publiczne Energetyka Transport



3 EKSPOZYCJA RADOMIA NA ZMIENIAJĄCE SIĘ CZYNNIKI KLIMATYCZNE

3.1 Scenariusze zmian klimatycznych

3.1.1 Wskaźniki temperaturowe

Analiza wskaźniki temperaturowe wskazują na następujące zmiany w klimacie Radomia w stosunku do klimatu panującego obecnie:

Temperatura maksymalna

Najdłuższy okres z temperaturą maksymalną większą niż 30°C. Wyniki oszacowania wskazują na wzrost liczby dni w ciągu roku z temperaturą maksymalną większą niż 30°C o 1.2 i 2.2 dnia odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP 8.5 (1.8 dnia) niż dla RCP4.5 (1.6 dnia).

Liczba dni w roku z temperaturą maksymalną większą niż 30°C. Wyniki szacowania wskazują na wydłużenie okresu o 4.2 i 7.7 dnia odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP8.5 (zmiany o 6.2 dnia) niż dla RCP4.5 (zmiany o 5.7 dnia).

Temperatura minimalna

Najdłuższy okres z temperaturą minimalną niższą niż 0°C (wskaźnik stosowany w ramach projektu KLIMADA oraz SPA2020). Wyniki szacowania wskazują na skrócenie okresu o 8.5 i 15.6 dnia odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP8.5 (zmiana o -13.6 dnia) niż dla RCP4.5 (zmiana o -10.5 dnia).

Liczba dni w roku z temperaturą minimalną niższą niż 0°C (wskaźnik stosowany w ramach projektu KLIMADA oraz SPA2020). Wyniki szacowania wskazują na spadek liczby dni w ciągu roku z temperaturą minimalną dobową niższą niż 0°C o 22.2 i 40.2 dnia odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP8.5 (-34.1 dnia) niż dla RCP4.5 (-28.4 dnia).

Liczba dni w roku z temperaturą minimalną niższą niż -10°C (wskaźnik stosowany w ramach projektu KLIMADA oraz SPA2020). Wyniki wskazują na spadek liczby dni o 7.6 i 12.8 dnia odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP8.5 (-10.4 dnia) niż dla RCP4.5 (-9.9 dnia).

Liczba dni w roku z temperaturą minimalną niższą niż -20°C (wskaźnik stosowany w ramach projektu KLIMADA oraz SPA2020). Wyniki szacowania wskazują na spadek liczby dni z temperaturą minimalną dobową niższą niż -20°C o 1.1 i 1.7 dnia odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP4.5 (-1.4 dnia) niż dla RCP8.5 (-1.2 dnia).

Liczba dni w roku z temperaturą minimalną wyższą niż 20°C (tak zwane upalne noce). Wyniki wskazują na wzrost liczby dni o 1.9 i 4.8 dnia odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP8.5 (4.1 dnia) niż dla RCP4.5 (2.6 dnia).



Temperatura średnia dobową

Liczba stopniodni grzania. Zakłada się ze ogrzewanie jest wyłączone w dniach, kiedy średnia dobową temperatura jest większa od założonej temperatury bazowej (17°C). Wskaźnik stosowany w ramach projektu KLIMADA oraz SPA2020. Wyniki wskazują na spadek liczby stopniodni grzania o 370.8 i 671.6 stopniodni grzania odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP8.5 (zmiana o -561.8 stopniodni grzania) niż dla RCP4.5 (zmiana o -480.6 stopniodni grzania).

Liczba stopniodni grzania. Zakłada się ze ogrzewanie jest wyłączone w dniach, kiedy średnia dobową temperatura jest większa od założonej temperatury bazowej (20°C). Wskaźnik stosowany w ramach projektu KLIMADA oraz SPA2020. Oszacowania dziesięciu modeli klimatycznych odnośnie liczby stopniodni grzania wskazują na spadek wartości średniej o 412.7 i 745.4 stopniodni grzania odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Porównanie zmian pomiędzy scenariuszami emisji RCP4.5 i RCP8.5 wskazuje, że większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP8.5 (zmiana o -533.5 stopniodni grzania) niż dla RCP4.5 (zmiana o -624.7 stopniodni grzania).

Długość okresu wegetacyjnego (okres ze średnią dobową temperaturą powietrza większą niż 5°C). wskaźnik stosowany w ramach projektu KLIMADA oraz SPA2020. Wyniki wskazują na wydłużenie czasu jego trwania średnio o 13.7 i 24.0 dnia odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP8.5 (zmiana o 20.6 dnia) niż dla RCP4.5 (zmiana o 17.1 dnia).

Długość okresu wegetacyjnego (okres ze średnią dobową temperaturą powietrza większą niż 10°C), wskaźnik stosowany w ramach projektu KLIMADA oraz SPA2020. Wyniki wskazują na wydłużenie średniego czasu trwania o 14.6 i 24.4 dnia odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP8.5 (zmiana o 21.2 dnia) niż dla RCP4.5 (zmiana o 17.8 dnia).

Start okresu wegetacyjnego - data początku okresu ze średnią dobową temperaturą powietrza większą niż 5°C). Wskaźnik stosowany w ramach projektu KLIMADA oraz SPA2020. Wyniki wskazują na szybszy start wegetacji o 12.8 i 25.5 dnia odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP8.5 (start wegetacji szybszy o 19.6 dnia) niż dla RCP4.5 (start wegetacji szybszy 18.7 dnia).

Start okresu wegetacyjnego - data początku okresu ze średnią dobową temperaturą powietrza większą niż 10°C), wskaźnik stosowany w ramach projektu KLIMADA oraz SPA2020. Wyniki wskazują na szybszy start wegetacji o 14.2 i 25.9 dnia odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP8.5 (start wegetacji szybszy o 20.8 dnia) niż dla RCP4.5 (start wegetacji szybszy 19.3 dnia).



Tabela 3 Przedstawia wyniki analiz scenariuszy klimatycznych dla Radomia w zakresie prognozowanych zmian temperatur. Wskazuje ona na prognozę stopniowego ocieplania się klimatu - wzrost ilości dni z wysoką temperaturą latem, oraz znaczne ocieplenie klimatu w okresie zimowym.

Wyniki modeli klimatycznych wskazują na zwiększenie liczby dni z temperaturą maksymalną większą niż 30°C o 4.2 i 7.7 dnia odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Porównanie zmian pomiędzy scenariuszami emisji RCP4.5 i RCP8.5 wskazuje, że większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP8.5 (zmiany o 6.2 dnia) niż dla RCP4.5 (zmiany o 5.7 dnia).

Wyniki dziesięciu analizowanych modeli klimatycznych wskazują na wydłużenie najdłuższego okresu w roku z temperaturą maksymalną większą niż 30°C o 1.2 i 2.2 dnia odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Porównanie zmian długości najdłuższego okresu w roku z temperaturą maksymalną wyższą niż 30°C pomiędzy scenariuszami emisji RCP4.5 i RCP8.5 wskazuje, że większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP 8.5 (1.8 dnia) niż dla RCP4.5 (1.6 dnia).

Wyniki dziesięciu analizowanych modeli klimatycznych wskazują na spadek liczby dni w ciągu roku z temperaturą minimalną dobową niższą niż 0°C o 22.2 i 40.2 dnia odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Porównanie zmian liczby dni w roku z temperaturą minimalną niższą niż 0°C pomiędzy scenariuszami emisji RCP4.5 i RCP8.5 wskazuje, że większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP8.5 (-34.1 dnia) niż dla RCP4.5 (-28.4 dnia). Porównanie wyników pomiędzy dziesięcioma modelami klimatycznymi, wskazują na zgodność wyników modeli odnośnie kierunku zmian, we wszystkich przypadkach wskazują na skrócenie okresu z $T_{min} < 0^{\circ}C$, lecz w zależności od modelu różnią się intensywnością zmian.

Wyniki symulacji dziesięciu modeli klimatycznych odnośnie długości najdłuższego okresu w roku z temperaturą minimalną dobową niższą niż 0°C wskazują na spadek liczby dni o 8.5 i 15.6 dnia odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Porównanie zmian długości okresu z temperaturą minimalną dobową niższą niż 0°C pomiędzy scenariuszami emisji RCP4.5 i RCP8.5 wskazuje, że większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP8.5 (zmiana o -13.6 dnia) niż dla RCP4.5 (zmiana o -10.5 dnia). Porównanie wyników pomiędzy dziesięcioma modelami klimatycznymi: we wszystkich przypadkach skrócenie czasu trwania okresu z temperaturą minimalną mniejszą niż 0°C, lecz w zależności od modelu różna intensywność zmian.

Szczegółowe wyniki analiz przedstawia Załącznik 2 („Warunki termiczne w Radomiu określone za pomocą danych satelitarnych oraz pozamiejskich pomiarów temperatury powietrza”).



Tabela 3. Zestawienie wskaźników termicznych i ich przewidywanych zmian w perspektywie 2050

Zmienna klimatyczna	Wskaźnik	Jednostka	ref ⁵	RCP 4.5	RCP 8.5
Temp. maksymalna	Najdłuższy okres z temperaturą maksymalną większą niż 30°C	dzień	2,8	1,30	1,20
	Liczba dni w roku z temperaturą maksymalną większą niż 30°C	dzień	6,6	4,70	8,20
Temperatura minimalna	Najdłuższy okres z temperaturą minimalną niższą niż 0°C	dzień	32,1	-5,70	-8,10
	Liczba dni w roku z temperaturą minimalną niższą niż 0°C	dzień	109,4	-21,60	-25,50
	Liczba dni w roku z temperaturą minimalną niższą niż -10°C	dzień	19,8	-6,90	-7,30
	Liczba dni w roku z temperaturą minimalną niższą niż -20°C	dzień	2,2	-0,80	-0,70
	Liczba dni w roku z temperaturą minimalną wyższą niż 20°C (tak zwane upalne noce)	dzień	0,2	1,10	1,00
Temperatura średnia dobową	Liczba stopniodni grzania, zakłada się że ogrzewanie jest wyłączone w dniach, kiedy średnia dobową temperatura jest większa od założonej temperatury bazowej (17°C)	stopni odni grzania	3437,4	-349,50	-401,10
	Liczba stopniodni grzania, zakłada się że ogrzewanie jest wyłączone w dniach, kiedy średnia dobową temperatura jest większa od założonej temperatury bazowej (20°C),	stopni odni grzania	4418,3	-393,40	-448,50
	Długość okresu wegetacyjnego (okres ze średnią dobową temperaturą powietrza większą niż 5°C),	dni	176,6	13,80	15,60
	Długość okresu wegetacyjnego (okres ze średnią dobową temperaturą powietrza większą niż 10°C),	dni	118	13,20	15,70
	Start okresu wegetacyjnego, data początku okresu ze średnią dobową temperaturą powietrza większą niż 5°C)	dzień juliański	34,2	-9,20	-8,20
	Start okresu wegetacyjnego, data początku okresu ze średnią dobową temperaturą powietrza większą niż 10°C	dzień juliański	91,1	-20,40	-18,40

⁵ symulacje skorygowane okres referencyjny wartość średnia z trzydziestolecia



3.1.2 Wskaźniki opadowe

Wskaźniki opadowe wskazują na prognozowane zmiany w klimacie Radomia w stosunku do klimatu panującego obecnie:

Liczba dni w roku z opadem większym lub równym 30mm/dobę (pierwszy próg opadów stwarzający zagrożenie podtopieniami). Wskaźnik zaproponowany przez Gorgoń i inni (2014). Wyniki wskazują na wzrost liczby dni o 0.3 i 0.6 dnia odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP8.5 (liczba dni większa o 0.5 dnia) niż dla RCP4.5.

Liczba dni w roku z opadem większym lub równym 50mm/dobę (opad klasyfikowany jako groźny powodziowo). Wskaźnik zaproponowany przez Gorgoń i inni (2014). Wyniki wskazują na wzrost liczby dni z opadem wyższym niż 50 mm/dobę o 0.11 i 0.19 dnia odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Zbliżone wyniki uzyskano dla obu scenariuszy.

Liczba dni w roku z opadem większym lub równym 70mm/dobę (klasyfikowany jako opad powodziowy). Wskaźnik zaproponowany przez Gorgoń i inni (2014). Wyniki wskazują na wzrost liczby dni z opadem wyższym niż 70 mm/dobę o 0.03 i 0.07 dnia odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Zbliżone wyniki uzyskano dla obu scenariuszy.

Liczba dni w roku z opadem większym lub równym 100mm/dobę (klasyfikowany jako opad katastrofalny). Wskaźnik zaproponowany przez Gorgoń i inni (2014). Wyniki wskazują na wzrost liczby dni z opadem wyższym niż 100 mm/dobę do okresu 2071-2100 oraz spadek w pierwszym okresie zmienionego klimatu. Zbliżone wyniki uzyskano dla obu scenariuszy.

Opad maksymalny (wskaźnik stosowany w ramach projektu KLIMADA oraz SPA2020). Wyniki wskazują na wzrost maksymalnych rocznych opadów o 2.2 i 6.8 mm/dobę odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP8.5 (4.9 mm/dobę) niż dla RCP4.5 (4.1 mm/dobę).

Najdłuższy okres bez opadu (wskaźnik stosowany w ramach projektu KLIMADA oraz SPA2020). Wyniki wskazują na skrócenie czasu trwania najdłuższego okresu bez opadów o -0.9 i -0.6 dnia odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP8.5 (-0.8 dnia) niż dla RCP4.5 (-0.7 dnia).

Liczba dni w roku bez opadu (wskaźnik stosowany w ramach projektu KLIMADA oraz SPA2020). Wyniki wskazują na zmniejszenie ich liczby o -3.2 i -5.4 dnia odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP8.5 (-4.9 mm/dobę) niż dla RCP4.5 (-3.7 dnia).

Liczba okresów w ciągu roku z opadem większym niż 1 mm (wskaźnik stosowany w ramach projektu KLIMADA oraz SPA2020). Wyniki wskazują na wzrost liczby okresów z opadem wyższym niż 1mm/dobę o 0.2 i 0.3 dnia odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP8.5 (0.3) niż dla RCP4.5 (0.2).



Tabela 3 Przedstawia wyniki analiz scenariuszy klimatycznych dla Radomia w zakresie prognozowanych zmian opadów. Wskazuje ona na nieznaczne zwiększenie liczby dni i wielkości opadów intensywnych, zwiększenie opadów ekstremalnych, oraz wydłużenie się okresów bezopadowych.

Oszacowania wyników dziesięciu modeli klimatycznych odnośnie zmian liczby dni z dobową sumą opadu wyższą niż 30mm wskazują na wzrost liczby dni o 0.3 i 0.6 dnia odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Porównanie zmian liczby dni z opadem wyższym niż 30mm/dobę pomiędzy scenariuszami emisji RCP4.5 i RCP8.5 wskazuje, że większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP8.5 niż dla RCP4.5. Porównanie szacowanych zmian w liczbie dni z opadem większym niż 30mm/dobę pomiędzy dziesięcioma modelami klimatycznymi we wszystkich przypadkach wskazują na wzrost liczby dni z opadem wyższym niż 30mm/dobę.

Oszacowania dziesięciu modeli klimatycznych odnośnie opadów maksymalnych wskazują na wzrost maksymalnych rocznych opadów o 2.2 i 6.8 mm/dobę odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Porównanie zmian maksymalnego rocznego opadu pomiędzy scenariuszami emisji RCP4.5 i RCP8.5 wskazuje, że większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP8.5 (4.9 mm/dobę) niż dla RCP4.5 (4.1 mm/dobę). Porównanie wyników pomiędzy dziesięcioma modelami klimatycznymi wskazują na zgodność odnośnie kierunku zmian. Otrzymane wyniki dla wszystkich modeli wskazują na wzrost wartości maksymalnego rocznego opadu, lecz w zależności od modelu różnią się intensywnością zmian.

Oszacowania wyników dziesięciu modeli klimatycznych odnośnie długości najdłuższego okresu bez opadu w ciągu roku kalendarzowego wskazują na skrócenie czasu trwania najdłuższego okresu bez opadów o -0.9 i -0.6 dnia odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Porównanie zmian czasu trwania najdłuższego okresu bez opadu pomiędzy scenariuszami emisji RCP4.5 i RCP8.5 wskazuje, że większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP8.5 (-0.8 dnia) niż dla RCP4.5 (-0.7 dnia). Porównanie szacowanych zmian czasu trwania najdłuższego okresu bez opadu pomiędzy dziesięcioma modelami klimatycznymi dla wszystkich modeli za wyjątkiem CNRM-CM5-CCLM4-8-17 wskazują na skrócenie czasu trwania najdłuższego okresu bez opadu, w zależności od modelu różnią się intensywnością zmian.

Oszacowania wyników dziesięciu modeli klimatycznych odnośnie liczby dni bez opadu w ciągu roku kalendarzowego wskazują na zmniejszenie ich liczby o -3.2 i -5.4 dnia odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Porównanie zmian liczby dni bez opadu pomiędzy scenariuszami emisji RCP4.5 i RCP8.5 wskazuje, że większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP8.5 (-4.9 mm/dobę) niż dla RCP4.5 (-3.7 dnia). Otrzymane wyniki odnośnie zmian w liczbie dni bez opadu dla wszystkich modeli wskazują na spadek liczby dni bez opadu, lecz w zależności od modelu różnią się intensywnością zmian.

Szczegółowe wyniki analiz przedstawia Załącznik 2 („Warunki termiczne w Radomiu określone za pomocą danych satelitarnych oraz pozamiejskich pomiarów temperatury powietrza”).



Tabela 4 Zestawienie wskaźników opadowych i ich przewidywanych zmian w perspektywie 2050

Zmienna klimatyczna	Wskaźnik	Jednostka	ref ⁶	RCP 4.5	RCP 8.5
Opad	Liczba dni w roku z opadem większym lub równym 30mm/dobę (pierwszy próg opadów stwarzający zagrożenie podtopieniami)	dzień	1,57	0,29	0,44
	Liczba dni w roku z opadem większym lub równym 50mm/dobę (opad klasyfikowany jako groźny powodziowo)	dzień	0,37	0,13	0,14
	Liczba dni w roku z opadem większym lub równym 70mm/dobę (klasyfikowany jako opad powodziowy)	dzień	0,1	0,05	0,07
	Liczba dni w roku z opadem większym lub równym 100mm/dobę (klasyfikowany jako opad katastrofalny)	dzień	0,04	0,00	0,01
	Opad maksymalny	mm/dzień	46,1	1,9	4,7
	Najdłuższy okres bez opadu	dzień	25,8	-1,3	-1,1
	Liczba dni w roku bez opadu	dni	275	-2,5	-5,0
	Liczba okresów w ciągu roku z opadem większym niż 1 mm i dłuższym niż 5 dni	liczba okresów	0,5	0,1	0,2

⁶ symulacje skorygowane okres referencyjny wartość średnia z trzydziestolecia



3.1.3 Inne wskaźniki klimatyczne

Tabela 5 Przedstawia wyniki analiz scenariuszy klimatycznych dla Radomia dla innych czynników klimatycznych. Wskazuje ona na następujące zmiany w stosunku do obecnych warunków:

Opad śniegu

Liczba dni w ciągu roku z intensywnymi opadami śniegu powyżej określonej wartości granicznej. Wyniki wskazują na spadek liczby dni z intensywnymi opadami śniegu w ciągu roku kalendarzowego o 0.1 i 0.2 dnia odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP8.5 (-0.2) niż dla RCP4.5 (-0.1).

Wysokość pokrywy śnieżnej

liczba dni z pokrywą śnieżną (wskaźnik stosowany w ramach projektu KLIMADA oraz SPA2020). Wyniki wskazują na spadek wartości tego wskaźnika o 15.2 (RCP4.5) i 19.9 dnia (RCP8.5) dla pierwszego okresu zmienionego klimatu w stosunku do okresu referencyjnego. Oszacowania dla drugiego okresu zmienionego klimatu wskazują na dalszy spadek liczby dni z pokrywą śnieżną o 29.0 i 51.8 dnia odpowiednio dla scenariusza emisji RCP4.5 i RCP8.5.

Prędkość wiatru

Liczba dni z wiatrem max > 10 m/s (wskaźnik stosowany w ramach projektu KLIMADA oraz SPA2020). Wyniki wskazują na spadek liczby dni o 0.6 i 0.8 dnia odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Porównanie zmian liczby dni pomiędzy scenariuszami emisji RCP4.5 i RCP8.5. Większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP4.5 (-1.0) niż dla RCP8.5 (-0.5).

Najdłuższy okres z wiatrem max > 10 m/s (wskaźnik stosowany w ramach projektu KLIMADA oraz SPA2020). Wyniki wskazują na skrócenie okresu z maksymalną dobową prędkością wiatru większą niż 10m/s w ciągu roku kalendarzowego o 0.08 i 0.14 dnia odpowiednio do okresu 2021-2050 i 2071-2100. Większe zmiany otrzymano dla scenariusza emisji RCP4.5 (-0.15) niż dla RCP8.5 (-0.05).

Liczba dni z wiatrem max > 15 m/s (wskaźnik stosowany w ramach projektu KLIMADA oraz SPA2020). Wyniki wskazują na brak zmian dla średniej z wiązki.

Najdłuższy okres z wiatrem max > 15 m/s (wskaźnik stosowany w ramach projektu KLIMADA oraz SPA2020). Wyniki wskazują na brak zmian dla średniej z wiązki.

Liczba dni z wiatrem max > 20 m/s (wskaźnik stosowany w ramach projektu KLIMADA oraz SPA2020). Wyniki wskazują na nieznaczny spadek (-0.2 dnia dla dwóch przyszłych okresów i dwóch scenariuszów emisji).

Najdłuższy okres z wiatrem max > 20 m/s (wskaźnik stosowany w ramach projektu KLIMADA oraz SPA2020). Wyniki wskazują na nieznaczny spadek (-0.2 dnia dla dwóch przyszłych okresów i dwóch scenariuszów emisji).



Susze meteorologiczne

Przeciętne wartości wskaźnika SPI dla poszczególnych okresów. Zestawienie oszacowanych średnich z wiązki modeli klimatycznych wskazuje na większe sumy opadu dla większości przypadków w dwóch przyszłych okresach. Większe zmiany otrzymano dla dalszej przyszłości niż bliskiej przyszłości a także dla scenariusza emisji RCP8.5 niż dla RCP4.5.

Liczba przypadków z określonym typem suszy. Dla większości przypadków wyniki wskazują na spadek liczby przypadków z $SPI < -1$ co świadczy o mniejszej liczbie susz meteorologicznych. Jedynie wyniki dla SPI3 (JJA) dla drugiego okresu zmienionego klimatu i scenariusza emisji RCP4.5 wskazują na pogorszenie się warunków w tym okresie.

Dotkliwość suszy (suma wartości SPI). Wyniki wskazują na spadek dotkliwości suszy meteorologicznej dla większości przypadków (różnych skali czasowych). Jedynie wyniki analizy dla SPI3 (JJA) dla scenariusza emisji RCP4.5 w obu przyszłych okresach wskazują na zmniejszenie opadów w stosunku do okresu referencyjnego.

Szczegółowe wyniki analiz przedstawia Załącznik 2 („Warunki termiczne w Radomiu określone za pomocą danych satelitarnych oraz pozamiejskich pomiarów temperatury powietrza”).

Tabela 5 Zestawienie innych wskaźników klimatycznych i ich przewidywanych zmian w perspektywie 2050

Zmienna klimatyczna	Wskaźnik	Jednostka	ref ⁷	RCP 4.5	RCP 8.5
Opad śniegu	Liczba dni w ciągu roku z intensywnymi opadami śniegu powyżej określonej wartości granicznej.	dzień	2,85	-0,20	0,00
Wysokość pokrywy śnieżnej	Liczba dni z pokrywą śnieżną	dzień	118,2	-15,20	-17,90
Max Prędkość wiatru	Liczba dni z wiatrem max > 10 m/s	dzień	16,1	-0,9	-0,3
	Najdłuższy okres z wiatrem max > 10 m/s	dni	2,8	-0,10	0,00
	Liczba dni z wiatrem max > 15 m/s	dzień	0,32	-0,02	0,02
	Najdłuższy okres z wiatrem max > 15 m/s	dni	0,25	-0,03	0,00
	Liczba dni z wiatrem max > 20 m/s	dzień	0,0033	-0,0033	-0,0033
	Najdłuższy okres z wiatrem max > 20 m/s	dni	0,0033	-0,0033	-0,0033

⁷ symulacje skorygowane okres referencyjny wartość średnia z trzydziestolecia



3.2 Powierzchniowa Miejska Wyspa Ciepła

Szczegółową analizę temperatur powierzchni Radomia Przedstawia Załącznik 3.

3.2.1 Przykładowe rozkłady przestrzenne temperatury powierzchni (LST) określone za pomocą zobrazowań satelitarnych, przy temperaturach powietrza wynoszących ok. 0°C, 10°C, 20°C i 30°C

Pierwszy etap prac obejmował analizę rozkładu temperatury powierzchni (LST – *ang. Land Surface Temperature*) w Radomiu, wykonaną dla 4 wybranych zdjęć satelitarnych, przy temperaturze powietrza ok. 0°C, 10°C, 20°C i 30°C. Analiza służyła wstępnemu rozpoznaniu obszarów miasta o temperaturach podwyższonych w stosunku do temperatur przemieść, oraz nasilenia zjawiska miejskiej wyspy ciepła przy różnych temperaturach powietrza.

Temperatura powierzchni zanotowana przy temperaturze powietrza wynoszącej ok. 0°C („próg 0°C”, 25 grudzień 2015r.), charakteryzowała się stosunkowo niewielkim zróżnicowaniem pomiędzy terenami miasta i jego przedmieść, wynoszącym ok. 3°C (Rysunek 1). Najwyższe temperatury powierzchni przekraczające 1,6°C, występowały w centrum miasta, w obszarze o najwyższym stopniu urbanizacji. W części południowej, wschodniej i południowo-wschodniej miasta temperatury oscylowały w zakresie 0-0,5°C. Najniższe temperatury, poniżej 0°C, wystąpiły na zachód oraz północny zachód od centrum miasta.

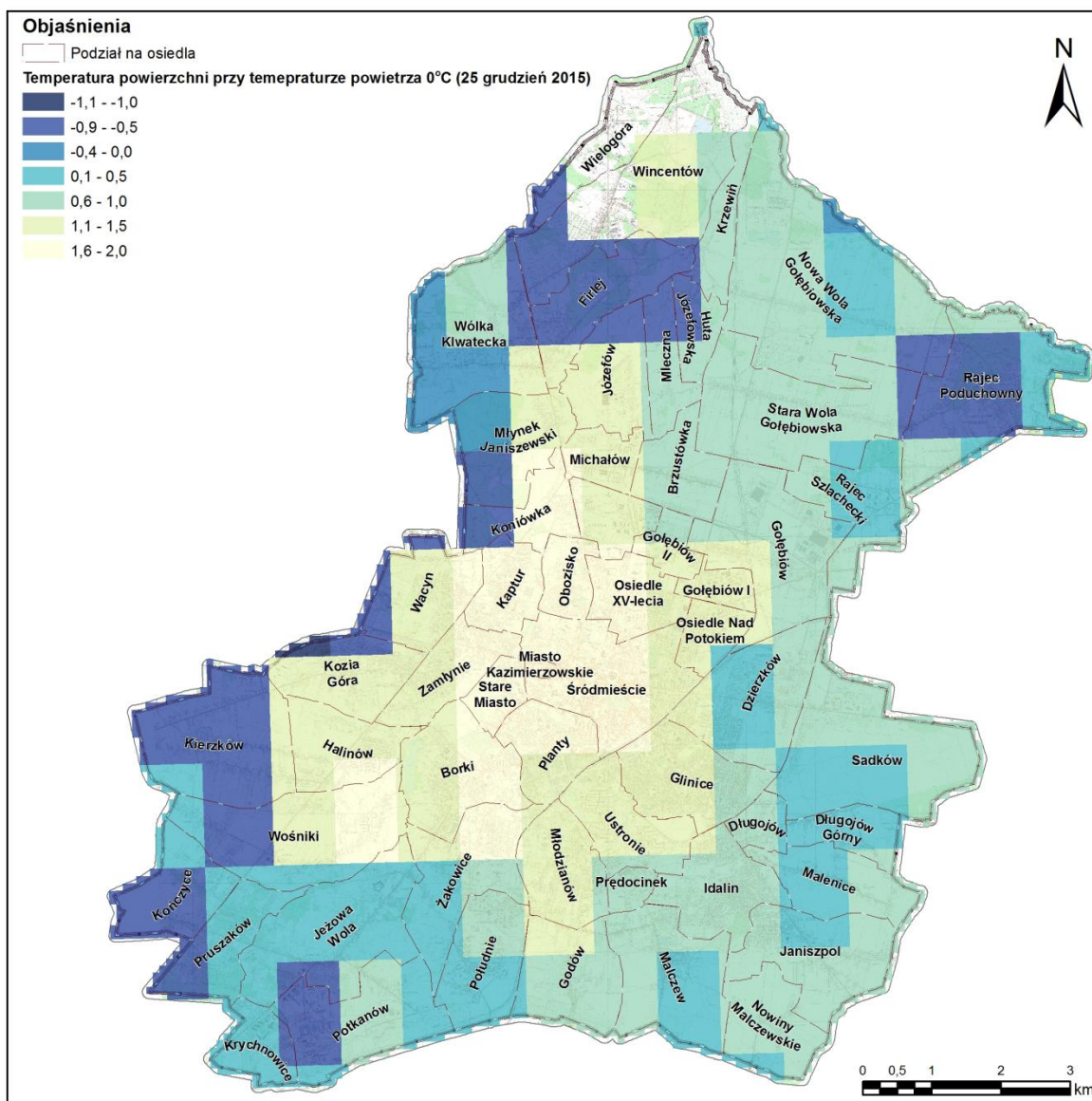
Zdjęcie wykonane przy temperaturze powietrza ok. 10°C („próg 10°C”, 27 marzec 2016r.) rozkład przestrzenny temperatury powierzchni był zauważalnie różny niż w przypadku „progu 0°C”. Zjawisko powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła było bardziej wyraźne, rozpiętość temperatur wyższa - wynosiła ok. 5°C, a spadek temperatury w miarę oddalania się od centrum bardziej gwałtowny (Rysunek 2). Najwyższa LST (17,89°C) wystąpiła w ścisłym centrum miasta, w okolicach dworca kolejowego. Na obszarze osiedli mieszkaniowych znajdujących się poza ścisłym centrum Radomia (Młodzianów, Wacyn, Osiedle Akademickie, Idalin, Gołębiów), temperatura powierzchniowa była niższa i wynosiła ok. 15°C. Najniższe temperatury występowały na obrzeżach miasta (ok. 13°C).

Rozkład LST przy temperaturze powietrza wynoszącej ok. 20°C („próg 20°C”, 6 czerwiec 2016r.) charakteryzuje się największą amplitudą (ok 13°C) pomiędzy temperaturami w mieście i na jego obrzeżach, spośród wszystkich analizowanych progów temperaturowych (Rysunek 3). Najwyższa temperatura powierzchni (34-35°C) wystąpiła w centrum miasta, lecz nie tylko w okolicach dworca kolejowego, lecz na znacznie większym obszarze (osiedla Idalin, Młodzianów, Borki, Stare Miasto, Glinice). Północna część obszaru, znajdująca się w obrębie granic administracyjnych miasta, jest również stosunkowo ciepła – temperatura powierzchni wynosi powyżej 26°C). W północno-wschodniej części miasta również występują wysokie kontrasty termiczne (powyżej 8°C) pomiędzy sąsiednimi zdjęciami. Najniższe obserwowane temperatury wynoszą ok 22°C i są zlokalizowane na samych obrzeżach miasta. Daje się również zauważyć łagodzący wpływ wcinających się w obszar miasta od strony południowego zachodu, niezabudowanych lub luźno zabudowanych dolin rzek



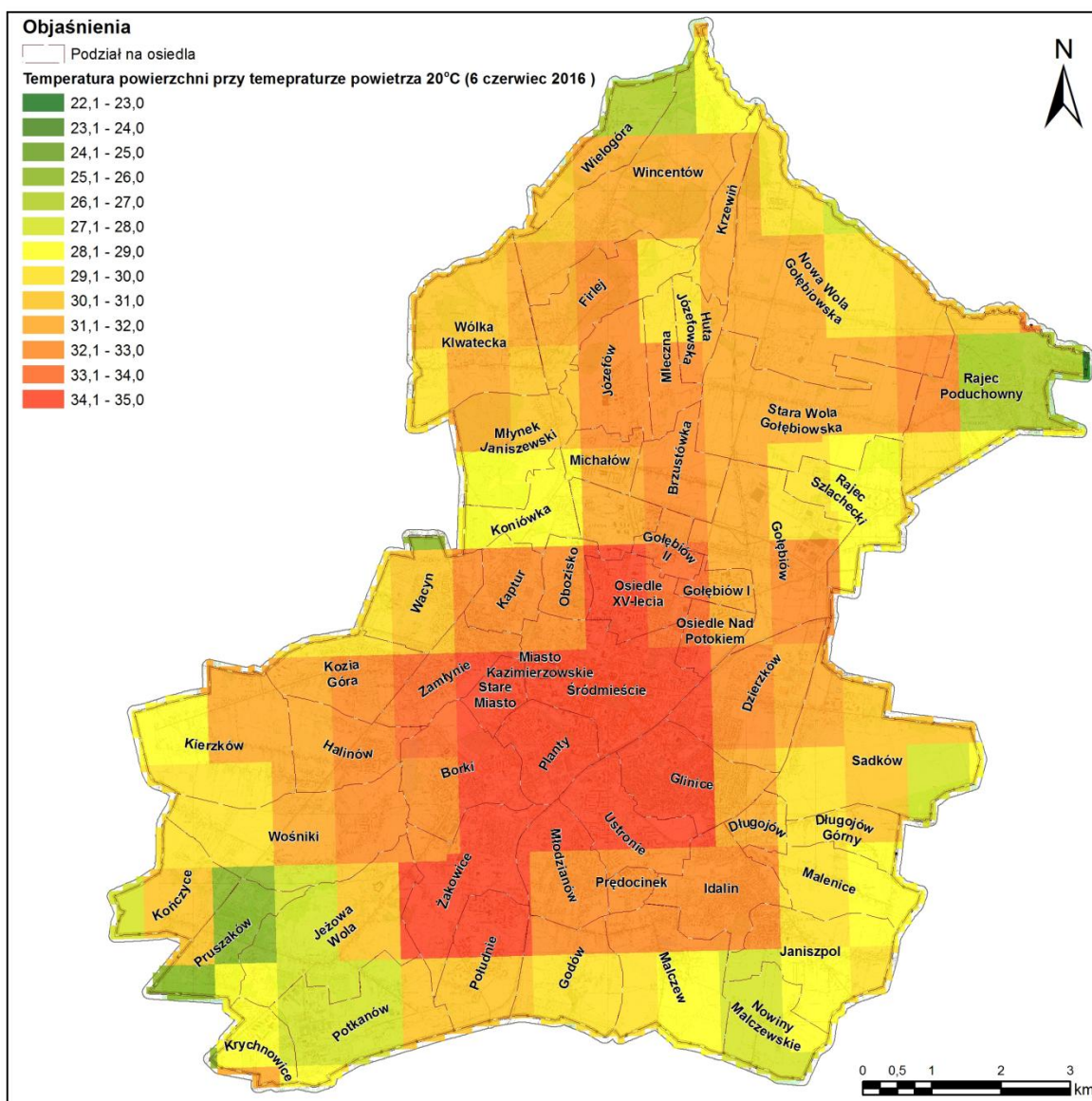
Mlecznej i Kosówki, ciekłu źródłiskowego rzeki Mlecznej – Strumienia Godowskiego oraz Zbiorników Godowskich.

Przy temperaturze powietrza ok. 30°C („próg 30°C”, 12 czerwiec 2015r.) temperatury powierzchni w Radomiu osiągały bardzo wysokie wartości, mieszczące się w zakresie 34,8-42,5°C (Rysunek 4). Amplituda obserwowanych temperatur niższa niż w przypadku „progu 20°C” (poniżej 8°C), co wskazuje na silne i stosunkowo wyrównane nagrzewanie się terenu miasta przy najwyższych, sięgających 30°C, temperaturach powietrza. W tym przypadku, LST powyżej 40°C zanotowano nie tylko w centrum miasta, lecz na wielu jego obszarach uszczelnionych, w tym obszarach przemysłowych, składowych, usługowych. Na większości powierzchni miasta temperatury powierzchni przekraczały 35°C. Wyraźnie da się zauważyć łagodzący wpływ wcinających się w obszar miasta od strony południowego zachodu dolin rzecznych Mlecznej i Kosówki a także obszarów Rodzinnych Ogródków Działkowych "Jarzębina" w dzielnicy Pruszków, od strony zachodu – w dzielnicy Młynek Janiszewski - kompleksu leśnego „Lasek Kapturski”, sąsiadującego z łąkami nad rzeką Mleczną oraz dolinką Potoku Janiszewskiego, a na obszarze północno – wschodnim w dzielnicy Rajec Poduchowny – doliny rzeki Pacynki i luźno zabudowanych terenów.

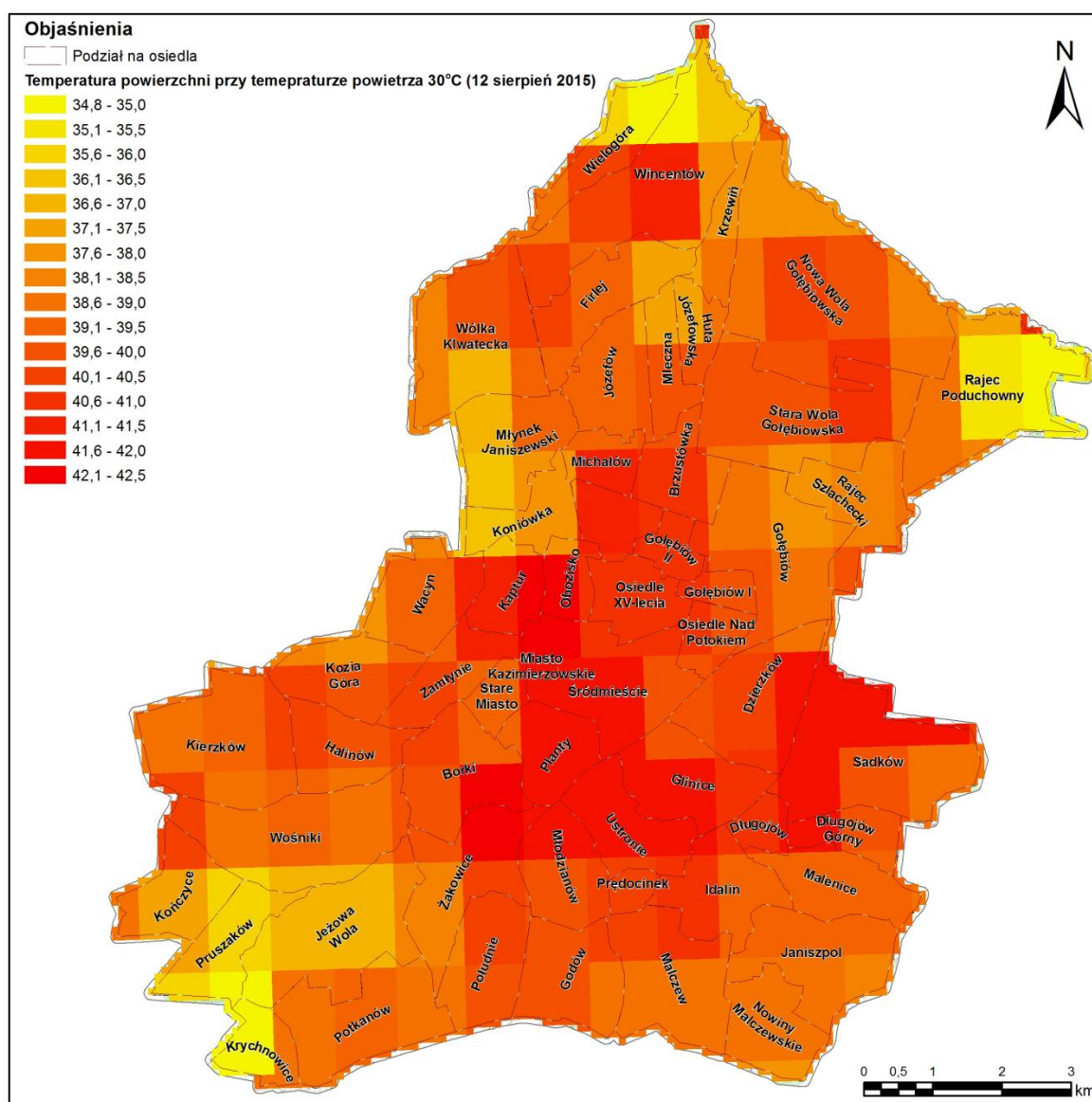


Rysunek 1. Temperatura powierzchni przy temperaturze powietrza 0°C.





Rysunek 3. Temperatura powierzchni przy temperaturze powietrza 20°C.



Rysunek 4. Temperatura powierzchni przy temperaturze powietrza 30°C.



3.2.2 Uśrednione rozkłady przestrzenne temperatury powierzchni (LST) określone za pomocą wielu obrazowań satelitarnych dla zakresów temperatur powietrza

Drugi etap prac obejmował analizę rozkładu temperatury powierzchni wykonaną dla wielu obrazowań, dla temperatur powietrza w przedziałach -5°C do 5°C (mediana 0°C , 19 zdjęć), 5°C do 15°C (mediana 10°C , 40 zdjęć), 15°C do 25°C (mediana 20°C , 42 zdjęcia), oraz 25°C do 35°C (mediana 30°C , 29 zdjęć). Sporządzono uśrednione mapy powierzchniowej wyspy ciepła, które posłużyły do analiz podatności.

W analizie wszystkich przedziałów temperatur powietrza, wyraźnie zaznaczają się wyższe temperatury powierzchni w centralnych częściach miasta (szczególnie w dzielnicach: Obozisko, Osiedle XV-lecia, Miasto Kazimierzowskie, Stare Miasto, Śródmieście, Planty, Młodzianów, Ustronie, Glinice), zaś najniższa na obrzeżach miasta. Zaznacza się również różna intensywność miejskiej wyspy ciepła w różnych porach roku.

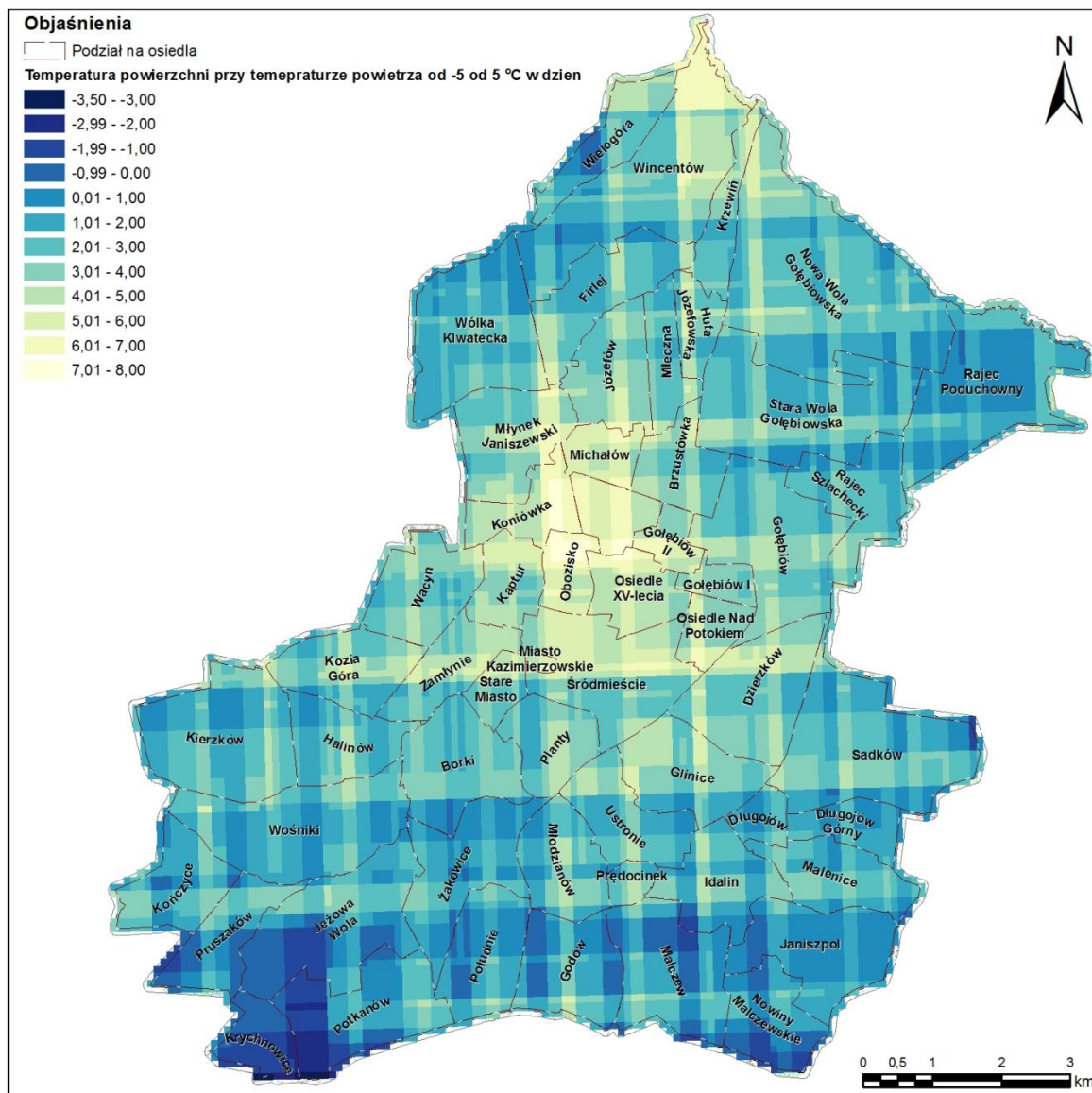
Dla uśrednionych temperatur powietrza w zakresie od -5 do 5°C , najwyższe, przekraczające 7°C temperatury powierzchni, występowały w centrum miasta (osiedla Obozisko, Koniówka, Osiedle XV-lecia) w obszarze o najwyższym stopniu zabudowy. Najniższe LST oscylujące w okolicy $-2,0^{\circ}\text{C}$ do $-3,5^{\circ}\text{C}$ wystąpiły w części południowo-wschodniej (dzielnice Krychnowice, Potkanów, Jeżowa Wola), południowo-zachodniej (osiedla Nowiny Malczewskie i Malczew) oraz wschodniej (Sadków). Amplituda zaobserwowanych temperatur powierzchni była najwyższa spośród wszystkich analizowanych przedziałów, i wyniosła ok. 12°C (Rysunek 5).

Przy temperaturach powietrza w granicach od 5°C do 15°C (mediana 10°C), rozkład przestrzenny temperatury powierzchni był podobny do powyższego (Rysunek 6). Temperatury były jednak bardziej wyrównane w przestrzeni - ich amplituda LST wynosiła niecałe 5°C . Najwyższa LST wystąpiła w ścisłym centrum miasta w dzielnicach Planty, Borki, Młodzianów i Śródmieście. Najniższe temperatury powierzchni utrzymywały się na obrzeżach miasta, szczególnie na jego północno-wschodnich (dzielnica Rajec Poduchowny) i południowo-zachodnich (dzielnice: Kończyce i Pruszków) terenach.

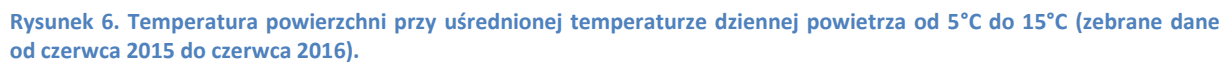
Rozkład uśrednionych LST latem, przy dobowych temperaturach powietrza wynoszących od 15°C do 25°C (Rysunek 3), charakteryzował się również stosunkowo niewielką rozpiętością temperatur powierzchni (amplituda nieco ponad 4°C). Najwyższa LST były notowane w centrum miasta, lecz na większym obszarze niż tylko w okolicach dworca kolejowego (również osiedla Młodzianów, Borki, Ustronie, Stare Miasto, Glinice). Najniższymi temperaturami charakteryzują się tereny obrzeża miasta, pokrywające się z terenami opisanymi dla rozkładu temperatur powierzchni występującego w zimie.

Bardzo wysokie temperatury powierzchni zaobserwowano przy najwyższych dziennych temperaturach powietrza, osiągających wartości w granicach od 25°C do 35°C (Rysunek 8). Najwyższa LST wystąpiła w centrum miasta i na terenach północnych (w dzielnicach Michałów, Brzustówka, Firlej, Wincentów, gdzie znajduje się ścisła zabudowa i zakłady - m.in. zakład Utylizacji Odpadów Komunalnych na terenie dzielnicy Wincentów) gdzie temperatura powierzchni osiągała wartości powyżej 35°C . Podobnie jak w opisywanych wyżej przypadkach, najchłodniejszymi dzielnicami są

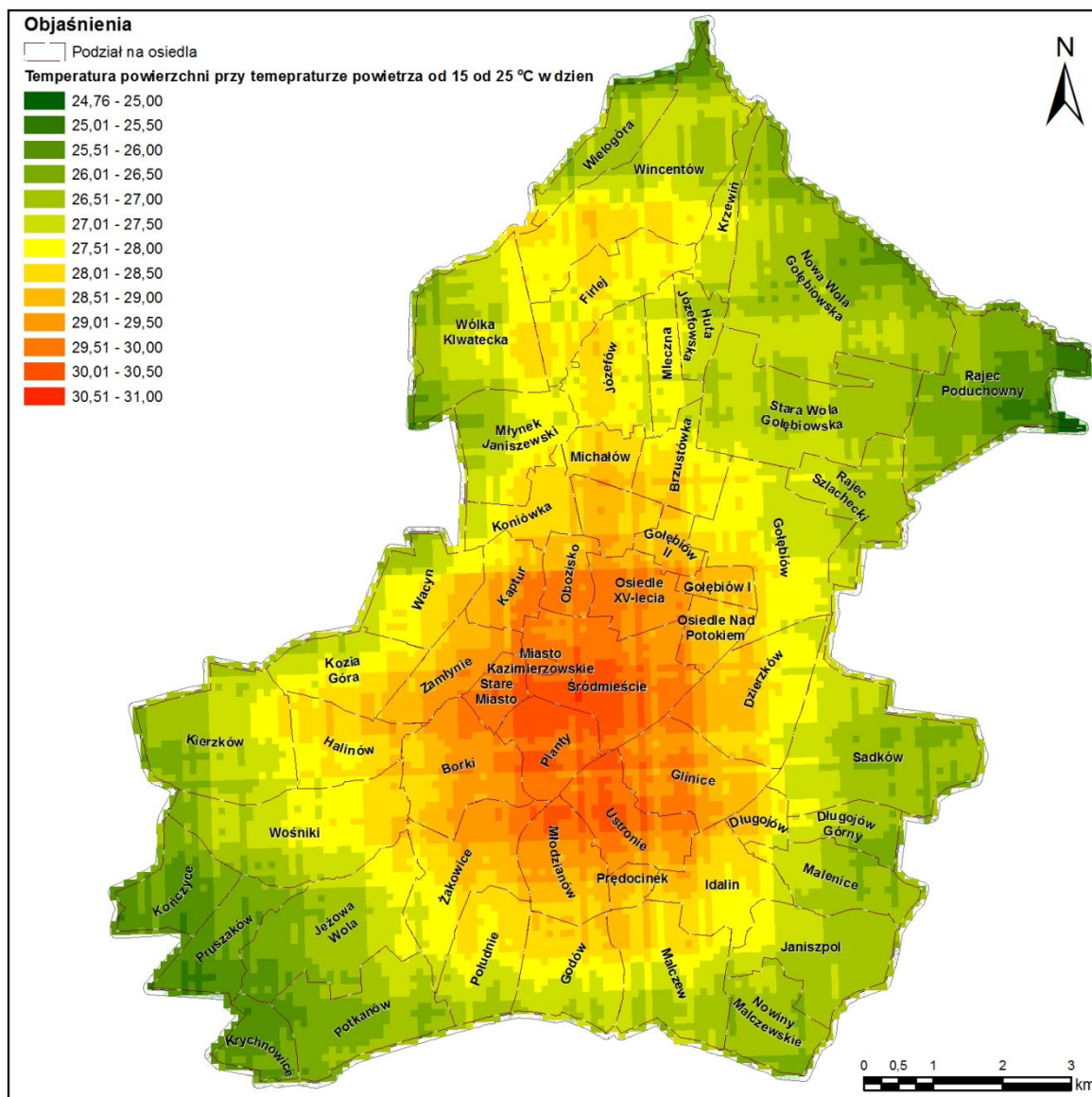
położone w północno-wschodniej części (osiedle Rajec Poduchowny), jak i południowo-zachodniej części miasta (osiedle Pruszków), gdzie temperatura osiągała wartości w granicach 32,6°C do 33,5°C. Amplituda temperatur pomiędzy obszarem miasta a jego obrzeżami wyniosła 6°C.



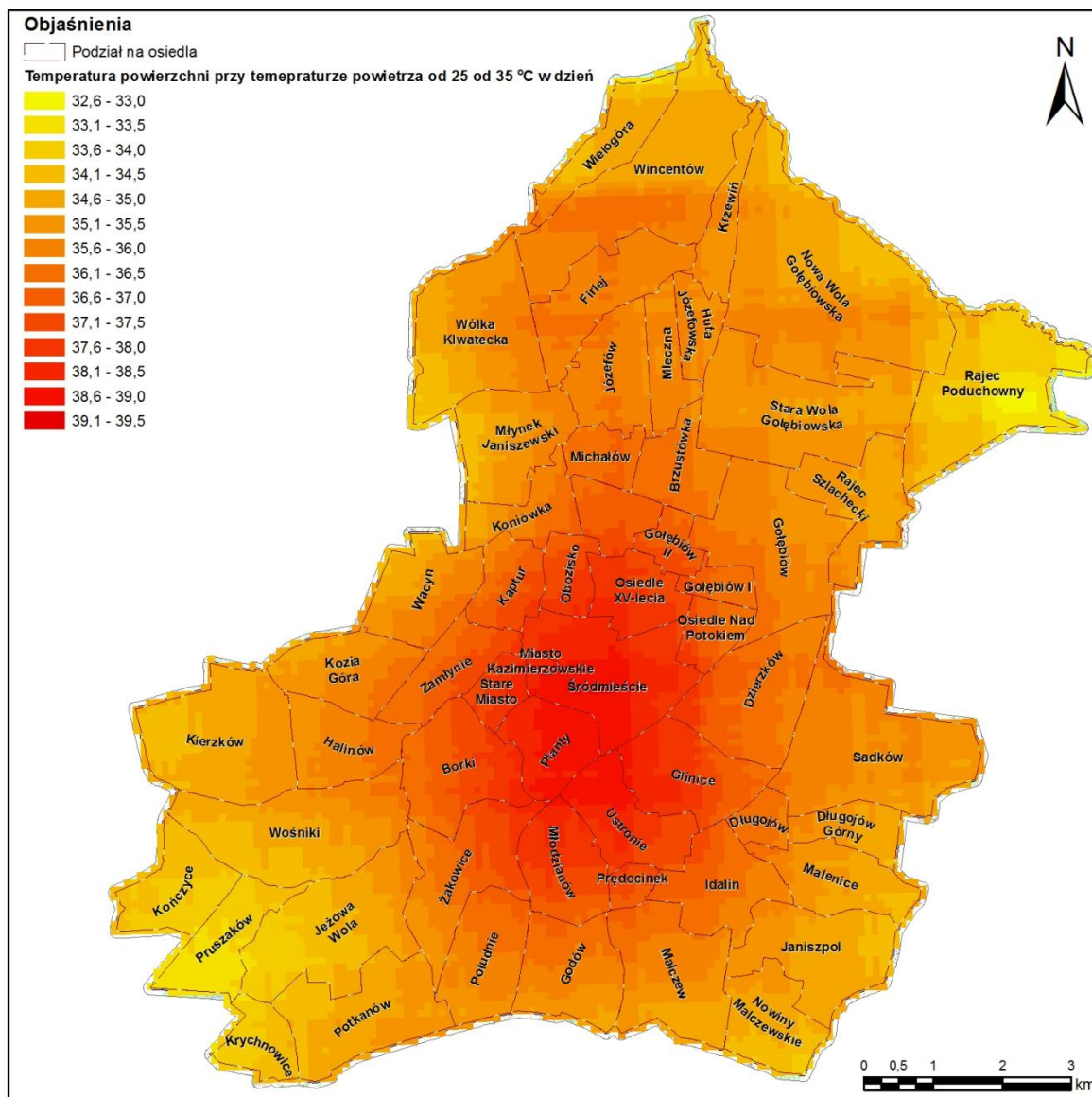
Rysunek 5. Temperatura powierzchni przy uśrednionej temperaturze dziennej powietrza od -5°C do 5°C (zebrane dane od czerwca 2015 do czerwca 2016)



Rysunek 6. Temperatura powierzchni przy uśrednionej temperaturze dziennej powietrza od 5°C do 15°C (zebrane dane od czerwca 2015 do czerwca 2016).



Rysunek 7. Temperatura powierzchni przy uśrednionej temperaturze dziennej powietrza od 15°C do 25°C (zebrane dane od czerwca 2015 do czerwca 2016).



Rysunek 8. Temperatura powierzchni przy uśrednionej temperaturze dziennej powietrza od 25°C do 35°C (zebrane dane od czerwca 2015 do czerwca 2016).

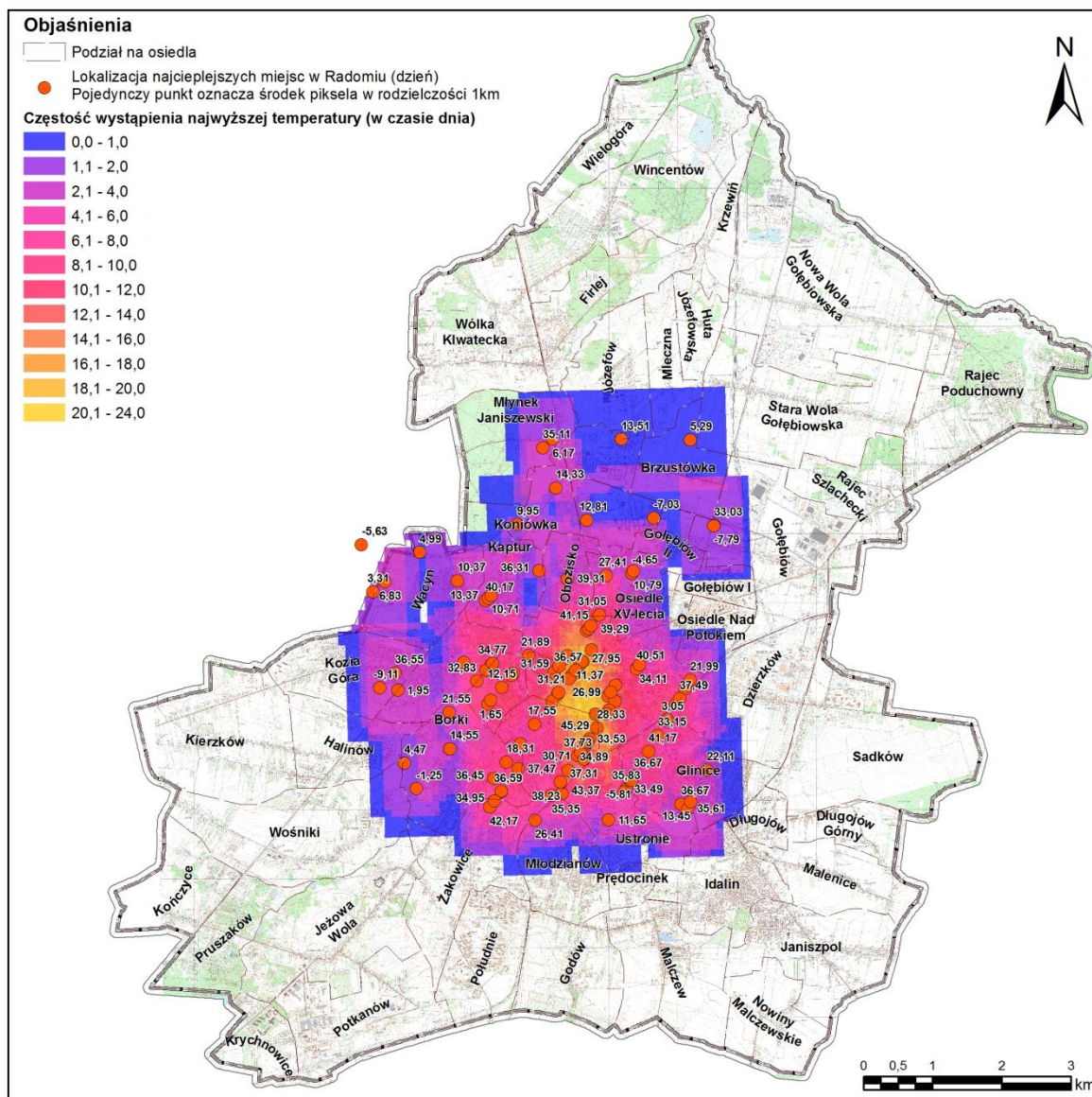


3.2.3 Lokalizacja najwyższych wartości temperatur powierzchni w Radomiu

Poniższe rysunki przedstawiają lokalizację skrajnych (najwyższych) temperatur powierzchni w Radomiu w okresie 06.2015-06.2016, dla dwóch przypadków - nocy i dnia.

Dla każdego obrazu satelitarnego wydzielono punkty, odpowiadające lokalizacji najcieplejszego piksela. Najcieplejsze miejsca w mieście zarówno w nocy jak i dzień znajdują się najczęściej w centrum miasta (Rysunek 9, Rysunek 10). Jest to obszar o najwyższym stopniu urbanizacji, który jest związany z wysokim uszczelnieniem powierzchni. Stąd występowanie najwyższych LST w tych obszarach jest często spotykane w różnych miastach. Nie mniej, występują przypadki, gdy lokalizacja najcieplejszego LST znajduje się poza ścisłym centrum. 1 stycznia 2016 najcieplejsze miejsce w dzień znajdowało się na obszarze pól uprawnych na zachód od miasta poza granicami administracyjnymi. Kilka razy (w dzień 29 listopad 2015 i 31 grudnia 2015 oraz w nocy 4 stycznia 2016 i 2 grudnia 2015) najcieplejsze miejsce było zlokalizowane w pobliżu Zalewu Borki. W nocy 7 lutego 2016 najcieplejszy piksel obrazu satelitarnego znajdował się na obszarze Lasu Kapturskiego (Rysunek 10). Podobnych przypadków jest więcej. Uogólniając jednak, zarówno w dzień jak i w nocy, najcieplejsze miejsca w Radomiu zlokalizowane są prawie zawsze w ścisłym centrum miasta.





Rysunek 10. Lokalizacja najcieplejszych miejsc w Radomiu w czasie dnia wraz z ilościowym udziałem poszczególnych pikseli w siatce 100x100.

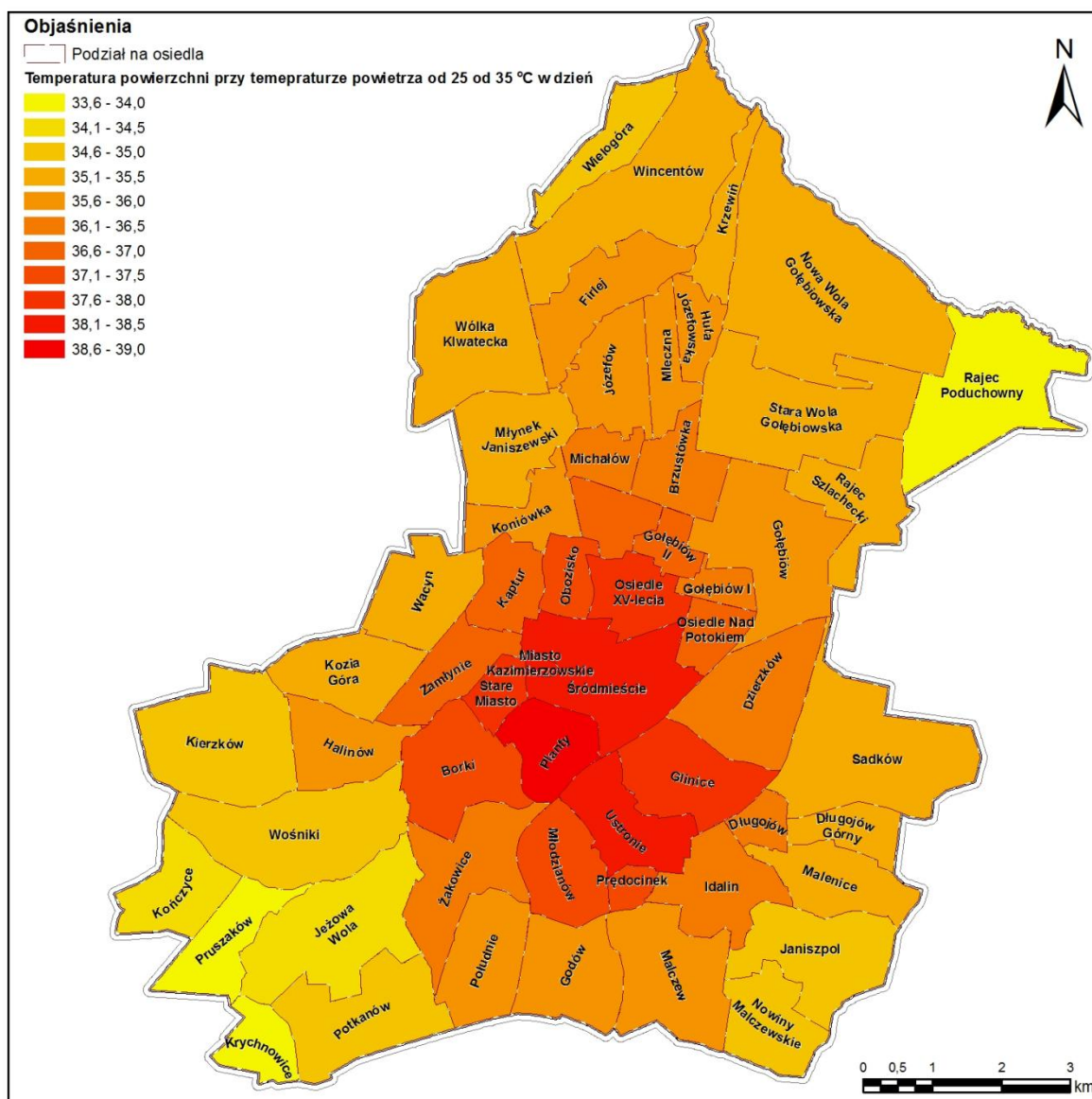


3.2.4 Ekspozycja na wysoką temperaturę w poszczególnych osiedlach

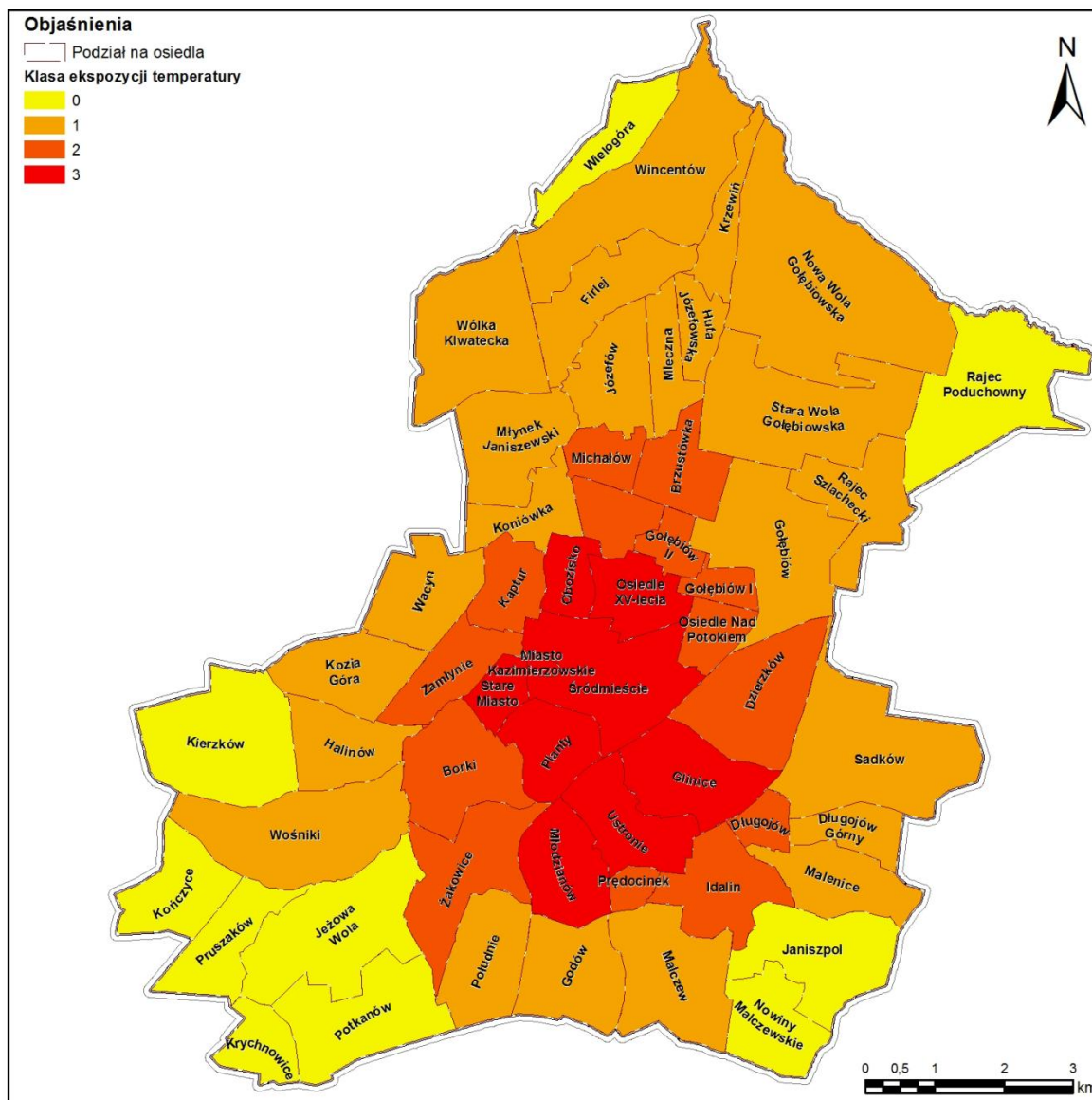
Aby ocenić ekspozycję (narażenie) na podwyższone temperatury w podziale na poszczególne jednostki administracyjne w Radomiu (osiedla), uśredniono wartości powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła przy temperaturze powietrza od 25°C do 30°C dla poszczególnych jednostek. Analiza wyników wskazuje, że najcieplejszymi osiedlami są: Śródmieście, Osiedle XV-lecia, Planty, Miasto Kazimierzowskie, Stare Miasto, Borki, Młodzianów, Ustronie, Glinice (Rysunek 11). Średnia temperatura powierzchni na tych osiedlach, przy temperaturze powietrza ok 30°C, dochodzi nawet do 39°C. Znaczne wartości (w granicach od 34°C do 36°C) osiągają także tereny północne i południowe miasta. Najniższą temperaturą cechują się obszary północno-wschodnie (na obszarze osiedla Rajec Poduchowny) i południowo-zachodnie (osiedla: Pruszków i Krychowice), gdzie temperatura powietrza oscyluje w granicach od 33,6°C do 34,0°C. Rozpiętość temperatur na obszarze miasta jest niewielka i wynosi nieco ponad 5°C. W związku z powyższym, za najbardziej narażone na wysokie temperatury należy uznać osiedla położone w centrum miasta (Tabela 6). Do trzeciej, najwyższej klasy ekspozycji na wysokie temperatury przynależy 9 osiedli: Glinice, Miasto Kazimierzowskie, Młodzianów, Obozisko, Osiedle XV-lecia, Planty, Stare Miasto, Śródmieście i Ustronie (Rysunek 12). 15 osiedli zostało przypisanych do 2 klasy ekspozycji na temperaturę. Są to osiedla położone wokół centrum miasta. Najwięcej osiedli (24) odznacza się pierwszą klasą ekspozycji na temperaturę. Osiedla te położone są w przede wszystkim w północnej, południowej i południowo-wschodniej części miasta. Tabela 6 przedstawia podział osiedli miasta Radomia na klasy ekspozycji na temperaturę.

Tabela 6. Klasy ekspozycji na wysokie temperatury w podziale na osiedla Radomia

Klasa ekspozycji	0	1	2	3
Osiedle	Jeżowa Wola Kierzków Kończyce Krychowice Nowiny Malczewskie Potkanów Pruszków Rajec Poduchowny Wielogóra	Długojów Górny Firlej Godów Gołębiów Halinów Huta Józefowska Janiszpol Józefów Koniówka Kozia Góra Krzewiń Malczew Malenice Mleczna Młynek Janiszewski Nowa Wola Gołębiowska Południe Rajec Szlachecki Sadków Stara Wola Gołębiowska Wacyn Wincentów Wośniki Wółka Klwatecka	Borki Brzustówka Długojów Dzierzków Gołębiów I Gołębiów II Idalin Kaptur Michałów Osiedle Akademickie Osiedle Nad Potokiem Prędocinek Zamłynie Żakowice	Glinice Miasto Kazimierzowskie Młodzianów Obozisko Osiedle XV-lecia Planty Stare Miasto Śródmieście Ustronie



Rysunek 11. Temperatura powierzchni przy temperaturze powietrza od 25°C do 35°C w podziale na dzielnice.



Rysunek 12. Temperatura powierzchni przy temperaturze powietrza od 25°C do 35°C w poszczególnych osiedlach.

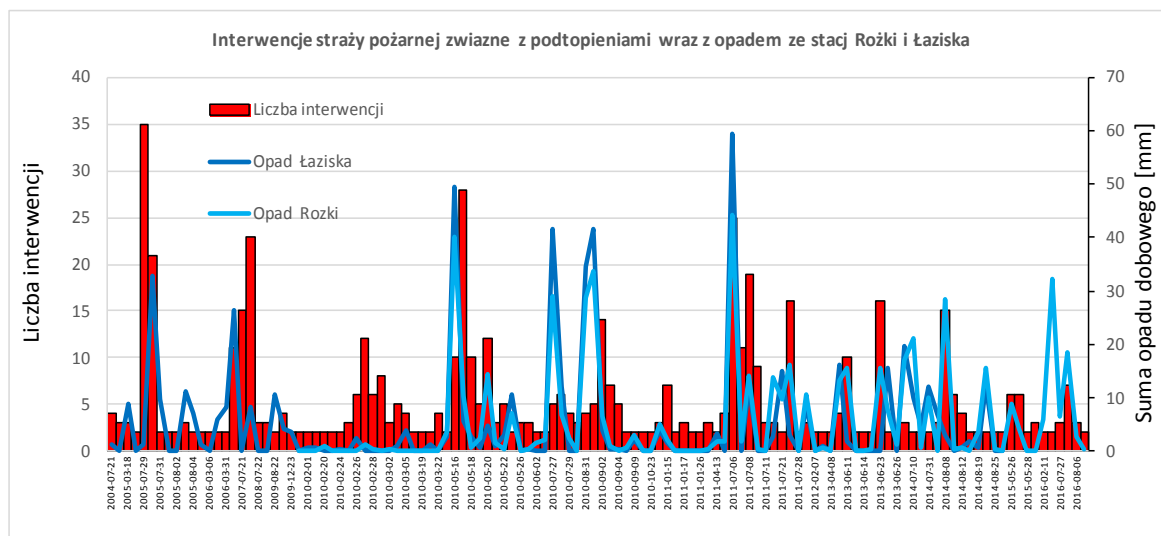
3.3 Powodzie i podtopienia

3.3.1 Interwencje straży pożarnej w latach 2004-2016

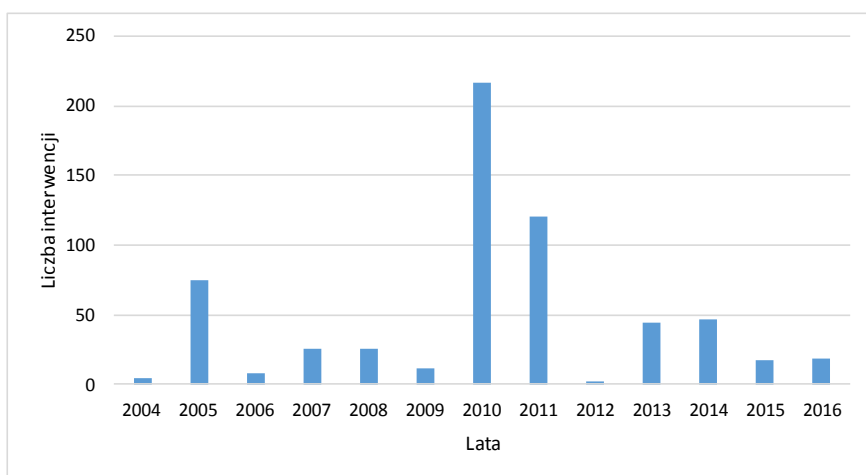
Na obszarze Radomia, w latach 2004-2016 odnotowano 984 interwencji związanych z podtopieniami i powodziami miejskimi, oraz występowaniem opadów nagłych. Interwencje te były ściśle związane z występowaniem opadów w Radomiu (Rysunek 13). Rysunek 14 przedstawia liczbę interwencji w poszczególnych latach.

Najwięcej interwencji zanotowano dla klasy opadu mieszczącej się w przedziale 0-10mm (454 interwencji), zaś najmniejszą liczbę (17 interwencji) dla klasy opadu 20-30mm (dane ze stacji Łaziska). Dane ze stacji Rożki również wykazują największą liczbę interwencji (287) dla klasy opadu 0-10mm, zaś najmniejszą dla klasy opadu 30-40mm, gdzie zainterweniowano 7 razy. Największą liczbę dni z opadem zanotowano dla klasy opadu 0 (2292 dni na stacji Łaziska i 1319 na stacji Rożki), zaś najmniejszą (od 0 do 2 dni) dla klasy opadu 50-60 (Rysunek 15, Rysunek 16), zarówno na stacji Łaziska jak i stacji Rożki.

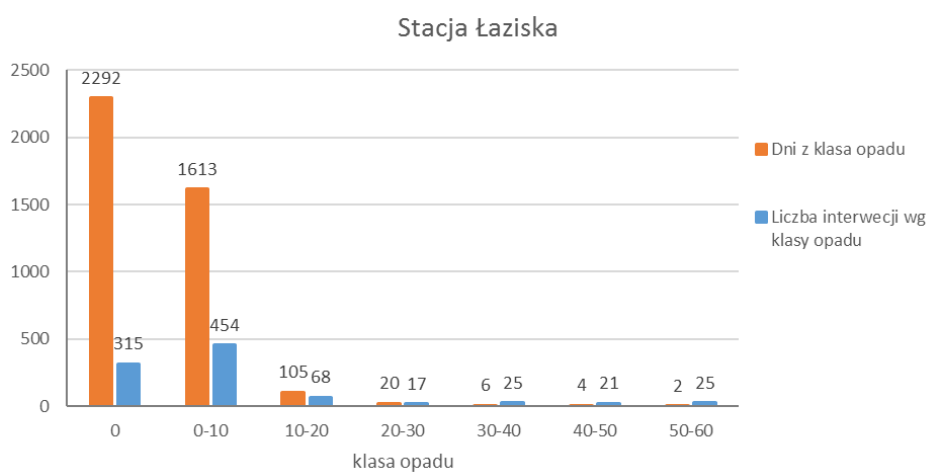
Najwięcej interwencji w badanym okresie 2004-2016 zanotowano w osiedlach: Śródmieście, Obozisko, Glinice, Planty, Malenice, Borki i Mleczna, gdzie zainterweniowano ponad 30 razy (Rysunek 18, Rysunek 17).



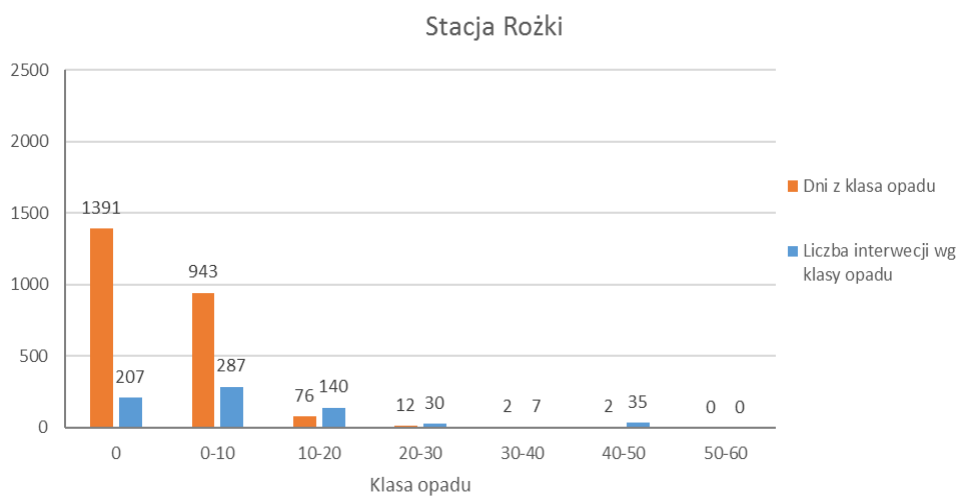
Rysunek 13. Liczba interwencji straży pożarnej związanej z podtopieniami wraz z opadem stacji Rożki i Łaziska w okresie 2004-2016



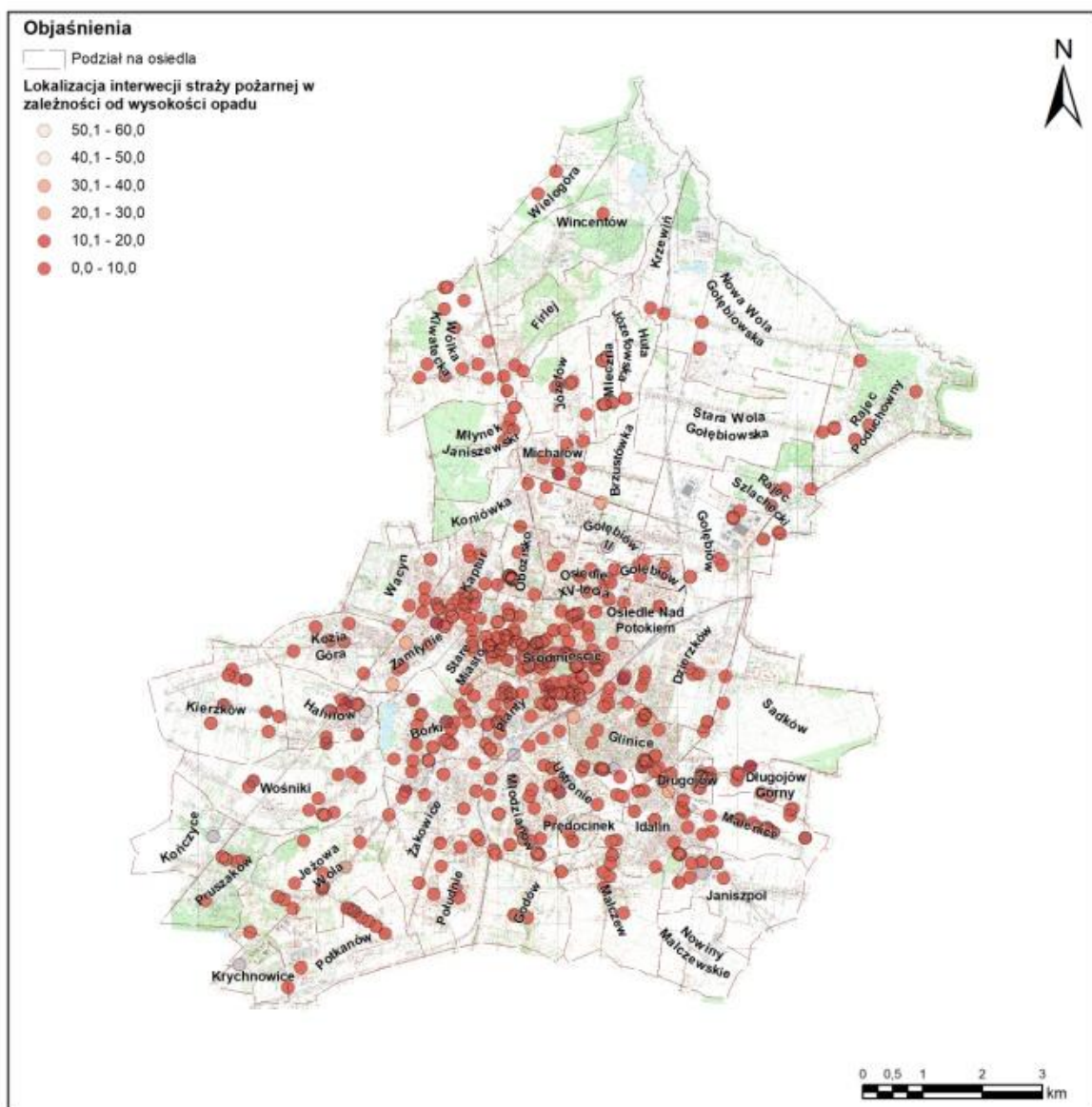
Rysunek 14. Roczna liczba interwencji straży pożarnej związanej z podtopieniami w latach 2004-2016



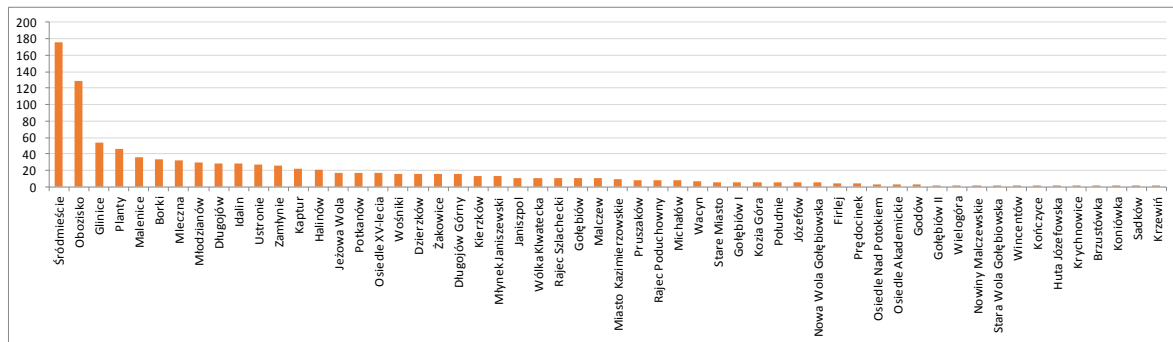
Rysunek 15. Liczba dni z klasą opadu oraz interwencji według klasy opadu w stacji Łaziska w latach 2004-2016



Rysunek 16. Liczba dni z klasą opadu oraz interwencji według klasy opadu w stacji Różki w latach 2004-2016



Rysunek 17. Interwencje straży pożarnej w zależności od wielkości opadu.



Rysunek 18 Liczba interwencji straży pożarnej w poszczególnych osiedlach



3.3.2 Zagrożenie ze strony rzek

Analiza podtopień od strony rzeki w roku 2016 oraz prognozowanych dla roku 2050 wskazuje, iż przy opadzie o prawdopodobieństwie 1% (raz na sto lat) i czasie trwania 24h, w roku 2016 podtopionych może być 429,7 ha przestrzeni miejskiej Radomia. W roku 2050 powierzchnia ta dla opadu o tym samym prawdopodobieństwie i czasie trwania wzrośnie o ponad 50% i wyniesie 681,6 ha (Tabela 7).

Największe zagrożenie powodziowe w Radomiu stanowi rzeka Mleczna, płynąca przez cały północny i północno – wschodni obszar miasta, w osiedlach: Wincentów, Firlej, Młynek Janiszewski, Koniówka, Kaptur, Miasto Kazimierzowskie, Stare Miasto, Zamłynie, Borki, Jeżowa Wola i Pruszków (Rysunek 19). Potok Północny, przecinający Radom w centralnej części miasta, stanowi potencjalne zagrożenie w osiedlach: Dzierzków, Osiedle Nad Potokiem, Osiedle XV-lecia i Obozisko. Zagrożenie powodziowe w mieście niesie również lewy dopływ rzeki Mleczej – Strumień Halinowski, przepływający przez wschodnie osiedla miasta: Zamłynie, Kozia Góra i Kierzków. Na południu miasta niewielkie zagrożenie powodziowe mogą powodować ciekі źródłowe rzeki Mleczej – Potok Malczewski i Strumień Godowski.

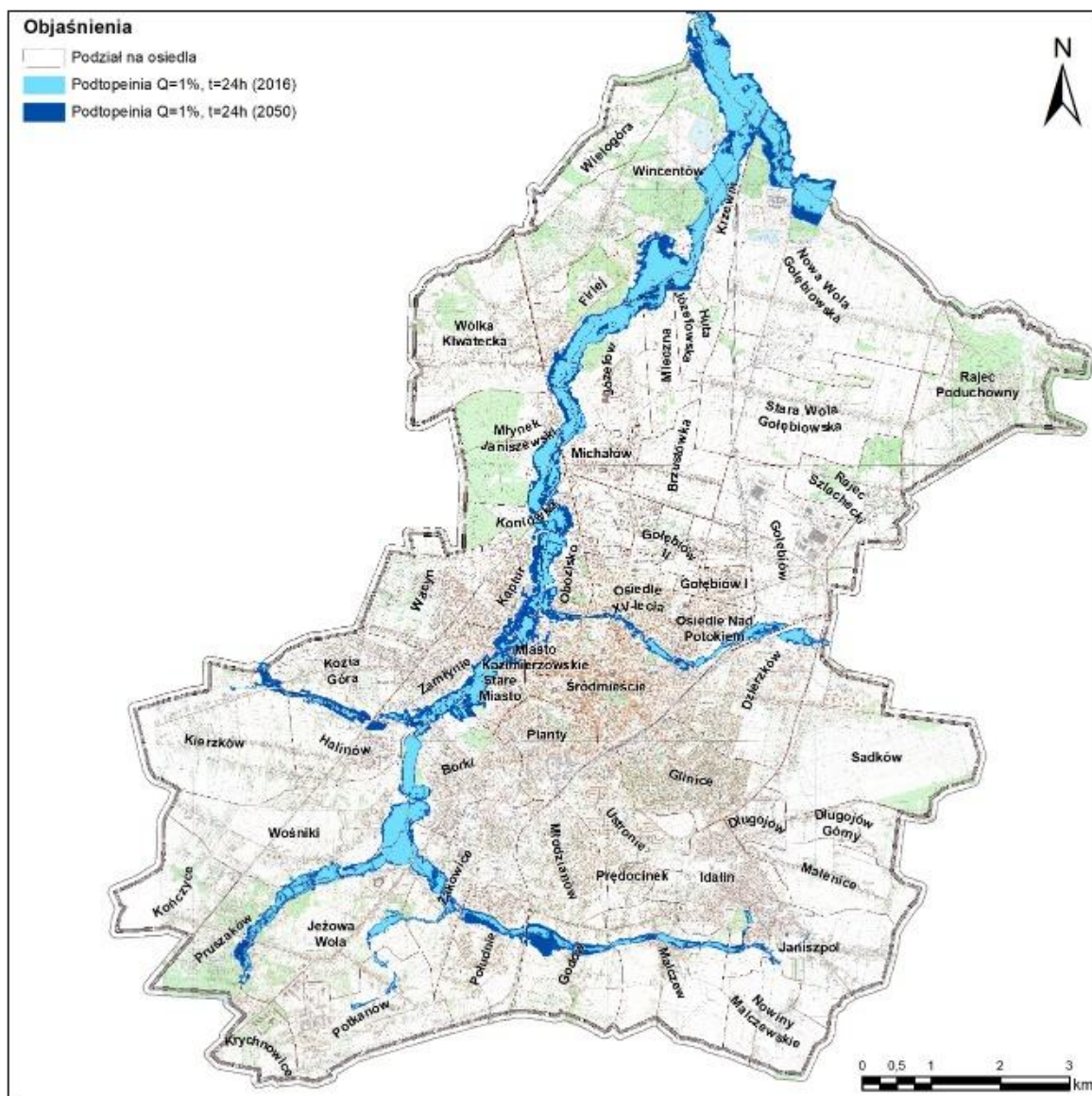
Za najbardziej narażone na podtopienia należy uznać obszary położone wokół rzeki Mleczej i jej dopływów: Potoku Północnego, Strumienia Halinowskiego oraz jej cieków: Potoku Malczewskiego i Strumienia Godowskiego. Tym obszarom, o łącznej powierzchni 681,64 ha, nadano najwyższą 3 klasę ekspozycji (narażenia; Rysunek 20). Do 2 klasy ekspozycji zakwalifikowano obszary łącznej powierzchni 429,71 ha, zaś do 1 klasy - o powierzchni 496,67 ha. Ekspozycję na podtopienia spowodowane przez rzeki w roku 2016 oraz prognozowane w roku 2050 (opad o prawdopodobieństwie 1%, 24h) w poszczególnych osiedlach przedstawia Tabela 7.

Tabela 7. Zestawienie obszarów Radomia narażonych na podtopienia oraz klas ekspozycji w podziale na osiedla, obliczone dla opadu 1% o czasie trwania 24 godziny według danych dla roku 2016 i prognozowanych dla roku 2050r

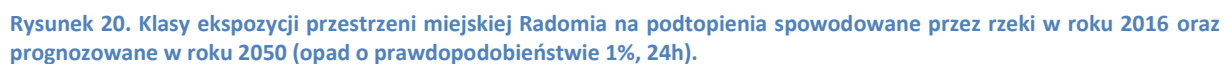
Nazwa osiedla	Powierzchni narażona na podtopienia [ha]		Powierzchnia podtapiana [ha] w poszczególnych klasach ekspozycji			
	2016	2050	3	2	1	0
Borki	29,85	39,80	29,85	9,95	21,43	172,64
Dzierzków	5,42	7,14	5,42	1,72	10,47	258,60
Firlej	46,36	65,40	46,36	19,04	24,11	124,23
Godów	6,34	24,53	6,34	18,19	16,31	162,35
Gołębiów	4,97	7,98	4,97	3,00	7,96	324,43
Halinów	3,03	11,71	3,03	8,68	14,46	140,92
Huta Józefowska	4,07	6,09	4,07	2,03	2,33	71,60
Idalin	0,71	1,58	0,71	0,87	5,10	186,33
Janiszpol	1,36	3,51	1,36	2,15	17,84	235,68
Jeżowa Wola	30,61	39,21	30,61	8,60	38,05	272,95
Józefów	29,48	37,35	29,48	7,87	14,32	129,76
Kaptur	4,78	19,09	4,78	14,32	13,35	83,31
Kierzków	0,47	4,15	0,47	3,68	9,97	327,98
Koniówka	22,00	41,76	22,00	19,76	20,98	60,23
Kozia Góra	1,23	6,20	1,23	4,97	11,88	164,86
Krzewiń	27,94	34,97	27,94	7,02	13,47	53,74



Nazwa osiedla	Powierzchni narażona na podtopienia [ha]		Powierzchnia podtapiana [ha] w poszczególnych klasach ekspozycji			
	2016	2050	3	2	1	0
Malczew	7,08	12,75	7,08	5,67	19,45	239,53
Miasto Kazimierzowskie	---	0,03	---	0,03	0,03	11,26
Michałów	1,51	1,90	1,51	0,39	3,24	77,30
Mleczna	4,56	9,79	4,56	5,23	3,52	90,64
Młynek Janiszewski	18,65	24,19	18,65	5,54	10,78	182,19
Nowa Wola Gołębiowska	22,98	40,43	22,98	17,46	14,45	633,04
Nowiny Malczewskie	0,20	0,58	0,20	0,39	1,43	159,97
Obozisko	13,39	20,11	13,39	6,72	11,50	49,75
Osiedle Nad Potokiem	4,15	6,41	4,15	2,26	11,69	61,33
Osiedle XV-lecia	1,03	3,39	1,03	2,36	7,88	120,17
Południe	5,09	13,14	5,09	8,04	13,41	164,24
Potkanów	1,62	2,50	1,62	0,88	15,22	252,76
Pruszków	7,33	12,83	7,33	5,50	13,01	129,60
Sadków	0,04	0,21	0,04	0,17	0,89	418,82
Stare Miasto	10,92	17,75	10,92	6,83	9,94	36,18
Śródmieście	8,60	17,73	8,60	9,13	28,61	273,14
Wincentów	53,48	67,53	53,48	14,06	22,52	376,06
Woźniki	24,23	30,17	24,23	5,93	20,24	317,34
Wółka Klwatecka	---	0,46	---	0,46	0,46	341,62
Zamłynie	13,78	29,62	13,78	15,84	22,31	93,39
Żakowice	12,44	20,13	12,44	7,70	24,03	208,32
Brzustówka	---	---	---	---	---	138,99
Długojów	---	---	---	---	---	54,63
Długojów Górny	---	---	---	---	---	96,46
Glinice	---	---	---	---	---	217,68
Gołębiów I	---	---	---	---	---	52,80
Gołębiów II	---	---	---	---	---	61,43
Kończyce	---	---	---	---	---	164,58
Krychnowice	---	---	---	---	---	94,97
Malenice	---	---	---	---	---	171,94
Młodzianów	---	---	---	---	---	174,84
Osiedle Akademickie	---	---	---	---	---	95,02
Planty	---	---	---	---	---	143,75
Prędocinek	---	---	---	---	---	37,20
Rajec Poduchowny	---	---	---	---	---	367,54
Rajec Szlachecki	---	---	---	---	---	192,39
Stara Wola Gołębiowska	---	---	---	---	---	412,59
Ustronie	---	---	---	---	---	177,98
Wacyn	---	---	---	---	---	188,80
Wielogóra	---	---	---	---	---	141,77



Rysunek 19. Mapa podtopień od strony rzek w roku 2016 oraz prognozowanych w roku 2050 (opad o prawdopodobieństwie 1%, 24h).





3.3.3 Zagrożenie ze strony kanalizacji deszczowej

Intensywne opady mogą prowadzić do niewydolności kanalizacji deszczowej, powodując cofki i lokalne podtopienia. Obecnie do wymiarowania i modelowania odwodnień terenów zurbanizowanych - w centrach miast, na terenach usług oraz przemysłu przyjmuje się wg obecnych standardów PN-EN752:2008 opad projektowy o prawdopodobieństwie wystąpienia 20% (C=5lat tj. raz na 5 lat). Biorąc pod uwagę obecną wiedzę nt. trendów zmian klimatu zaleca się przyjmować do obliczeń zmienioną częstość występowania współczesnych opadów projektowych. Na podstawie doniesień literaturowych proponuje się zmianę scenariuszy częstości opadów do modelowania przeciążeń tj. napięć w kanałach dla powyższego zagospodarowania terenu z C=5lat na C=10 lat w celu zachowania w niedalekiej przyszłości dopuszczalnych obecnie częstości wylewów wg PN-EN752:2008⁸. Powyższe ustalenia są już obecne zalecane do projektowania kanalizacji deszczowej w wielu krajach Europy, m. in. w Niemczech⁹.

Analiza podtopień spowodowanych przez studzienki w roku 2016 oraz prognozowanych dla roku 2050 wskazuje, iż przy prawdopodobieństwie opadu 20% i czasie trwania 24h w roku 2016 podtopionych może być 113 studzienek, zaś przy prawdopodobieństwie opadu 10% - ponad połowa więcej – 274 studzienek. W roku 2050 liczba ta wzrośnie ponad czterokrotnie i wyniesie odpowiednio 565 studzienek przy prawdopodobieństwie opadu 20% i 1168 studzienek przy prawdopodobieństwie opadu 10% (Tabela 8).

Analiza wykazała, że najwięcej podtopionych studzienek w 2016r i 2050r., zarówno przy prawdopodobieństwie opadu 20% jak i 10% (o czasie trwania 24h) leży w centralnych i południowych obszarach miasta, na terenie osiedli: Idalin, Żakowice, Glinice, Śródmieście i Planty (Rysunek 22, Rysunek 21).

Tabela 8. Zestawienie podtopień spowodowanych przez studzienki w roku 2016 i 2050 (prawdopodobieństwo opadu 10% i 20%, 24h).

Nazwa osiedla	Liczba podtopionych studzienek			
	2016		2050	
	Q _{10%} 24h (raz na 10 lat)	Q _{20%} 24h (raz na 5 lat)	Q _{10%} 24h (raz na 10 lat)	Q _{20%} 24h (raz na 5 lat)
Borki	8	4	54	23
Brzustówka	0	0	3	0
Długojów	0	0	1	0
Dzierzków	7	2	50	18
Firlej	0	0	0	0
Glinice	16	7	84	38

⁸ Kotowski A., 2014, *Kwantyfikacja problemu zmian klimatu w projektowaniu infrastruktury wodno-kanalizacyjnej miast*. Wyd. Politechniki Lubelskiej 2014, s. 177–189.

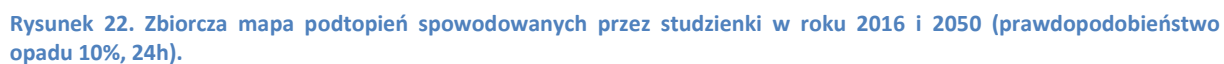
⁹ Staufer P., Leckebusch G., Pinnekamp J., 2010, *Die Ermittlung der relevanten Niederschlagscharakteristik für die Siedlungsentwässerung im Klimawandel*. KA - Korrespondenz Abwasser, Abfall, Nr. 12.



Nazwa osiedla	Liczba podtopionych studzienek			
	2016		2050	
	Q _{10%} 24h (raz na 10 lat)	Q _{20%} 24h (raz na 5 lat)	Q _{10%} 24h (raz na 10 lat)	Q _{20%} 24h (raz na 5 lat)
Godów	0	0	3	0
Gołębiów	8	1	32	12
Gołębiów I	2	0	7	2
Gołębiów II	0	0	4	1
Halinów	7	1	21	10
Huta Józefowska	0	0	0	0
Idalin	19	12	91	62
Janiszpol	7	0	35	17
Jeżowa Wola	1	1	3	2
Józefów	1	0	4	2
Kaptur	11	0	38	18
Kierzków	0	0	8	0
Koniówka	3	3	6	3
Kozia Góra	8	0	50	19
Krychnowice	6	6	12	8
Krzewiń	0	0	3	2
Malczew	0	0	0	0
Malenice	0	0	3	3
Miasto Kazimierzowskie	0	0	1	1
Michałów	0	0	6	3
Mleczna	0	0	0	
Młodzianów	8	6	52	20
Młynek Janiszewski	0	0	0	0
Nowa Wola Gołębiowska	0	0	5	1
Obozisko	0	0	4	0
Osiedle Akademickie	0	0	8	0
Osiedle Nad Potokiem	20	5	50	31
Osiedle XV-lecia	23	3	48	32
Planty	16	6	58	27
Południe	5	7	16	8
Potkanów	10	2	40	20
Prędocinek	0	0	3	0
Pruszków	0	0	0	0
Rajec Poduchowny	0	0	5	0
Rajec Szlachecki	1	0	3	1
Sadków	0	0	14	10
Stara Wola Gołębiowska	4	2	9	5
Stare Miasto	3		10	3
Śródmieście	21	9	84	47
Ustronie	12	6	46	21
Wacyn	3	3	35	3
Wincentów	1	0	3	2
Wośniki	1	0	23	5
Wólka Klwatecka	0	0	0	0
Zamłynie	12	8	45	25
Żakowice	30	19	88	60



Rysunek 21. Zbiorcza mapa podtopień w roku 2016 i prognozowanych w roku 2050 spowodowanych przez kanalizację (prawdopodobieństwo opadu 20%, 24h).



Rysunek 22. Zbiorcza mapa podtopień spowodowanych przez studzienki w roku 2016 i 2050 (prawdopodobieństwo opadu 10%, 24h).



4 POTENCJAŁ ADAPTACYJNY RADOMIA

4.1 System przyrodniczy Radomia

Radom posiada 4,8% udział parków, zieleńców i terenów zieleni osiedlowej w powierzchni ogółem, co stanowi znacznie wyższy odsetek niż średnia dla Polski (0,2%)¹⁰.

Obszary prawnie chronione zajmują powierzchnię 378,96 ha, co stanowi 3,39% powierzchni całkowitej miasta Radomia. Na terenie Radomia występują:

- użytek ekologiczny „Bagno” zlokalizowany przy ul. Północnej zajmuje powierzchnię 6,86 ha,
- obszar chronionego krajobrazu pn. „Dolina Kosówki” o powierzchni 246 ha,
- obszar Natura 2000 Ostoja Kozienicka PLB140013- 126 ha leży na terenie Radomia,
- Natura 2000 – Puszcza Kozienicka (PLH140035)- niewielki fragment obszaru w póln-wsch części miasta,
- 71 drzew wpisanych do rejestru form ochrony przyrody.

Istotnym elementem systemu przyrodniczego miasta są elementy zieleni urządzonej. Wpływają one na różnorodność biologiczną, a także na jego potencjał adaptacyjny. Do terenów tych można zaliczyć:

- parki miejskie i podworskie,
- tereny zieleni osiedlowej i ulicznej,
- zieleńce i cmentarze.

Radom położony jest poza obszarami sieci ekologicznej o znaczeniu międzynarodowym (Dolina Środkowej Wisły zlokalizowana jest na wschód, Puszcza Kozienicka na północ od miasta), korytarzy o znaczeniu krajowym (Dolina Pilicy położona na północ od miasta), oraz korytarzy o znaczeniu regionalnym (Dolina Radomki, za wyjątkiem korytarza Dolina rzeki Pacynki - korytarz regionalny ciągły pomiędzy obszarem Puszczy Kozienickiej a dolinami rzek: Mlecznej i Radomki). Na terenie miasta występują jednak korytarze ekologiczne o znaczeniu lokalnym - w dolinach rzeki Mlecznej i Kosówki (wg Inwentaryzacji i waloryzacji przyrodniczej doliny rzeki Mlecznej na odcinku od ul. Maratońskiej do ul. Mieszka I, oraz pomiędzy ulicami Starokrakowską i Wierzbicką)¹¹.

Doliny cieków wodnych miasta charakteryzują się cennymi walorami przyrodniczymi. Znaczna ich część nie została zabudowana, tak więc stanowią one siedliska dla wielu gatunków roślin i zwierząt, cenne lokalne korytarze ekologiczne, a także obszar retencji wód, znacząco podnoszący potencjał adaptacyjny miasta.

¹⁰ GUS 2016

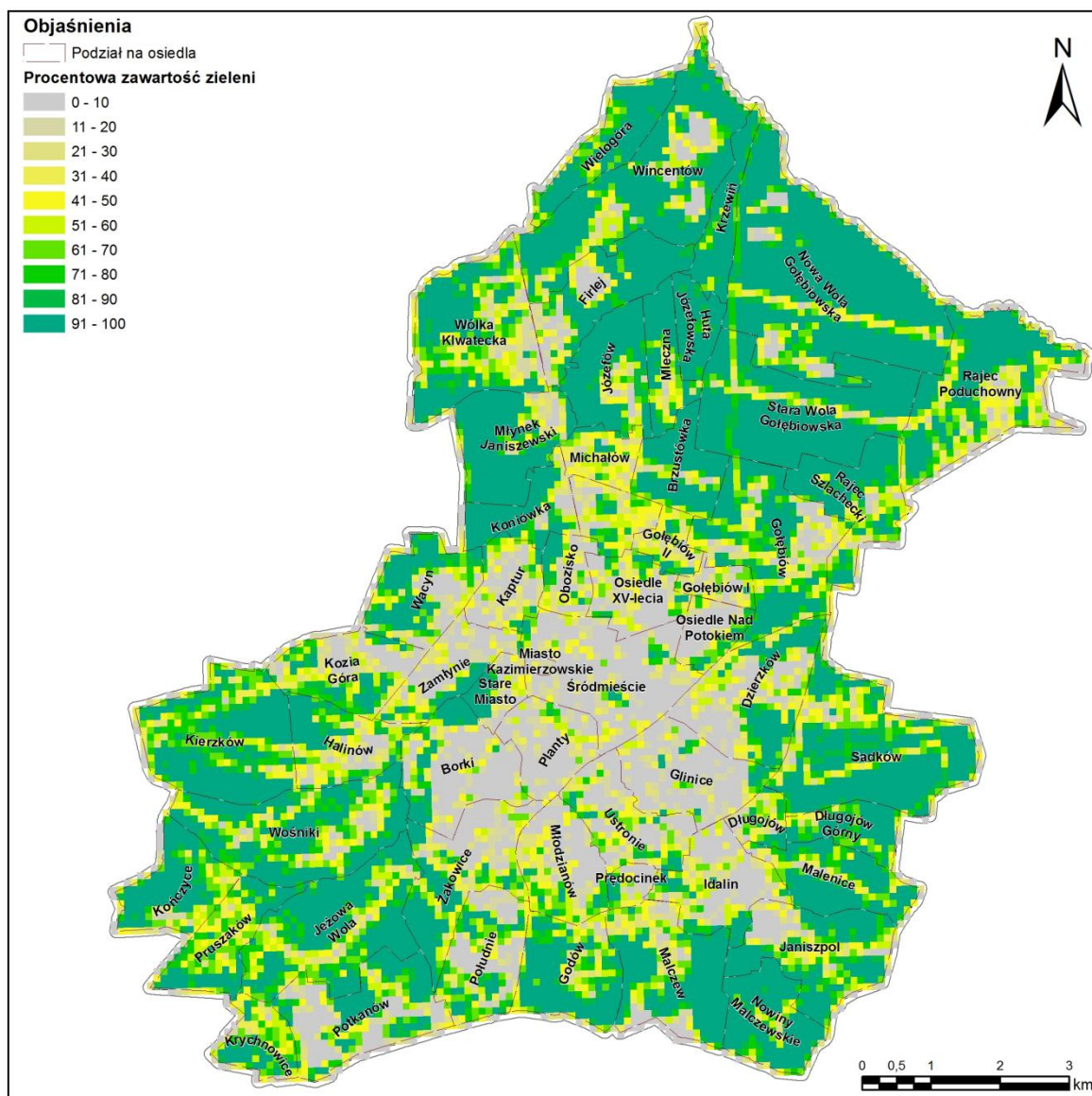
¹¹ „Program Ochrony Środowiska dla miasta Radomia na lata 2013 – 2016 z uwzględnieniem lat 2017 – 2020”, Warszawa 2013r



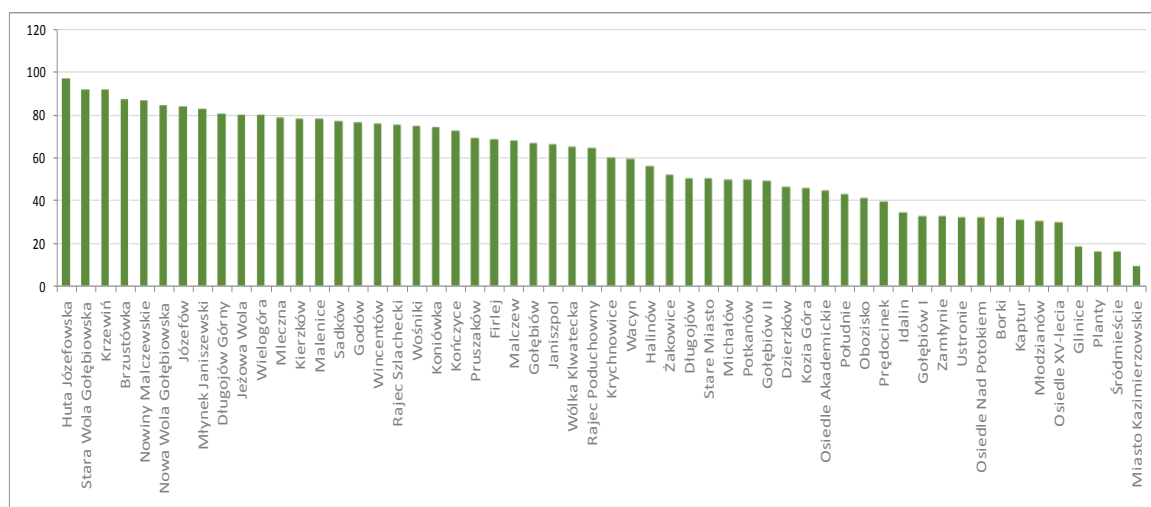
4.2 Potencjał adaptacyjny

Dokonano analizy map przestrzeni Radomia pod kątem oceny potencjału adaptacyjnego. Potencjał adaptacyjny oceniono na podstawie obecności i rozmieszczenia terenów zieleni oraz kategorii tych terenów, którym przypisano różne współczynniki potencjału adaptacyjnego, w zależności od ich możliwości oddziaływania na termikę miasta, wilgotność powietrza, oraz zwiększania retencji krajobrazowej i obniżania spływu powierzchniowego. Na tej podstawie wykonano mapę procentowej zawartości terenów zielonych (Rysunek 23) oraz mapę rozmieszczenia klas potencjału adaptacyjnego w poszczególnych jednostkach administracyjnych (**Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania., Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.**).

Obszary o najmniejszym udziale terenów zieleni, nieprzekraczającym 20%, znajdują się przede wszystkim w centralnych obszarach miasta, w osiedlach: Miasto Kazimierzowskie, Śródmieście, Planty i Glinice (Rysunek 23). Pozostałe obszary miasta posiadają znacznie wyższy udział terenów zieleni, często przekraczający 50-60%. Na szczególną uwagę zasługuje zielony pierścień wokół centrum miasta. Największy udział procentowy terenów zieleni w powierzchni ogółem posiadają 3 osiedla Radomia: Huta Józefowska, Stara Wola Gołębiowska i Krzewiń, gdzie tereny zieleni obejmują 90% powierzchni osiedla, co stanowi bardzo wysoką wartość jak na tereny miejskie, oraz stanowi o dużym potencjale adaptacyjnym tych obszarów (Rysunek 24).



Rysunek 23. Mapa rozmieszczenia terenów zielonych.



Rysunek 24 Udział procentowy terenów zieleni w poszczególnych osiedlach

Potencjał adaptacyjny miasta oceniono w oparciu o procentowy udział zieleni (Rysunek 24) i jej zdolność do oddziaływania na ekstremalne warunki klimatyczne miasta i łagodzenie skutków ekstremów klimatycznych. W ocenie posłużono się czterema klasami potencjału w skali liczbowej od 0 do 3. Wyniki analiz przedstawiono na rysunku poniżej (Rysunek 25).

Największy potencjał adaptacyjny odpowiadający 3 klasie wykazują osiedla położone na północy i południowym - zachodzie miasta (Rysunek 26). Drugą oraz pierwszą klasę potencjału reprezentują osiedla położone na obrzeżach miasta, okalające centralne obszary Radomia. Najmniejszy potencjał adaptacyjny równy klasie potencjału zero posiadają osiedla położone w centrum miasta.

W poniższej tabeli przedstawiono przynależność poszczególnych osiedli miasta do odpowiadającej im klasy potencjału adaptacyjnego (Tabela 9).

Tabela 9. Klasy potencjału adaptacyjnego w podziale na osiedla Radomia

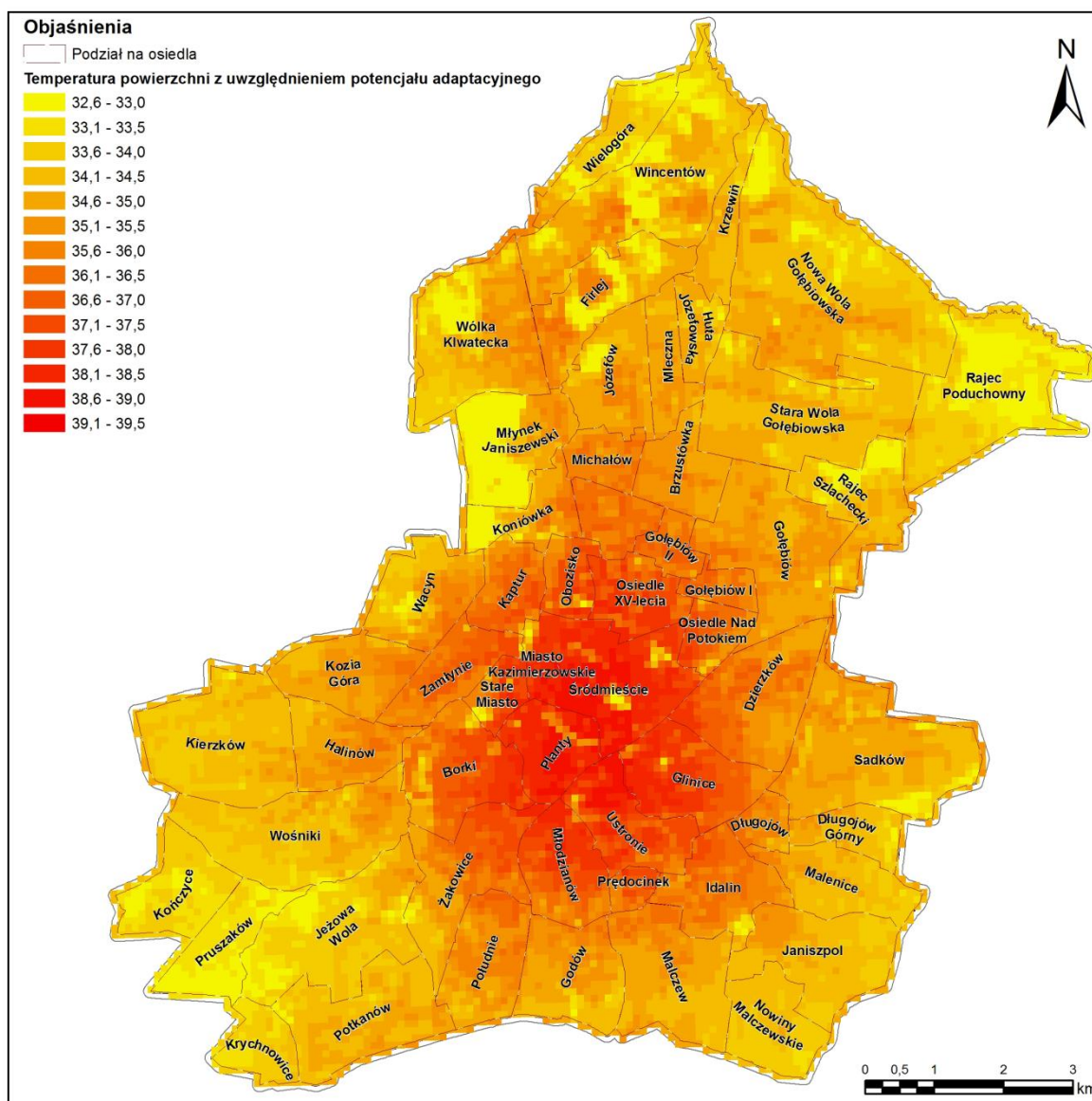
Klasa potencjału adaptacyjnego	0	1	2	3
Osiedle	Idalin Glinice Prędocinek Ustronie Młodzianów Osiedle XV-lecia Osiedle Nad Potokiem Gołębiów I Kaptur Borki Miasto Kazimierzowskie Śródmieście Planty Zamłynie	Gołębiów Janiszpol Długojów Dzierzków Malczew Żakowice Południe Potkanów Halinów Kozia Góra Michałów Osiedle Akademickie Gołębiów II Obozisko	Krzewiń Wólka Kłwatecka Mleczna Sadków Długojów Górny Malenice Nowiny Malczewskie Godów Krychnowice Woźniki Kierzków Wacyn Stare Miasto Brzustówka	Wielogóra Wincentów Firlej Nowa Wola Gołębiowska Młyniek Janiszewski Koniówka Józefów Huta Józefowska Stara Wola Gołębiowska Rajec Poduchowny Rajec Szlachecki Jeżowa Wola Pruszków Kończyce





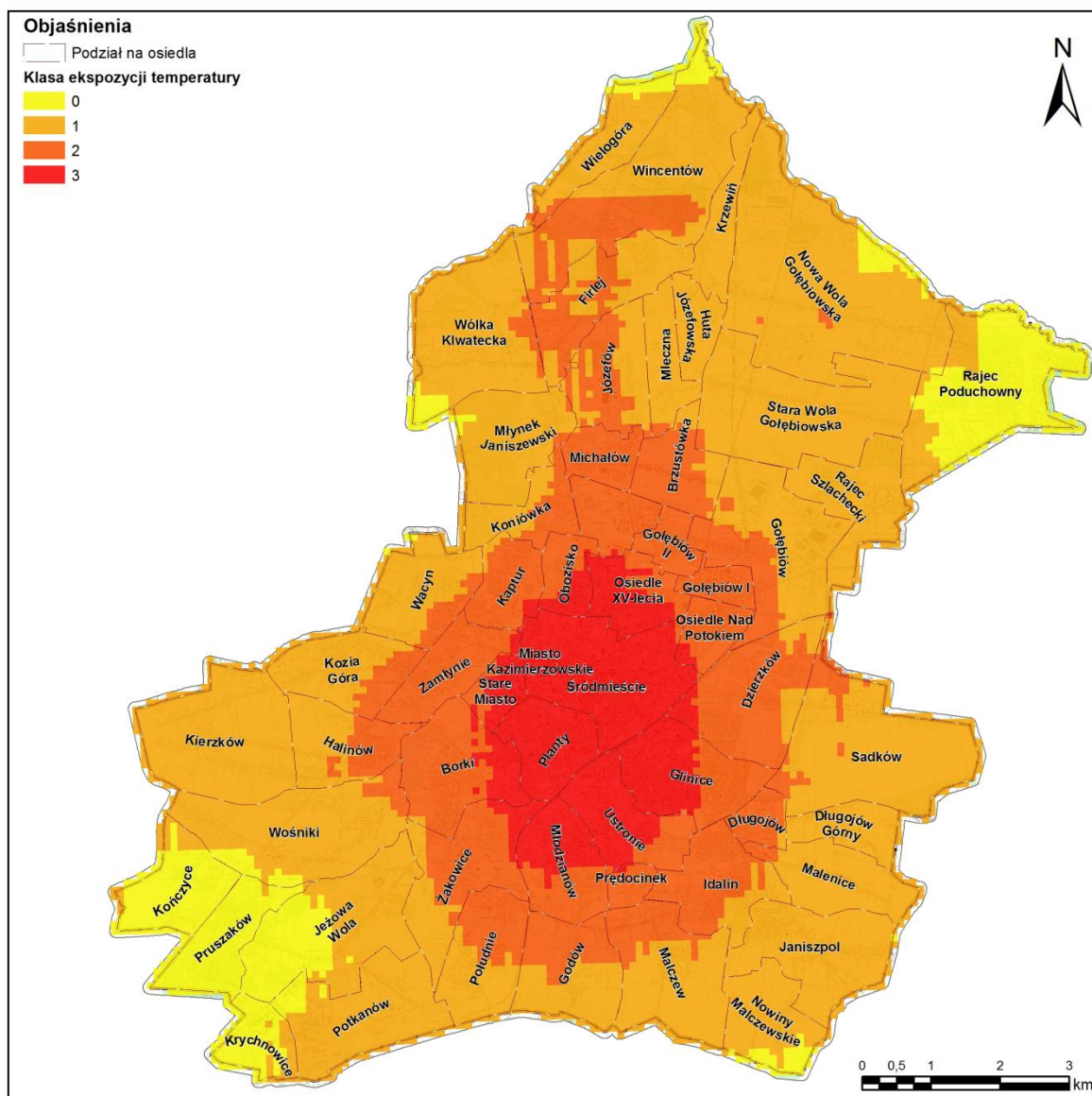
4.3 Potencjał adaptacyjny – wpływ na wysokie temperatury

Poniższe mapy (Rysunek 27, Rysunek 28, Rysunek 29, Rysunek 30) obrazują ekspozycję obszaru Radomia pomniejszoną o potencjalne łagodzące oddziaływanie potencjału adaptacyjnego wynikającego z obecności błękitno-zielonej infrastruktury. Potencjał ten można w pełni wykorzystać przy zapewnieniu zieleni dostępu do wody, np. poprzez retencjonowanie wody opadowej.



Rysunek 27. Mapa ekspozycji z uwzględnieniem potencjału adaptacyjnego w siatce 100x100.





Rysunek 29. Ekspozycja na wysoką temperaturę z uwzględnieniem potencjału adaptacyjnego w siatce 100x100m.





5 WRAŻLIWOŚĆ I PODATNOŚĆ WYBRANYCH SEKTORÓW NA WYSOKIE TEMPERATURY I PODTOPIENIA

5.1 Sektor: Zdrowie Publiczne

5.1.1 Analizowane dane

Dane dotyczące Sektora Zdrowie Publiczne pozyskano z instytucji publicznych i prywatnych oraz stron internetowych. Dane te dotyczyły:

- liczby i rozmieszczenia ludności w kwadratach 100x100 m (podstawowa siatka analiz danych przestrzennych w przyjętej przez nas metodyce) oraz w jednostkach administracyjnych Radomia,
- liczebności i rozmieszczenia grup szczególnie wrażliwych (osoby <65 roku życia, < 5 roku życia, bezrobotni, bezdomni, niepełnosprawni),
- rozmieszczenia infrastruktury zdrowia,
- rozmieszczenia ośrodków szkolnych i przedszkolnych.

Źródła i rodzaje pozyskanych danych przedstawia Tabela 10.

Pozyskane dane posłużyły do sporządzenia materiałów kartograficznych opisujących występowanie, wrażliwość i podatność ludności i grup szczególnie wrażliwych oraz infrastruktury związanej ze sektorem zdrowie publiczne.

Tabela 10. Źródła i rodzaje pozyskanych dotyczących Sektora Zdrowie Publiczne w zakresie liczby i rozmieszczenia ludności, z uwzględnieniem grup szczególnie wrażliwych (<65 roku życia, < 5 roku życia, bezrobotni, bezdomni), rozmieszczenia infrastruktury zdrowia oraz rozmieszczenia ośrodków szkolnych i przedszkolnych.

Rodzaj danych	Instytucja/źródło
1. liczba osób powyżej 65 lat wraz z określeniem ich miejsca zamieszkania (nazwa ulicy i numer budynku) i płci, 2. liczba osób mających poniżej 5 lat wraz z określeniem ich miejsca zamieszkania (nazwa ulicy i numer budynku) i płci.	Urząd Miejski w Radomiu Wydział ds. Obywatelskich, Wydział ds. Teleinformatycznych ul. Żeromskiego 53 i Moniuszki 9 26-600 Radom
3. liczba osób korzystających z zasiłków stałych wraz z określeniem ich miejsca zamieszkania (nazwa ulicy) i płci. 4. liczba osób niepełnosprawnych korzystających ze świadczeń z pomocy społecznej wraz z określeniem ich miejsca zamieszkania (nazwa ulicy) i płci, 5. wykaz placówek opiekuńczo-wychowawczych i mieszkań chronionych wraz z ilością miejsc jakimi dysponują.	Miejski Ośrodek Pomocy Społecznej (MOPS) ul. Limanowskiego 134 26-600 Radom Uwagi: Szczegółowość danych: do ulicy (bez numeru budynku)



Rodzaj danych	Instytucja/źródło
6. liczba osób bezdomnych przebywających w: 7. placówkach dla osób bezdomnych, miejscach czasowego przebywania (szpitale, zakłady opiekuńczo-lecznicze, areszt śledczy) i miejscach niemieszkalnych, 8. liczba miejsc noclegowych w schronisku zarządzanym przez MOPS.	Schronisko dla bezdomnych zarządzane przez MOPS ul. Słowackiego 188 26-600 Radom Źródło: - Ogólnopolskie badanie liczby osób bezdomnych w okresie 8-9 luty 2017 - dane z ogólnopolskiego liczenia bezdomnych z okresu 21-22 stycznia 2015 r.
9. liczba osób bezdomnych (z podziałem na płeć) przebywających na terenie miasta Radom, 10. liczba miejsc w schronisku i noclegowni zarządzanych przez Caritas, 11. liczba osób która skorzystała z pomocy schroniska i noclegowni w 2016 r.	Schroniska i Streetworkerzy, Caritas ul. Zagłoby 3 26-600 Radom Źródło: - Ogólnopolskie badanie liczby osób bezdomnych w okresie 8-9 luty 2017
12. liczba osób bezdomnych oraz miejsca ich przebywania na terenie miasta Radom.	Straż Miejska Ul. Moniuszki 9 26-600 Radom Źródło: Dane z ogólnopolskiego liczenia bezdomnych 8-9 luty 2017 oraz dane z listopada 2016 r.
13. Wykaz i liczba miejsc w publicznych i niepublicznych żłobkach 14. Liczba miejsc w szpitalu podlegającym pod miasto 15. Wykaz miejsc użyteczności publicznej (adres, bez liczby miejsc): domów pomocy społecznej, środowiskowych domów samopomocy, placówek opiekuńczo-wychowawczych oraz pozostałych instytucji (Centrum Wolanowska, Klub Seniora, Dzienny Dom Senior-Wigor”).	Urząd Miejski w Radomiu Wydział Zdrowia i Polityki Społecznej Ul. Moniuszki 9 26-600 Radom
16. Wykaz szkół i placówek oświatowych-rok szkolny 2016/2017 17. Miejsca w przedszkolach publicznych-rok 2016/2017 18. Liczba uczniów w szkołach podstawowych, gimnazjach, szkołach ponad gimnazjalnych i szkołach specjalnych. 19. Liczba miejsc w bursach i schroniskach szkolnych.	Urząd Miejski w Radomiu Wydział Edukacji ul. Żeromskiego 53 26-600 Radom uwaga: Nie uwzględniono przedszkoli niepublicznych
20. liczba osób bezrobotnych na poszczególnych ulicach wraz z określeniem ich płci	Powiatowy Urząd Pracy ul. Księdza Łukasika 3 Radom Uwagi: Dane bez numeru budynków-łączną liczbę osób mieszkających na poszczególnych ulicach



Rodzaj danych	Instytucja/źródło
21. Liczba miejsc w Mazowieckim Szpitalu Specjalistycznym i Samodzielnym Wojewódzkim Publicznym Zespole Zakładów Psychiatrycznej Opieki Zdrowotnej im. dr Barbary Borzym	http://www.radom.pl/page/208,szpitale-i-pogotowie.html
22. Liczba miejsc w radomskim centrum onkologii	http://onkologiaradom.pl/o-nas/
23. Wykaz środowiskowych domów samopomocy w woj. mazowieckim wraz z liczbą miejsc	Mazowiecki Urząd Wojewódzki w Warszawie https://www.mazowieckie.pl/pl/urząd/polityka-społeczna/rejestry-i-wykazy/819,dok.html
24. Liczba miejsc w Domu Pomocy Społecznej im. św. Kazimierza	http://www.dpsgarbarska.radom.pl/?pl_misja,50
25. Liczba miejsc w Domu Pomocy Społecznej ul. Ziętarów	http://www.dps.radom.pl/o-nas.html
26. Liczba miejsc w Domu Pomocy Społecznej Weterana Walki i Pracy	http://www.dpsweteran.radom.pl/index.php?page=page_funkcjonowanie
27. Liczba miejsc w Domu Pomocy Społecznej im. Bohdany „Danuty” Kijewskiej „Nad Potokiem”	http://www.dpsnp.radom.pl/index2.htm
28. Wykaz miejsc użyteczności publicznej (adres, bez liczby miejsc): niepublicznych zakładów opieki zdrowotnej, szpitali, hospicji, Domów Pomocy Społecznej, Środowiskowych Domów Samopomocy, klubów Seniora, placówek opiekuńczo-wychowawczych, warsztatów terapii zajęciowej, przedszkoli, szkół i pozostałych instytucji (Radomska Stacja Pogotowia Ratunkowego, Regionalne Centrum Krwiodawstwa i Krwiolecznictwa im. dr Konrada Vietha, Powiatowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Radomiu, Centrum Aktywizacji Radomskich Seniorów)	http://www.radom.pl
29. Liczba miejsc w Dziennym Domu –Senior WIGORw Radomiu	http://www.radom.pl/page/4913,dzienny-dom-senior---wigor.html

5.1.2 Zdrowie Publiczne w Radomiu

Analizowane zagadnienia w zakresie kategorii zaliczonych w niniejszym dokumencie do sektora zdrowia publicznego zostały poruszone w „Strategii rozwoju Miasta Radomia na lata 2008 – 2020”¹². Strategia wskazuje na wzrost liczby mieszkańców w wieku emerytalnym, wysoki w skali województwa udział osób bezrobotnych, niedostateczny rozwój infrastruktury opieki zdrowotnej oraz spadek liczby dzieci w wieku 0 – 14 lat.

Celami rozwoju miasta obejmującymi zagadnienia z zakresu analizowanego sektora zdrowia publicznego jest aktywna walka z bezrobociem oraz wspieranie infrastruktury opieki zdrowotnej i pomocy społecznej. Strategia przewiduje:

¹² Strategia rozwoju Miasta Radomia na lata 2008 – 2020, WYG International Sp. z o.o. luty 2008



- wspieranie rozwoju instytucji opieki nad dziećmi, w tym całodobowych rodzinnych placówek opiekuńczo-wychowawczych, żłobków i przedszkoli;
- prowadzenie inwestycji w zakresie rozbudowy infrastruktury i wyposażenia jednostek służby zdrowia, w tym jednostek specjalistycznych;
- tworzenie ośrodków wsparcia dla dzieci i młodzieży z rodzin zagrożonych marginalizacją i wykluczeniem społecznym, dla osób niepełnosprawnych oraz dla seniorów;
- tworzenie warunków dla rozwoju infrastruktury zapewniającej zdrowe i efektywne spędzanie wolnego czasu dzieci i młodzieży;
- stworzenie inkubatora przedsiębiorczości jako instytucji wspierającej wzrost samozatrudnienia wśród osób bezrobotnych, w tym absolwentów;
- integracja działań miasta z gminami sąsiednimi w zakresie przeciwdziałania bezrobociu i aktywizacji zawodowej osób bezrobotnych;
- wspieranie instytucji szkoleniowo-doradczych działających na rzecz aktywizacji osób bezrobotnych, w tym absolwentów;

Przytoczone dane ze Strategii wskazują na możliwość zwiększenia liczby elementów infrastruktury, liczby osób powyżej 65 roku życia, na które mogą negatywnie wpływać zmiany klimatu oraz zmniejszenia liczby osób z takich grup wrażliwych jak bezrobotni i dzieci poniżej 5 roku życia.

Rozmieszczenie infrastruktury sektora zdrowie publiczne

Na podstawie zebranych informacji zidentyfikowano 294 obiekty infrastruktury związane z sektorem zdrowie publiczne. Wśród nich wyróżniono 101 obiektów edukacyjnych (żłobki, przedszkola, przedszkola niepubliczne, gimnazja, szkoły podstawowe), 29 obiektów społecznych (dom pomocy społecznej, placówki opiekuńczo wychowawcze, placówki rodzinne, środowiskowe domy samopomocy, warsztaty terapii zajęciowej, inne) oraz 160 związanych ze zdrowiem (hospicja, niepubliczne zakłady opieki zdrowotnej, szpitale). Tabela 12 przedstawia liczbę poszczególnych obiektów.

Lokalizację powyższych obiektów przedstawiają poniższe rysunki (Rysunek 31, Rysunek 32).



Tabela 11 Liczba obiektów infrastruktury w sektorze zdrowie publiczne.

Rodzaj	Typ	Suma obiektów
Edukacja	Gimnazjum	17
	Przedszkole	21
	Przedszkole niepubliczne	28
	Szkoła podstawowa	26
	Żłobek	9
Społeczne	Dom Pomocy Społecznej	7
	Inne	3
	Placówka opiekuńczo wychowawcza	1
	Placówka Rodzinna	10
	Środowiskowy Dom Samopomocy	2
	Warsztat Terapii Zajęciowej	6
Zdrowie	Hospicjum	8
	Niepubliczny Zakład Opieki Zdrowotnej	152
	Szpital	4
Suma końcowa		294

Tabela 12 Liczba obiektów infrastruktury w sektorze zdrowie publiczne w podzielne na osiedla

Osiedle	Rodzaj	Typ	Suma obiektów
Borki	Edukacja	Gimnazjum	1
		Przedszkole	2
		Przedszkole niepubliczne	2
		Szkoła podstawowa	1
	Społeczne	Warsztat Terapii Zajęciowej	1
	Zdrowie	Niepubliczny Zakład Opieki Zdrowotnej	5
Brzustówka	Zdrowie	Niepubliczny Zakład Opieki Zdrowotnej	1
Dzierzków	Edukacja	Szkoła podstawowa	1
Firlej	Edukacja	Przedszkole	1
		Szkoła podstawowa	1
Glinice	Edukacja	Gimnazjum	1
		Przedszkole	1
		Przedszkole niepubliczne	2
		Szkoła podstawowa	1
		Żłobek	1
	Zdrowie	Hospicjum	2
Godów	Społeczne	Placówka Rodzinna	1
Gołębiów	Społeczne	Dom Pomocy Społecznej	1
	Zdrowie	Niepubliczny Zakład Opieki Zdrowotnej	4



Osiedle	Rodzaj	Typ	Suma obiektów
Gołębiów I	Edukacja	Przedszkole	2
		Przedszkole niepubliczne	1
		Szkoła podstawowa	1
		Żłobek	1
	Zdrowie	Niepubliczny Zakład Opieki Zdrowotnej	2
Gołębiów II	Edukacja	Gimnazjum	1
		Przedszkole niepubliczne	1
		Szkoła podstawowa	1
	Zdrowie	Niepubliczny Zakład Opieki Zdrowotnej	6
Idalin	Edukacja	Przedszkole niepubliczne	2
		Szkoła podstawowa	1
		Żłobek	1
	Społeczne	Placówka Rodzinna	1
	Zdrowie	Niepubliczny Zakład Opieki Zdrowotnej	2
Janiszpol	Społeczne	Placówka Rodzinna	1
Jeżowa Wola	Edukacja	Szkoła podstawowa	1
Józefów	Społeczne	Inne	1
	Zdrowie	Szpital	1
Kaptur	Edukacja	Przedszkole	1
		Przedszkole niepubliczne	1
		Szkoła podstawowa	1
Kierzków	Edukacja	Przedszkole niepubliczne	1
Kończyce	Edukacja	Przedszkole niepubliczne	1
Krychnowice	Zdrowie	Szpital	1
Malenice	Edukacja	Gimnazjum	1
		Szkoła podstawowa	1
Miasto Kazimierzowskie	Społeczne	Placówka Rodzinna	2
Michałów	Edukacja	Gimnazjum	1
		Przedszkole	1
		Szkoła podstawowa	1
		Żłobek	1
	Społeczne	Warsztat Terapii Zajęciowej	1
	Zdrowie	Niepubliczny Zakład Opieki Zdrowotnej	13
Młodzianów	Edukacja	Gimnazjum	1
		Przedszkole niepubliczne	1
		Szkoła podstawowa	1
		Żłobek	1
	Społeczne	Placówka Rodzinna	2
	Zdrowie	Hospicjum	2
		Niepubliczny Zakład Opieki Zdrowotnej	2
Obozisko	Edukacja	Przedszkole niepubliczne	1
		Żłobek	1



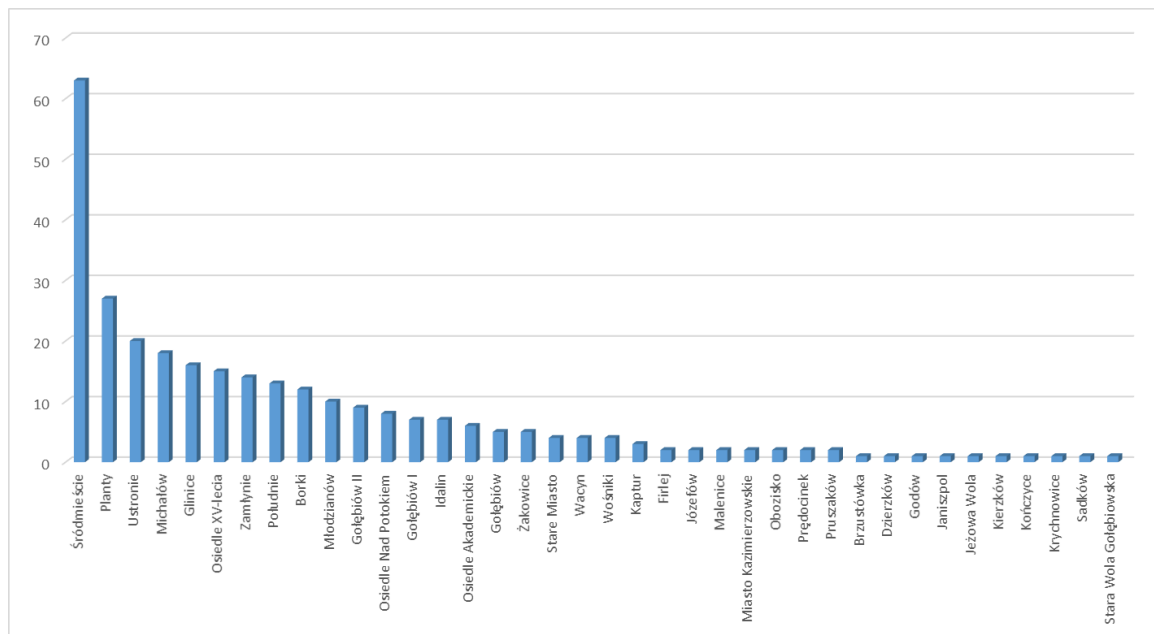
Osiedle	Rodzaj	Typ	Suma obiektów
Osiedle Akademickie	Edukacja	Przedszkole	1
	Zdrowie	Niepubliczny Zakład Opieki Zdrowotnej	5
Osiedle Nad Potokiem	Edukacja	Gimnazjum	1
		Przedszkole	1
	Społeczne	Dom Pomocy Społecznej	1
		Warsztat Terapii Zajęciowej	1
	Zdrowie	Niepubliczny Zakład Opieki Zdrowotnej	4
Osiedle XV-lecia	Edukacja	Gimnazjum	1
		Przedszkole	1
		Przedszkole niepubliczne	1
		Szkoła podstawowa	2
	Zdrowie	Niepubliczny Zakład Opieki Zdrowotnej	10
Planty	Edukacja	Przedszkole	1
		Przedszkole niepubliczne	3
		Szkoła podstawowa	2
		Żłobek	1
	Zdrowie	Hospicjum	2
		Niepubliczny Zakład Opieki Zdrowotnej	18
Południe	Edukacja	Gimnazjum	2
		Przedszkole	2
		Przedszkole niepubliczne	1
		Szkoła podstawowa	1
	Społeczne	Dom Pomocy Społecznej	1
		Środowiskowy Dom Samopomocy	1
	Zdrowie	Niepubliczny Zakład Opieki Zdrowotnej	5
Prędocinek	Społeczne	Dom Pomocy Społecznej	1
	Zdrowie	Niepubliczny Zakład Opieki Zdrowotnej	1
Pruszków	Społeczne	Placówka Rodzinna	2
Sadków	Edukacja	Przedszkole	1
Stara Wola Gołębiowska	Edukacja	Szkoła podstawowa	1
Stare Miasto	Edukacja	Gimnazjum	1
		Przedszkole niepubliczne	2
	Społeczne	Inne	1
Śródmieście	Edukacja	Gimnazjum	2
		Przedszkole	2
		Przedszkole niepubliczne	2
		Szkoła podstawowa	3
	Społeczne	Dom Pomocy Społecznej	2
		Inne	1
		Placówka opiekuńczo wychowawcza	1
		Środowiskowy Dom Samopomocy	1
		Warsztat Terapii Zajęciowej	1



Osiedle	Rodzaj	Typ	Suma obiektów
	Zdrowie	Hospicjum	2
		Niepubliczny Zakład Opieki Zdrowotnej	44
		Szpital	2
Ustronie	Edukacja	Gimnazjum	2
		Przedszkole	3
		Przedszkole niepubliczne	2
		Szkoła podstawowa	1
		Żłobek	1
	Spółeczne	Warsztat Terapii Zajęciowej	2
	Zdrowie	Niepubliczny Zakład Opieki Zdrowotnej	9
Wacyn	Edukacja	Przedszkole niepubliczne	1
		Szkoła podstawowa	1
		Żłobek	1
	Zdrowie	Niepubliczny Zakład Opieki Zdrowotnej	1
Wośniki	Edukacja	Przedszkole niepubliczne	1
		Szkoła podstawowa	1
	Spółeczne	Placówka Rodzinna	1
	Zdrowie	Niepubliczny Zakład Opieki Zdrowotnej	1
Zamłyńie	Edukacja	Gimnazjum	1
		Przedszkole	1
		Przedszkole niepubliczne	1
	Spółeczne	Dom Pomocy Społecznej	1
	Zdrowie	Niepubliczny Zakład Opieki Zdrowotnej	10
Żakowice	Edukacja	Gimnazjum	1
		Przedszkole niepubliczne	1
		Szkoła podstawowa	2
	Zdrowie	Niepubliczny Zakład Opieki Zdrowotnej	1
Suma końcowa			294



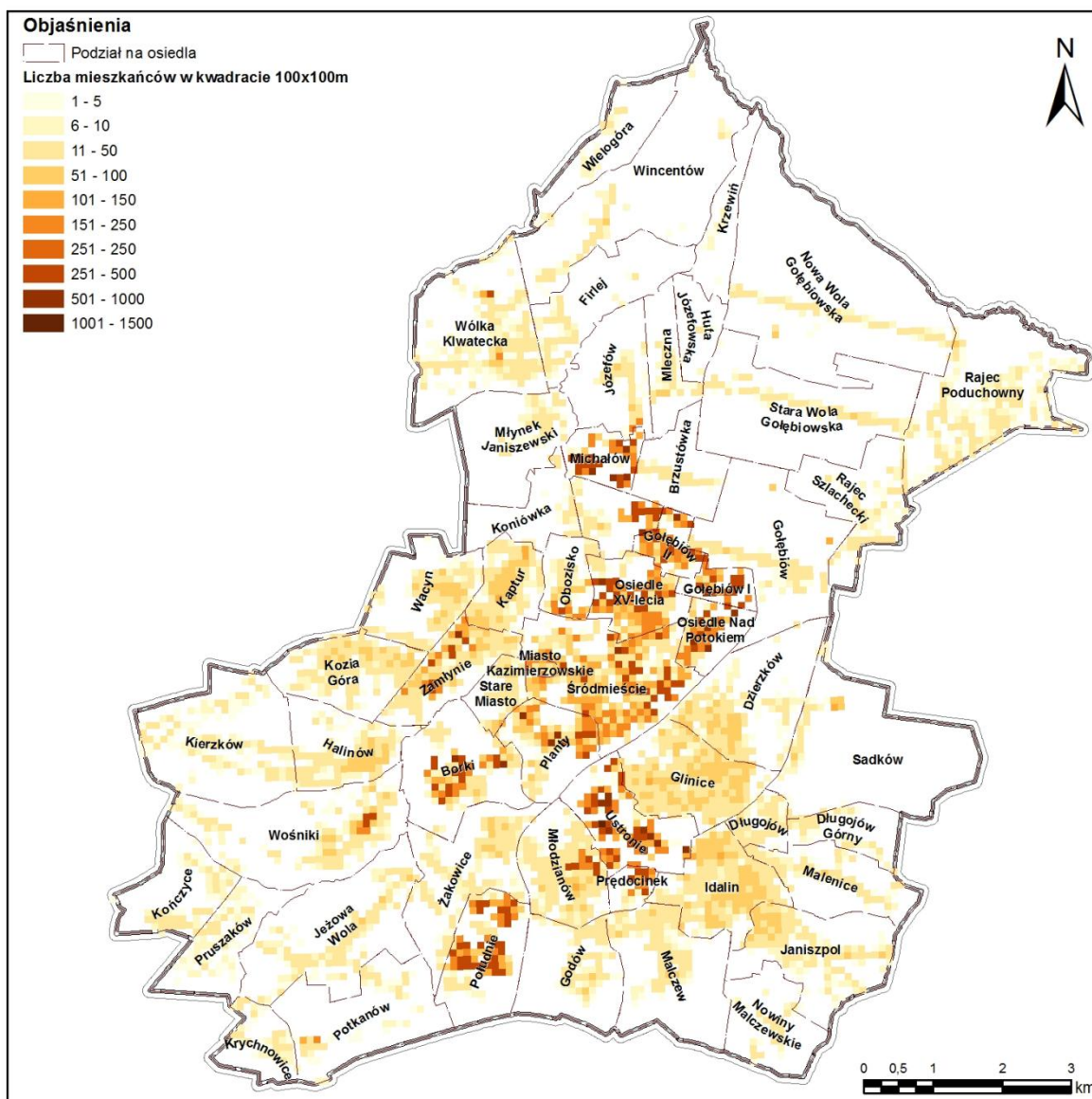
Najwięcej obiektów związanych z Sektorem Zdrowie Publiczne występuje w osiedlach: Śródmieście – 63, Planty – 27, Ustronie – 20, Michałów – 18, Glinice – 16, Osiedle XV-lecia – 15, Zamłynie – 14, Południe – 13, Borki – 12, Młodzianów – 10 (Rysunek 32).



Rysunek 32. Rozkład rozmieszczenia obiektów w Sektorem Zdrowie Publiczne w podziale na osiedla

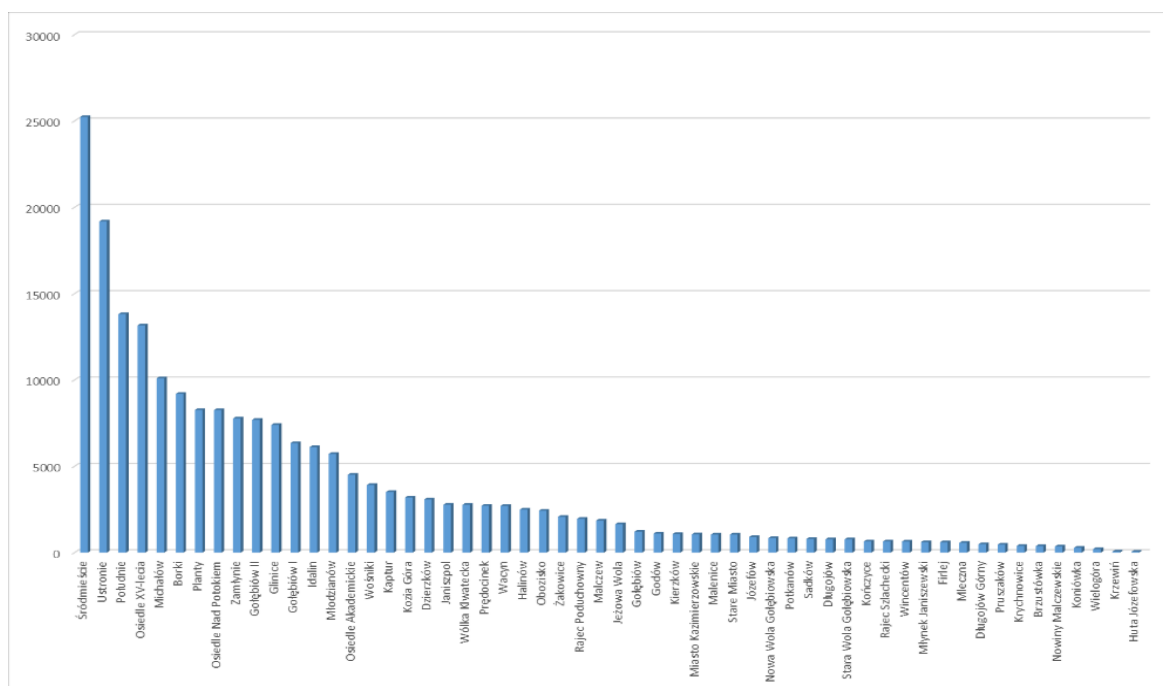
Rozmieszczenie ludności

Największa liczba ludności Radomia występuje w środkowej i środkowo – południowej części miasta, natomiast najmniejszą liczebnością charakteryzują się obrzeża miasta, szczególnie jego północna część. Rysunek 33 przedstawia rozmieszczenie mieszkańców w kwadratach 100 x 100 m. Rysunek 34 przedstawia rozmieszczenie ludności w osiedlach miasta Radomia. Największą liczbą mieszkańców wyróżniają się osiedla Śródmieście, Ustronie, Południe, Osiedle XV-lecia oraz Michałów (powyżej 10 000 osób), natomiast najmniejszą Krzewiń i Huta Józefowska (poniżej 100 osób).



Rysunek 33. Liczba mieszkańców Radomia w kwadracie 100 x 100 m.

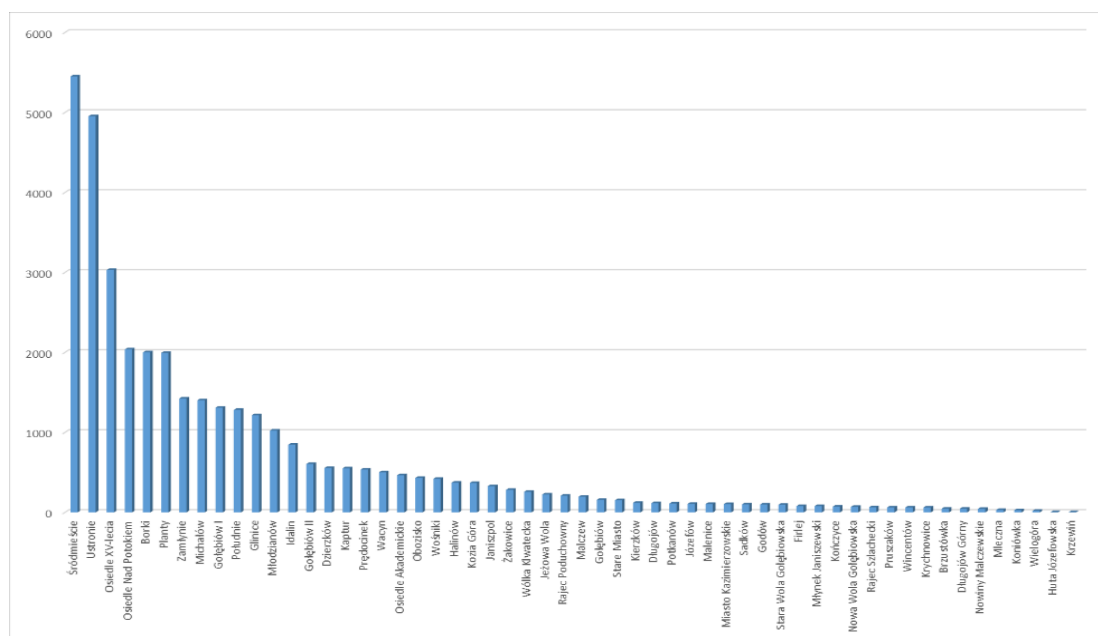




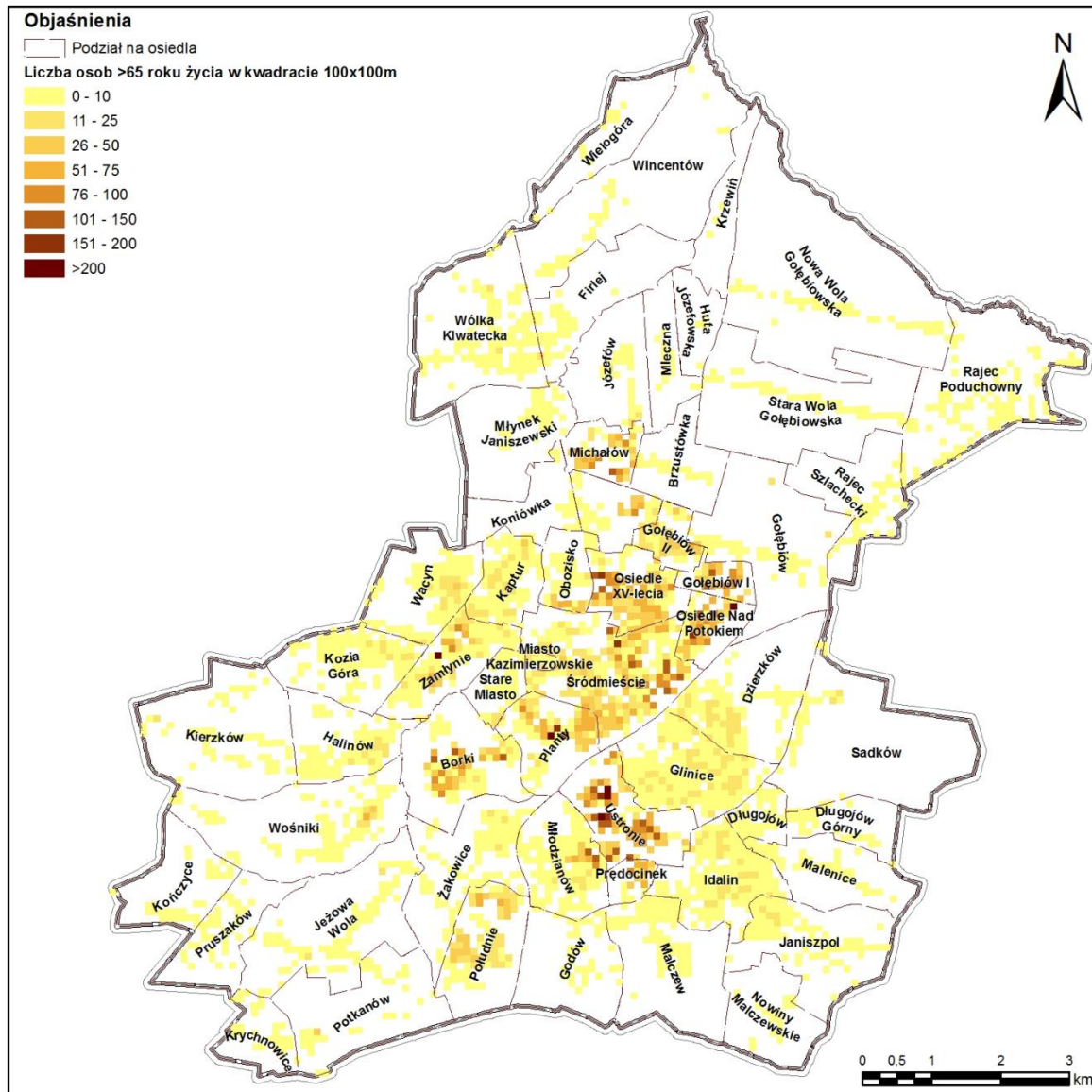
Rysunek 35 Rozkład liczby mieszkańców Radomia w podziale na osiedla

Osoby powyżej 65 roku życia

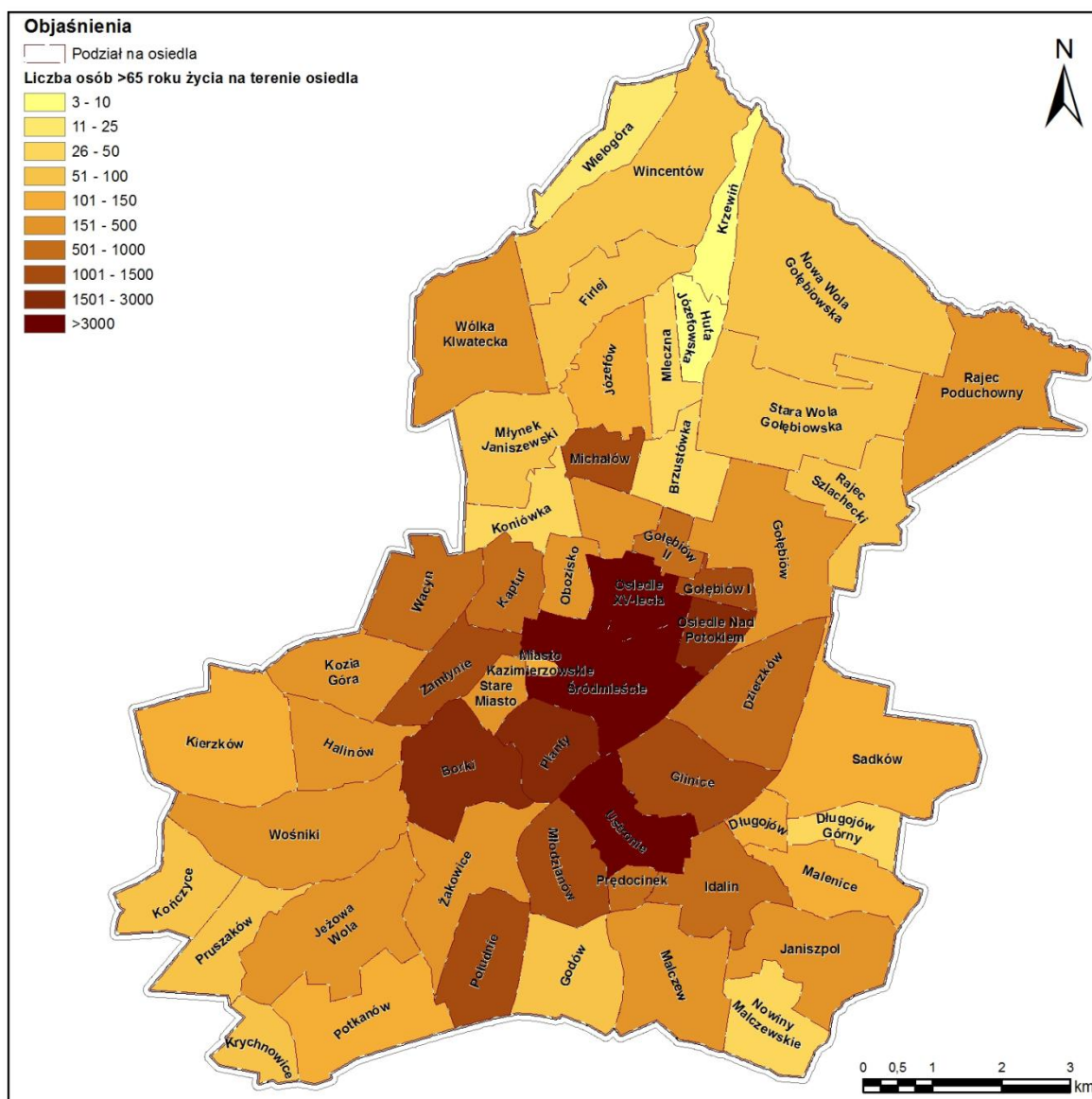
Mieszkańcy powyżej 65 roku życia najliczniej występują w środkowej części Radomia. Najmniejsze zagęszczenie występuje w północnej, północno – wschodniej oraz zachodnio – południowej części miasta. Rysunek 37 przedstawia rozmieszczenie osób powyżej 65 roku życia w kwadratach 100 x 100 m. Najwięcej mieszkańców powyżej 65 roku życia zamieszkuje osiedla Śródmieście, Ustronie, Osiedle XV-lecia, Osiedle Nad Potokiem, Borki, Planty (powyżej 19 000 osób), natomiast najmniej w osiedlach Brzustówka, Długojów Górny, Nowiny Malczewskie, Mleczna, Koniówka, Wielogóra (poniżej 50) oraz Krzewiń i Huta Józefowska (poniżej 10 osób). Rozmieszczenie osób powyżej 65 roku życia w osiedlach miasta Radomia przedstawiają poniższe rysunki (Rysunek 38, Rysunek 36).



Rysunek 36 Rozkład liczby mieszkańców >65 roku życia w poszczególnych osiedlach



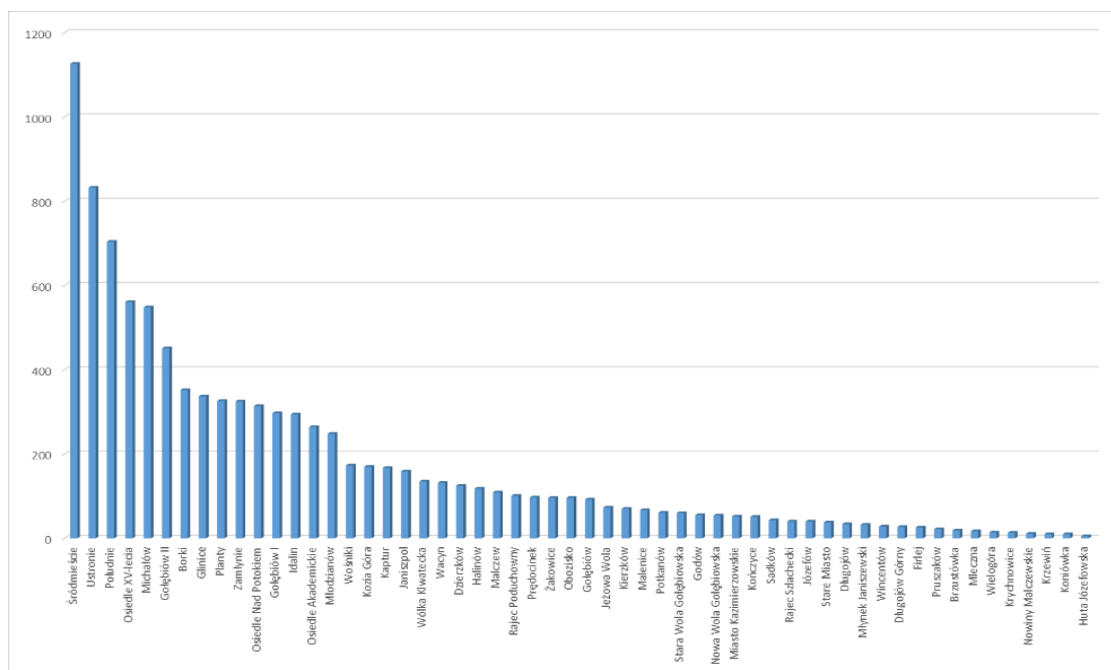
Rysunek 37. Liczba osób > 65 roku życia w kwadratach 100x100



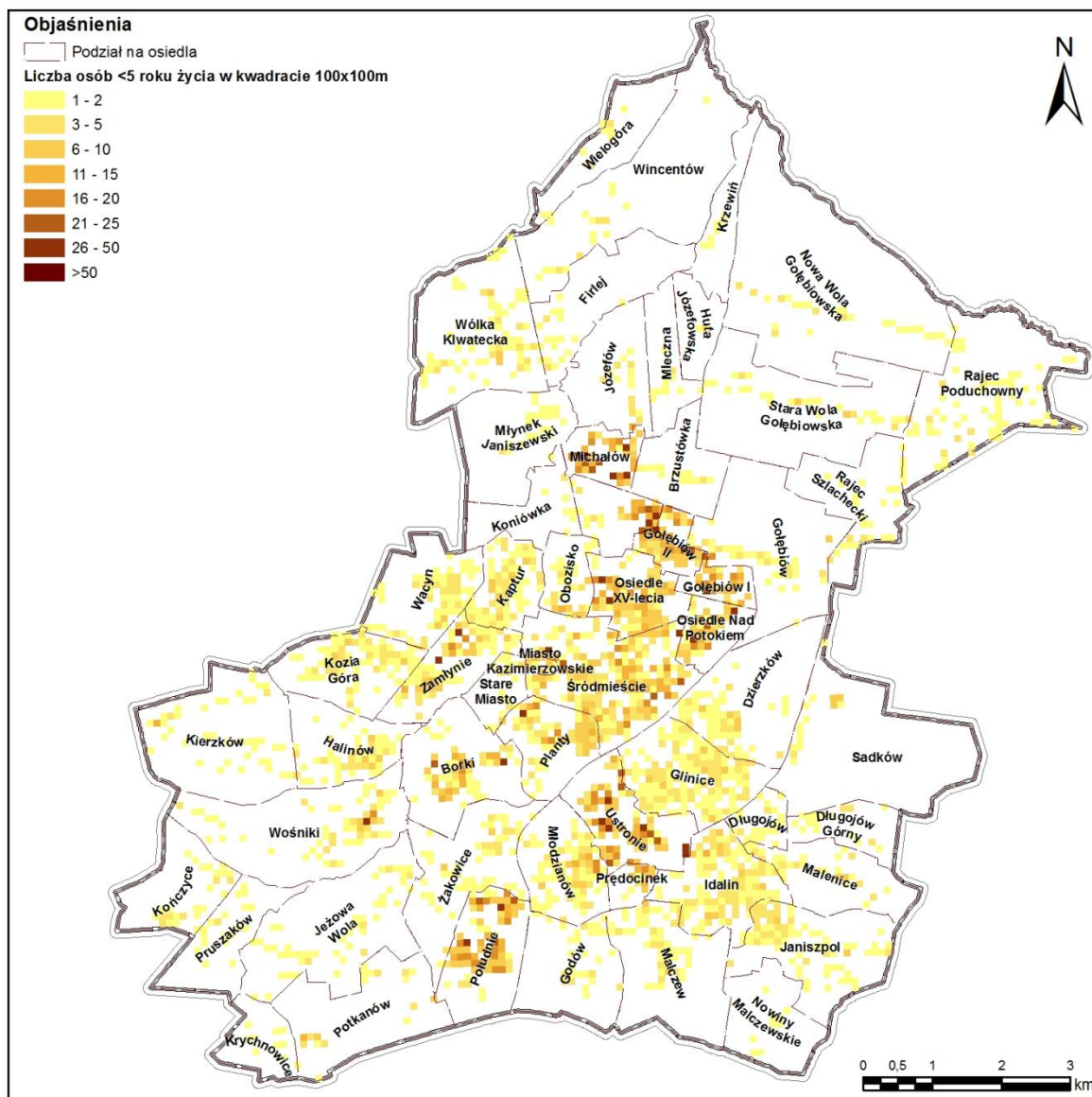
Rysunek 38. Liczba osób >65 roku życia na terenie osiedla

Osoby poniżej 5 roku życia

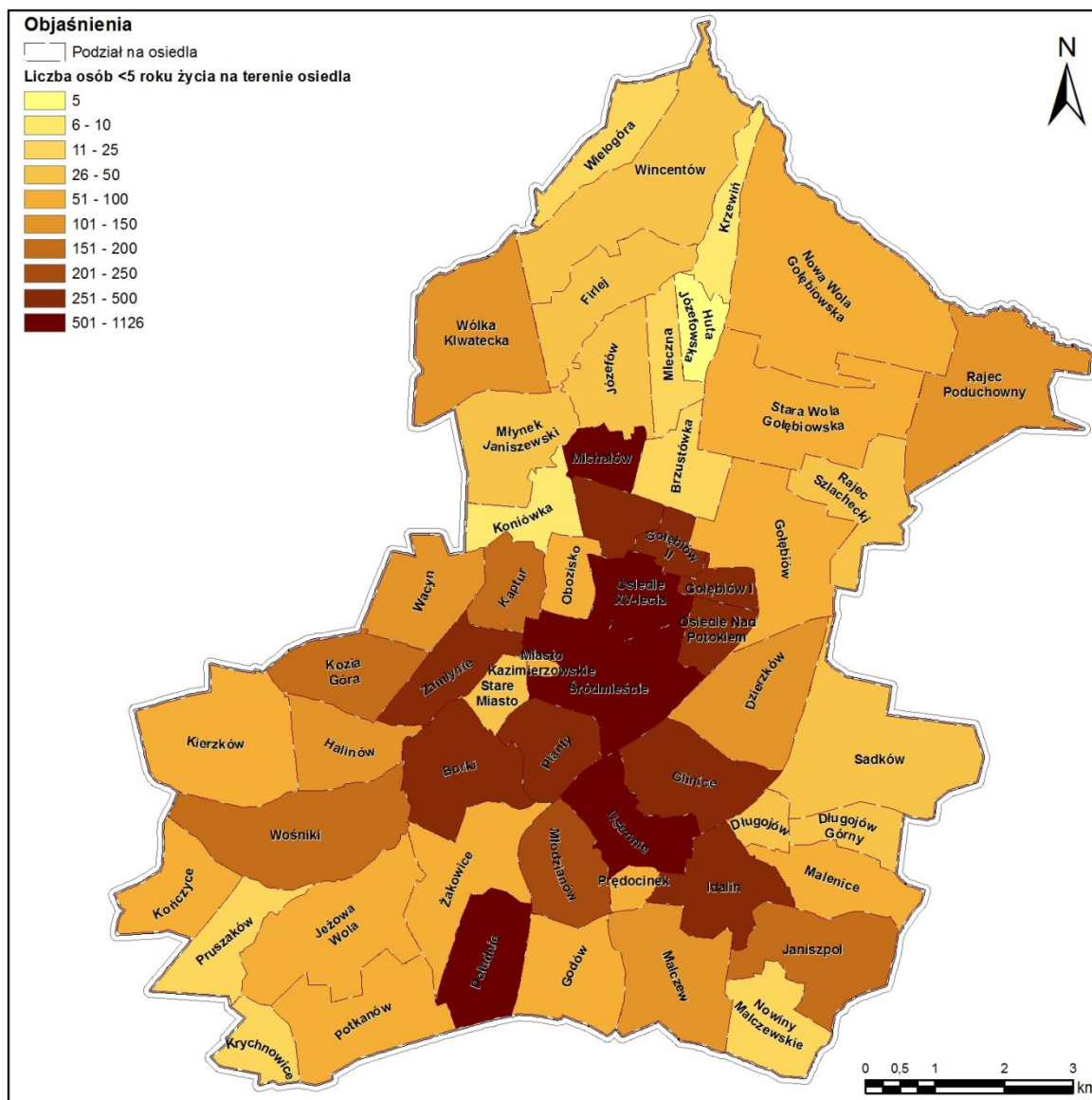
Najwięcej dzieci poniżej 5 roku życia zamieszkuje środkową i środkowo - południową część miasta. Najmniejsze zagęszczenie występuje w północnej oraz zachodnio - południowej części miasta. Rysunek 39 przedstawia rozmieszczenie osób poniżej 5 roku życia w kwadratach 100 x 100 m. Najwięcej dzieci poniżej 5 roku życia zamieszkuje osiedla Śródmieście, Ustronie, Południe, Osiedle XV-lecia oraz Michałów (powyżej 500 osób), natomiast najmniej w osiedlach Sadków, Rajec Szlachecki, Józefów, Stare Miasto, Długojów, Młynek Janiszewski, Wincentów, Długojów Górny, Firlej, Pruszków, Brzustówka, Mleczna, Wielogóra, Krychnowice, Nowiny Malczewskie, Krzewiń, Koniówka, Huta Józefowska (poniżej 50 osób). Rozmieszczenie dzieci poniżej 5 roku życia w osiedlach miasta Radomia przedstawiają poniższe rysunki (Rysunek 41, Rysunek 39).



Rysunek 39 Rozkład liczby mieszkańców <5 roku życia w podziale na osiedla



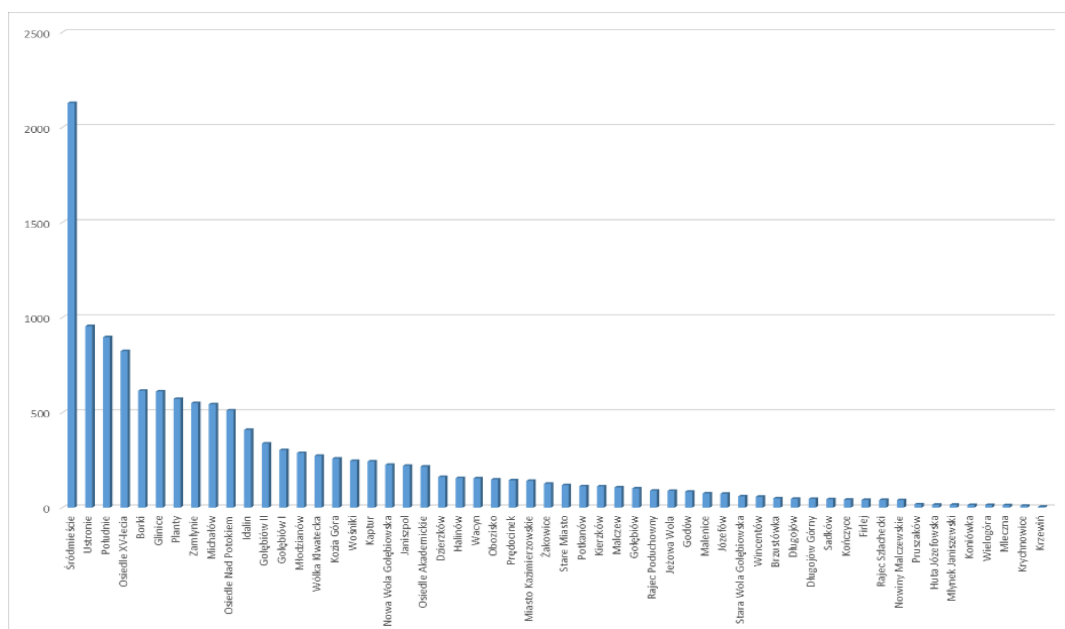
Rysunek 40. Mapa rozmieszczenia grupy wrażliwej – osoby <5 roku życia w kwadratach 100x100.



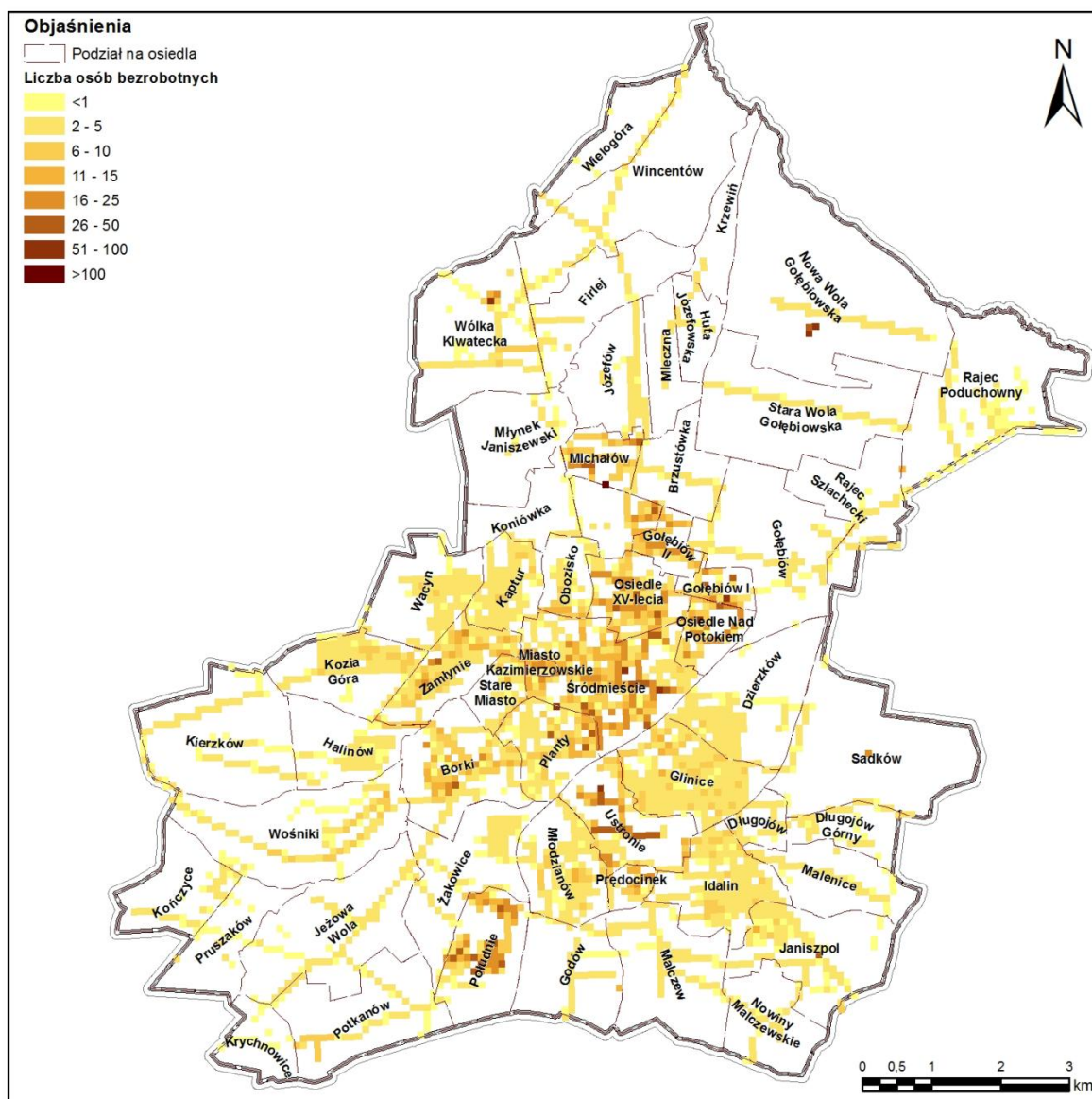
Rysunek 41. Liczba osób <5 roku życia na terenie osiedla.

Osoby bezrobotne

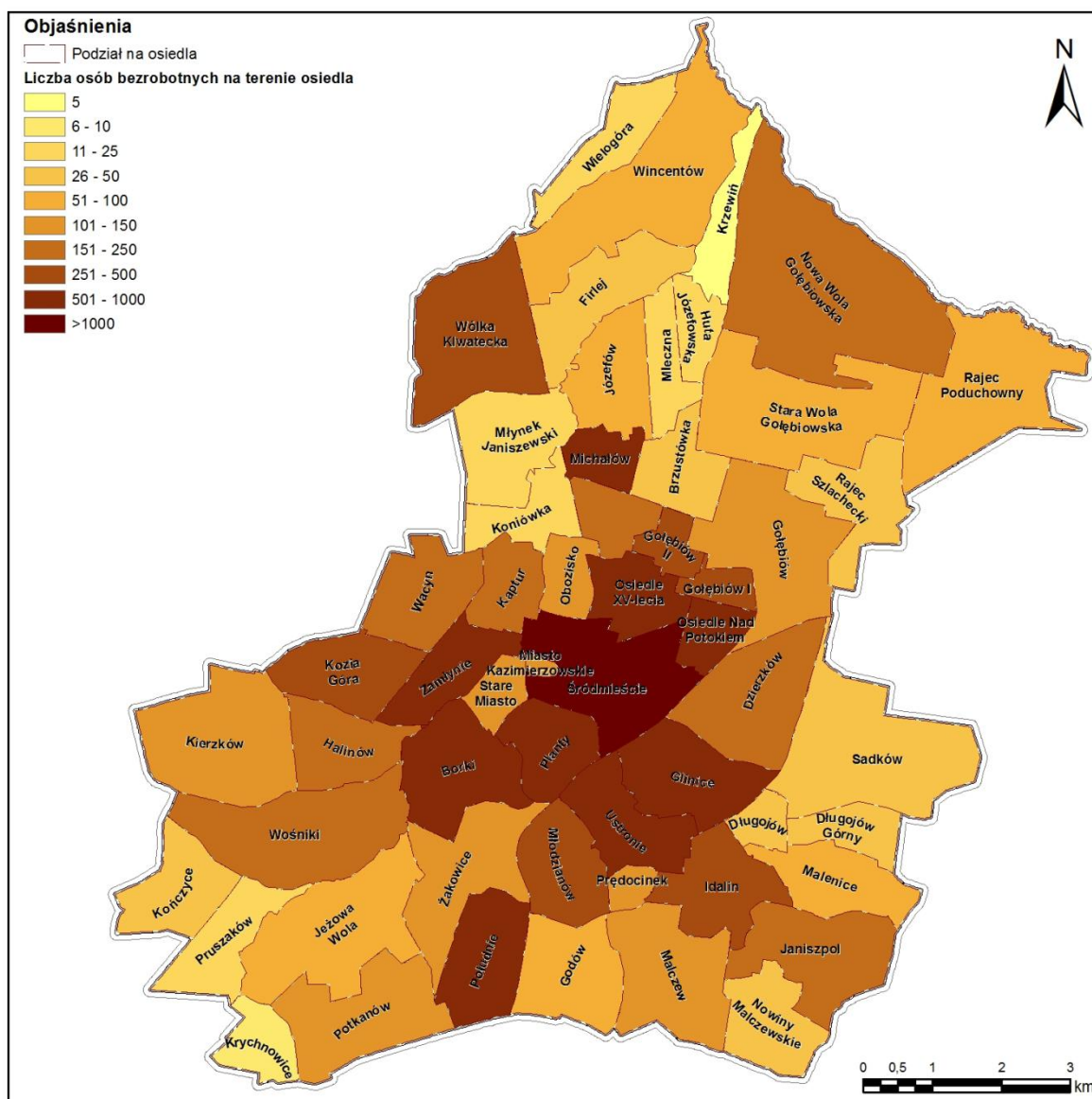
Najwięcej osób bezrobotnych skupia się w środkowej i środkowo południowej części Radomia, a także punktowo w części północno - wschodniej i północno – zachodniej. Najmniejsze zagęszczenie osób bezrobotnych występuje na obrzeżach miasta (Rysunek 44). Rysunek 43 przedstawia rozmieszczenie osób bezrobotnych w kwadratach 100 x 100 m. W podziale na osiedla najwięcej osób bezrobotnych zamieszkuje Śródmieście, Ustronie, Południe, Osiedle XV-lecia, Borki, Glinice, Planty, Zamłynie, Michałów, Osiedle Nad Potokiem (powyżej 500 osób) natomiast najmniej osiedla Brzustówka, Długojów, Długojów Górny, Sadków, Kończyce, Firlej, Rajec Szlachecki, Nowiny Malczewskie, Pruszków, Huta Józefowska, Młynek Janiszewski, Koniówka, Wielogóra, Mleczna, Krychnowice i Krzewiń (poniżej 50 osób). Rozmieszczenie osób bezrobotnych w osiedlach miasta Radomia przedstawiają poniższe rysunki (Rysunek 44, Rysunek 42)



Rysunek 42 Rozkład liczby mieszkańców bezrobotnych w podziale na osiedla



Rysunek 43. Liczba osób bezrobotnych w kwadratach 100x100.



Rysunek 44. Liczba osób bezrobotnych na terenie osiedla.



5.1.3 Wrażliwość mieszkańców Radomia na wysokie temperatury i podtopienia

Na podstawie konsultacji przeprowadzonych z Interesariuszami w zakresie konsekwencji występowania zaburzeń klimatycznych dla mieszkańców i funkcjonowania sektora zdrowie publiczne, dokonano oceny stopnia wrażliwości sektora na zmiany klimatu.

W metodyce oceny przyjęto, że wszystkie elementy infrastrukturalne sektora zdrowie publiczne uzyskują najwyższy stopień wrażliwości (3), ze względu na ich ścisłe powiązanie z obecnością i funkcjonowaniem grup szczególnie wrażliwych.

W przypadku mieszkańców, stopień wrażliwości został policzony w oparciu o zagęszczenie ludności w poszczególnych obszarach miasta.

Na podstawie zebranych danych i przeprowadzonych analiz wykonano mapy wrażliwości ludności, w tym grup szczególnie wrażliwych, oraz infrastruktury związanej z sektorem zdrowie publiczne.

Ludność ogółem

Obszary o najwyższych klasach wrażliwości (3 i 2) ze względu na zagęszczenie ludności występują w środkowej oraz środkowo – południowej części miasta. Niższe klasy wrażliwości (1 i 0) wyznaczono w obszarach północno – zachodnim, północno - wschodni, południowo – zachodnim oraz południowo – wschodnim (Rysunek 45).

Rysunek 45. Przestrzenne rozmieszczenie obszarów wrażliwości w kwadratach 100x100.





Osiedla o najwyższej klasie wrażliwości (3) na temperaturę pod względem zamieszkania ludności zlokalizowane są w centrum miasta, jedno przy południowej granicy miasta.

Osiedla charakteryzujące się 1 i 2 klasą wrażliwości położone są wokół centrum miasta oraz przy granicy północno – wschodniej, południowej, południowo – zachodniej oraz południowo – wschodniej. Natomiast osiedla o klasie wrażliwości 0 zlokalizowane są przede wszystkim na północy miasta oraz pojedynczo przy południowo – wschodniej i południowo – zachodniej granicy miasta.

Tabela 13 przedstawia podział osiedli miasta Radomia na klasy wrażliwości ludności na temperaturę.

Tabela 13. Wrażliwość poszczególnych osiedli na wysoką temperaturę – całkowita liczba mieszkańców

Klasa wrażliwości ludności na wysokie temperatury			
0	1	2	3
Brzustówka Długojów Górny Firlej Huta Józefowska Koniówka Krychnowice Krzewiń Mleczna Młynek Janiszewski Nowiny Malczewskie Pruszków Rajec Szlachecki Wielogóra Wincentów	Długojów Godów Gołębiów Jeżowa Wola Józefów Kierzków Kończyce Malenice Miasto Kazimierzowskie Nowa Wola Gołębiowska Potkanów Sadków Stara Wola Gołębiowska Stare Miasto	Dzierzków Halinów Janiszpol Kaptur Kozia Góra Malczew Obozisko Osiedle Akademickie Prędocinek Rajec Poduchowny Wacyn Wośniki Wólka Klwatecka Żakowice	Borki Glinice Gołębiów I Gołębiów II Idalin Michałów Młodzianów Osiedle Nad Potokiem Osiedle XV-lecia Planty Południe Śródmieście Ustronie Zamłynie

Osoby powyżej 65 roku życia

Obszary o najwyższych klasach wrażliwości (3 i 2) ze względu na mieszkańców powyżej 65 roku życia występują w środkowej oraz środkowo – południowej części miasta. Pozostałe obszary miasta odznaczają się klasą wrażliwości 0 i 1 (Rysunek 48).

Rysunek 47. Klasy wrażliwości – liczba osób >65 roku życia w kwadratach 100 x 100 m.





Osiedla o najwyższej klasie wrażliwości (3) na temperaturę pod względem ludności powyżej 65 roku życia położone są w centrum miasta i jedno przy południowej granicy miasta. Osiedla charakteryzujące się 1 i 2 klasą wrażliwości położone są wokół centrum miasta oraz przy granicy północno – wschodniej, południowej oraz południowo - wschodniej. Natomiast osiedla o zerowej klasie podatności zlokalizowane są przede wszystkim na północy miasta oraz pojedynczo przy południowo – wschodniej i południowo – zachodniej granicy miasta. Tabela 14 przedstawia podział osiedli miasta Radomia na klasy wrażliwości mieszkańców powyżej 65 roku życia na temperaturę.

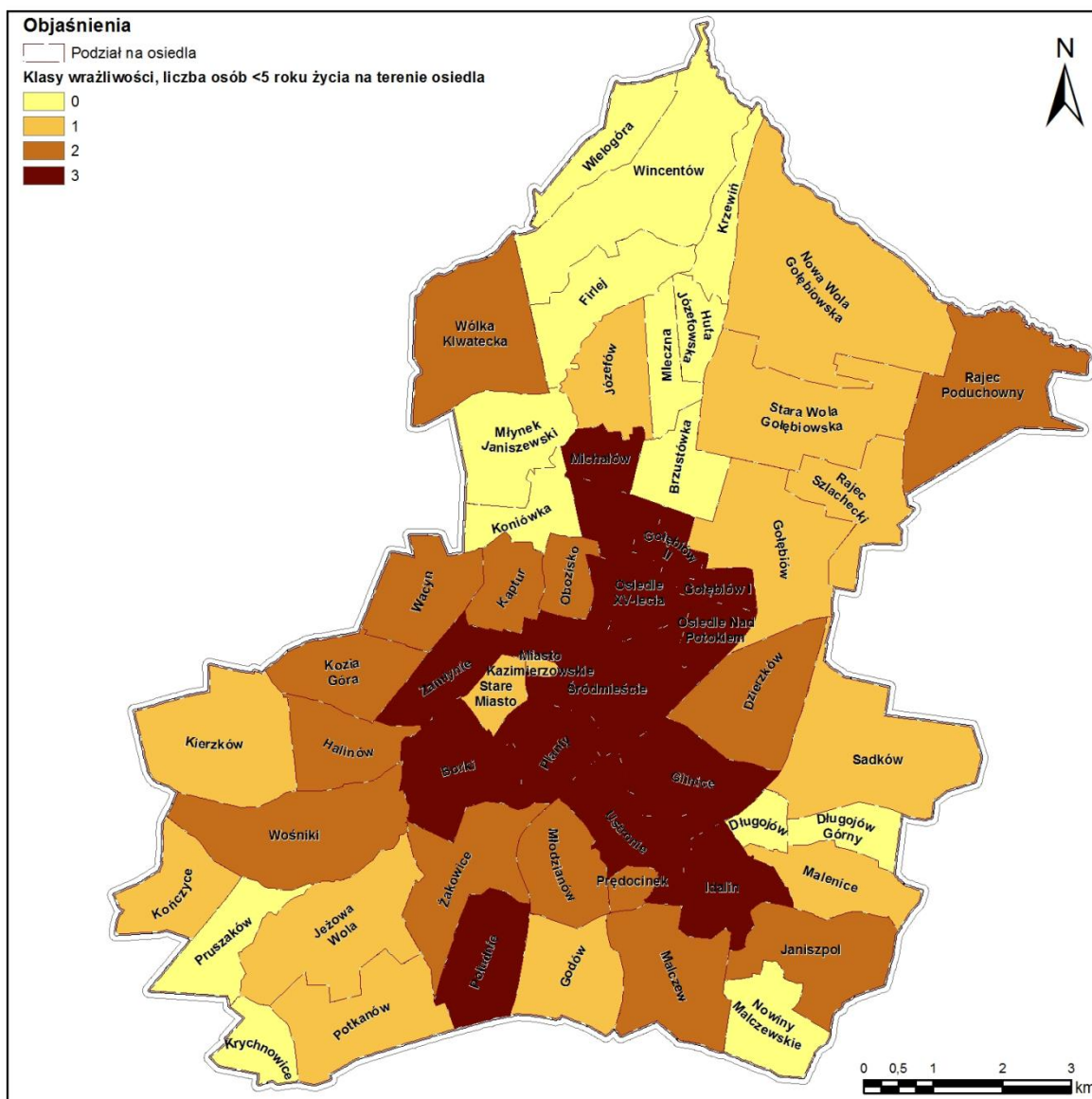
Tabela 14 Wrażliwość poszczególnych osiedli na wysoką temperaturę – mieszkańcy powyżej 65 roku życia

Klasa wrażliwości mieszkańców powyżej 65 roku życia na wysokie temperatury			
0	1	2	3
Brzustówka Długojów Górny Huta Józefowska Koniówka Kończyce Krychnowice Krzewiń Mleczna Nowa Wola Gołębiowska Nowiny Malczewskie Pruszków Rajec Szlachecki Wielogóra Wincentów	Długojów Firlej Godów Gołębiów Józefów Kierzków Malczew Malenice Miasto Kazimierzowskie Młynek Janiszewski Potkanów Sadków Stara Wola Gołębiowska Stare Miasto	Dzierzków Halinów Janiszpol Jeżowa Wola Kaptur Kozia Góra Obozisko Osiedle Akademickie Prędocinek Rajec Poduchowny Wacyn Wośniki Wólka Klwatecka Żakowice	Borki Glinice Gołębiów I Gołębiów II Idalin Michałów Młodzianów Osiedle Nad Potokiem Osiedle XV-lecia Planty Południe Śródmieście Ustronie Zamłynie

Osoby poniżej 5 roku życia

Obszary o najwyższych klasach wrażliwości (3 i 2) ze względu na zagęszczenie dzieci poniżej 5 roku życia występują w środkowej oraz środkowo – południowej części miasta. Pozostałe obszary miasta odznaczają się klasą wrażliwości 0 i 1 (Rysunek 49).

Rysunek 49. Klasy wrażliwości – liczba osób <5 roku życia, w kwadratach 100 x 100 m.



Rysunek 50. Klasy wrażliwości – liczba osób <5 roku życia na terenie osiedla

Osiedla o najwyższej klasie wrażliwości (3) na temperaturę pod względem zamieszkania dzieci poniżej 5 roku życia położone są głównie w centrum miasta oraz jedno przy południowej granicy miasta. Osiedla charakteryzujące się 1 i 2 klasą wrażliwości położone są wokół centrum miasta oraz przy granicy północno – wschodniej, południowej, południowo – zachodniej oraz południowo – wschodniej. Natomiast osiedla o zerowej klasie wrażliwości są zlokalizowane przede wszystkim w północno – zachodniej części miasta oraz pojedynczo przy południowo – wschodniej i południowo – zachodniej granicy miasta (Rysunek 50). Tabela 15 przedstawia podział osiedli miasta Radomia na klasy wrażliwości w odniesieniu do dzieci poniżej 5 roku życia na temperaturę.



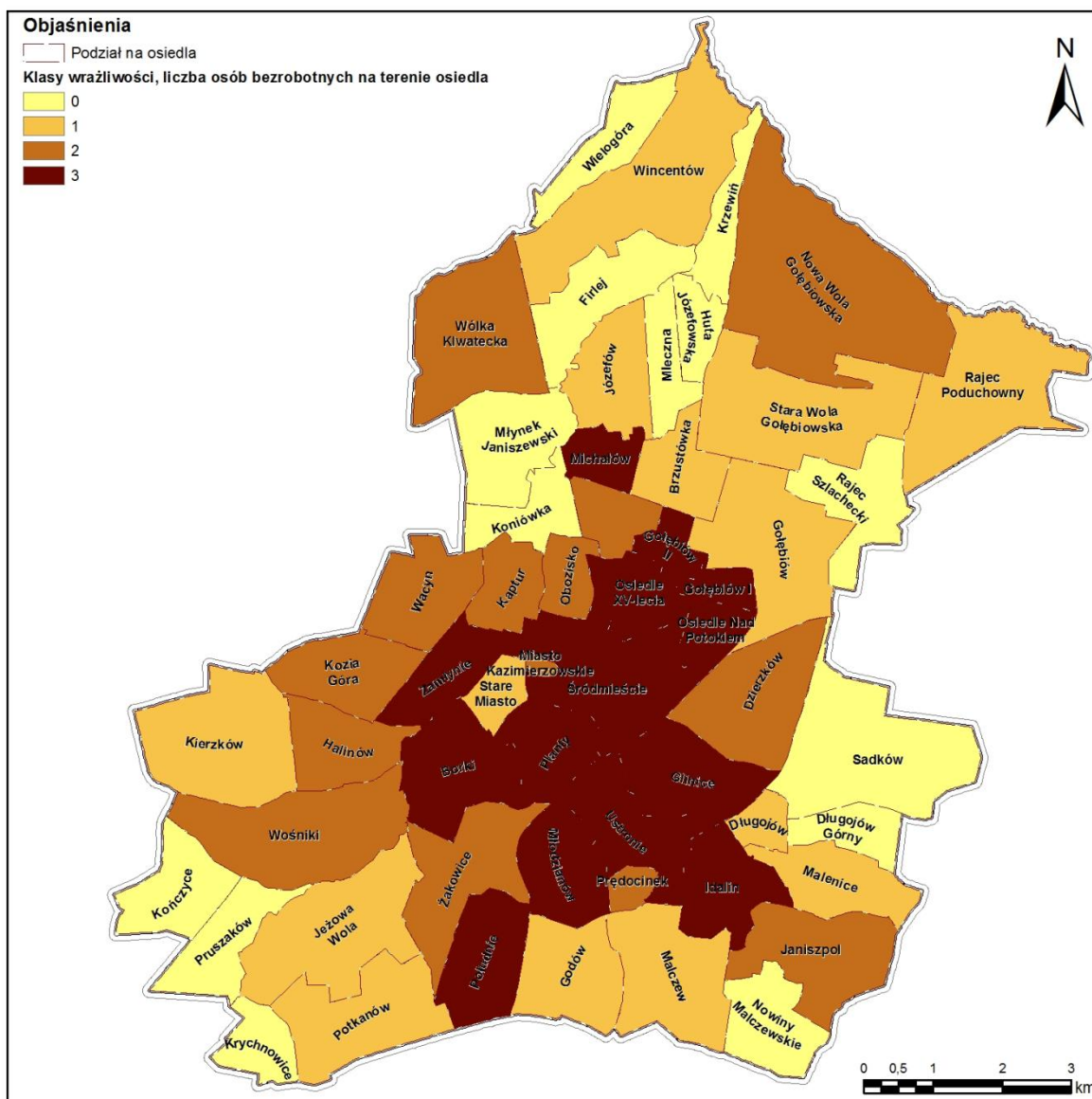
Tabela 15 Podział osiedli na klasy wrażliwości dzieci poniżej 5 roku życia na wysokie temperatury

Klasa wrażliwości dzieci poniżej 5 roku życia na wysokie temperatury			
0	1	2	3
Brzustówka Długojów Długojów Górny Firlej Huta Józefowska Koniówka Krychnowice Krzewiń Mleczna Młynek Janiszewski Nowiny Malczewskie Pruszków Wielogóra Wincentów	Godów Gołębiów Jeżowa Wola Józefów Kierzków Kończyce Malenice Miasto Kazimierzowskie Nowa Wola Gołębiowska Potkanów Rajec Szlachecki Sadków Stara Wola Gołębiowska Stare Miasto	Dzierzków Halinów Janiszpol Kaptur Kozia Góra Malczew Młodzianów Obozisko Prędocinek Rajec Poduchowny Wacyn Wośniki Wólka Klwatecka Żakowice	Borki Glinice Gołębiów I Gołębiów II Idalin Michałów Osiedle Akademickie Osiedle Nad Potokiem Osiedle XV-lecia Planty Południe Śródmieście Ustronie Zamłynie

Osoby bezrobotne

Obszary o najwyższych klasach wrażliwości (3 i 2) ze względu na zamieszkanie osób bezrobotnych występują w środkowej oraz południowej i południowo wschodniej części miasta. Obszary o klasach wrażliwości 0 i 1 położone są w południowo – zachodniej oraz południowo wschodniej części miasta oraz w mniejszym zakresie na terenach północnych (Rysunek 51)

Rysunek 51. Klasy wrażliwości – liczba osób bezrobotnych w kwadratach 100 x 100 m.



Rysunek 52. Klasy wrażliwości – liczba osób bezrobotnych na terenie osiedla

Osiedla o najwyższej klasie wrażliwości (3) na temperaturę pod względem zamieszkania przez osoby bezrobotne położone są w centrum miasta, jedno przy południowej granicy miasta oraz jedno na północ od centrum. Osiedla charakteryzujące się 1 i 2 klasą wrażliwości położone są wokół centrum miasta oraz przy granicy południowej, południowo – wschodniej oraz południowo zachodniej. Natomiast osiedla o klasie podatności 0 zlokalizowane są przede wszystkim na północy miasta oraz pojedynczo przy południowo – wschodniej i południowo – zachodniej granicy miasta (Rysunek 52).

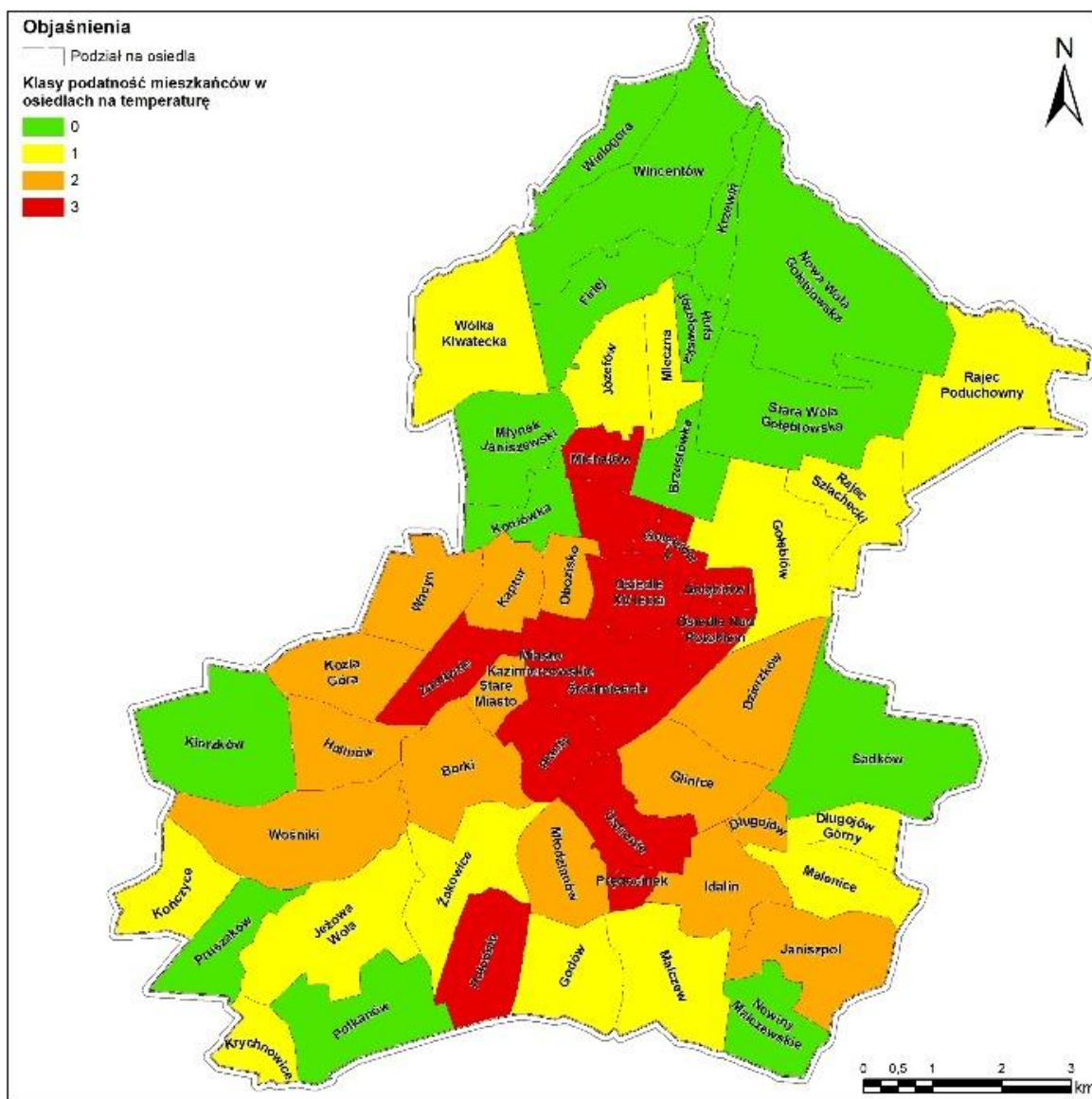
Tabela 16 przedstawia podział osiedli miasta Radomia na klasy wrażliwości bezrobotnych na temperaturę.



Tabela 16 Podział osiedli na klasy wrażliwości bezrobotnych na wysokie temperatury

Klasa wrażliwości bezrobotnych na wysokie temperatury			
0	1	2	3
Długojów Górny Firlej Huta Józefowska Koniówka Kończyce Krychnowice Krzewiń Mleczna Młynek Janiszewski Nowiny Malczewskie Pruszków Rajec Szlachecki Sadków Wielogóra	Brzustówka Długojów Godów Gołębiów Jeżowa Wola Józefów Kierzków Malczew Malenice Potkanów Rajec Poduchowny Stara Wola Gołębiowska Stare Miasto Wincentów	Dzierzków Halinów Janiszpol Kaptur Kozia Góra Miasto Kazimierzowskie Nowa Wola Gołębiowska Obozisko Osiedle Akademickie Prędocinek Wacyn Wośniki Wólka Klwatecka Żakowice	Borki Glinice Gołębiów I Gołębiów II Idalin Michałów Młodzianów Osiedle Nad Potokiem Osiedle XV-lecia Planty Południe Śródmieście Ustronie Zamłynie

Rysunek 53. Podatność mieszkańców na temperature



Rysunek 54. Podatność mieszkańców w osiedlach na temperaturę

Przeprowadzone analizy wykazały, iż najwięcej osiedli charakteryzuje się najniższą klasą podatności mieszkańców na temperaturę – 15 osiedli. Osiedla te, zlokalizowane są głównie na północy miasta oraz przy południowo – wschodniej i południowo – zachodniej granicy miasta (**Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.**).

Po 14 osiedli charakteryzuje się 1 i 2 klasą podatności ludności na temperaturę. Są to osiedla położone wokół centrum miasta oraz przy granicy północno – wschodniej oraz południowej.

Najmniej osiedli – 13 odznacza się najwyższą (3) klasą podatności ludności na temperaturę. Osiedla te położone są w przede wszystkim w centrum miasta, jedno przy południowej granicy.



Tabela 17 przedstawia podział osiedli miasta Radomia na klasy podatności ludności na temperaturę.

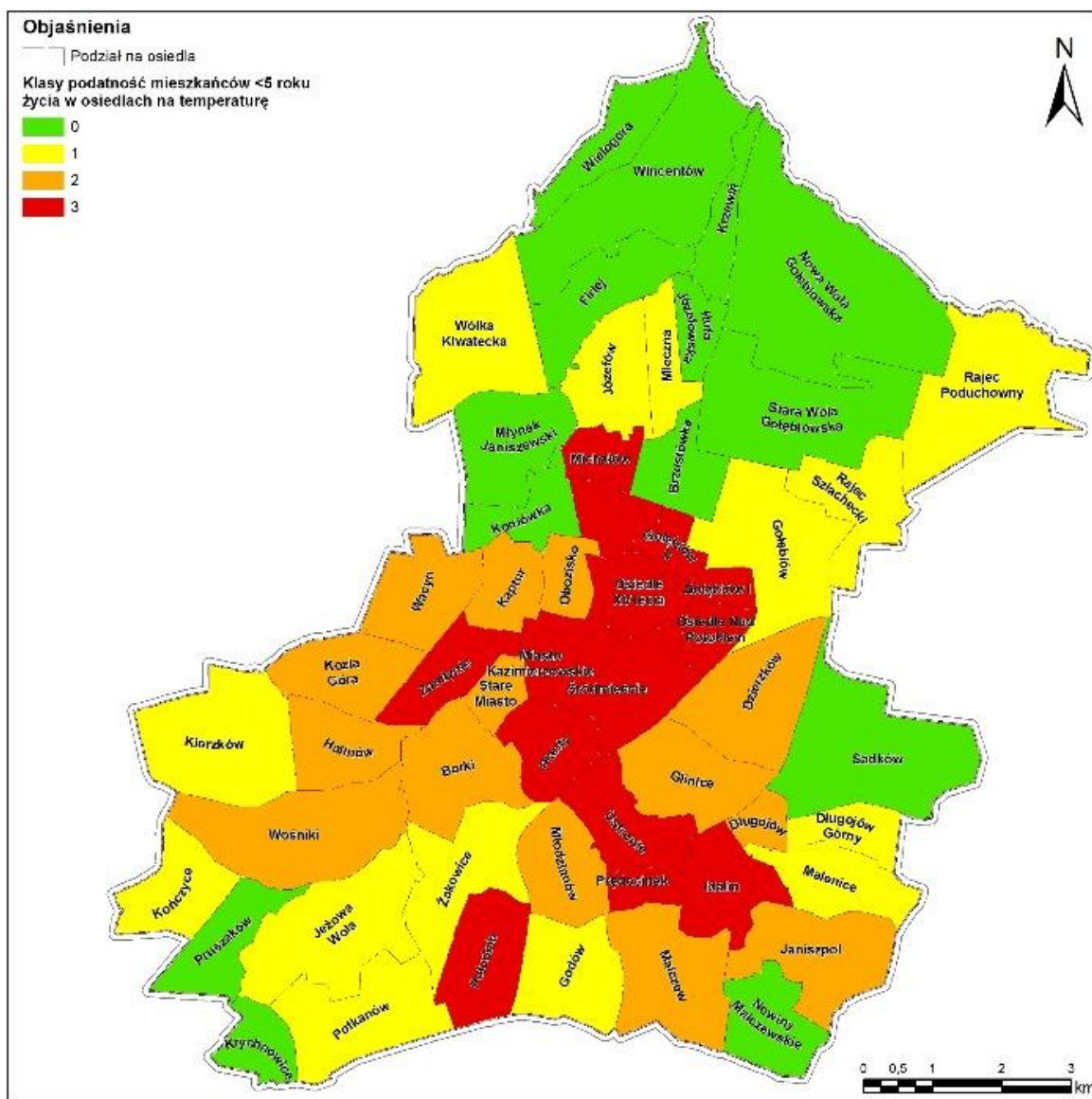
Tabela 17 Podatność mieszkańców Radomia na wysokie temperatury

Klasa podatności ludności na wysokie temperatury			
0	1	2	3
Brzustówka Firlej Huta Józefowska Kierzków Koniówka Krzewiń Młynek Janiszewski Nowa Wola Gołębiowska Nowiny Malczewskie Potkanów Pruszków Sadków Stara Wola Gołębiowska Wielogóra Wincentów	Długojów Górny Godów Gołębiów Jeżowa Wola Józefów Kończyce Krychnowice Malczew Malenice Mleczna Rajec Poduchowny Rajec Szlachecki Wólka Klwatecka Żakowice	Borki Długojów Dzierzków Glinice Halinów Idalin Janiszpol Kaptur Kozia Góra Młodzianów Obozisko Stare Miasto Wacyn Wośniki	Gołębiów I Gołębiów II Miasto Kazimierzowskie Michałów Osiedle Akademickie Osiedle Nad Potokiem Osiedle XV-lecia Planty Południe Prędocinek Śródmieście Ustronie Zamłynie

Osoby poniżej 5 roku życia

Obszary o najwyższej podatności mieszkańców poniżej 5 roku życia na temperaturę (3) występują w środkowej oraz południowo – środkowej części miasta. Natomiast obszary o klasie podatności 1 i 2 w odniesieniu do analizowanej grupy, w zachodniej oraz południowo – wschodniej części miasta. Tereny położone na terenach północnych oraz południowo – zachodnich odznaczają się przewagą obszarów o zerowej klasie podatności (Rysunek 55).





Rysunek 56. Podatność osób <5 roku życia w osiedlach na temperaturę

Osiedla o najwyższej klasie podatności (3) na temperaturę pod względem zamieszkania dzieci poniżej 5 roku życia położone są w centrum miasta, jedno przy południowej granicy miasta. Osiedla charakteryzujące się 1 i 2 klasą podatności położone są wokół centrum miasta oraz przy granicy północno – wschodniej, południowej oraz południowo - wschodniej. Natomiast osiedla o klasie podatności 0 zlokalizowane są przede wszystkim na północy miasta oraz pojedynczo przy południowo – wschodniej i południowo – zachodniej granicy miasta (Rysunek 58).

Tabela 18 przedstawia podział osiedli miasta Radomia na klasy podatności na temperaturę pod względem zamieszkania przez dzieci w wieku poniżej 5 roku życia.



Tabela 18 Podatność osób <5 roku życia na wysokie temperatury na terenie Radomia

Klasa podatności mieszkańców <5 roku życia na wysokie temperatury			
0	1	2	3
Brzustówka Firlej Huta Józefowska Koniówka Krychnowice Krzewiń Młynek Janiszewski Nowa Wola Gołębiowska Nowiny Malczewskie Pruszków Sadków Stara Wola Gołębiowska Wielogóra Wincentów	Długojów Górny Godów Gołębiów Jeżowa Wola Józefów Kierzków Kończyce Malenice Mleczna Potkanów Rajec Poduchowny Rajec Szlachecki Wólka Klwatecka Żakowice	Borki Długojów Dzierzków Glinice Halinów Janiszpol Kaptur Kozia Góra Malczew Młodzianów Obozisko Stare Miasto Wacyn Wośniki	Gołębiów I Gołębiów II Idalin Miasto Kazimierzowskie Michałów Osiedle Akademickie Osiedle Nad Potokiem Osiedle XV-lecia Planty Południe Prędocinek Śródmieście Ustronie Zamłynie

Osoby powyżej 65 roku życia

Obszary o najwyższej klasie podatności mieszkańców powyżej 65 roku życia na temperaturę (3) występują w środkowej oraz południowo – środkowej części miasta. Natomiast obszary o klasie podatności 1 i 2 w zachodniej oraz południowo – wschodniej części miasta. Tereny położone na terenach północnych oraz południowo – zachodnich odznaczają się przewagą obszarów o klasie podatności 0 w odniesieniu do analizowanej grupy (Rysunek 57).





Osiedla o najwyższej klasie podatności (3) na temperaturę pod względem zamieszkania mieszkańców powyżej 65 roku życia położone są głównie w centrum miasta, jedno przy południowej granicy miasta oraz jedno na północ od centrum. Osiedla charakteryzujące się 1 i 2 klasą podatności położone są wokół centrum miasta oraz przy granicy północno – wschodniej, południowej oraz południowo - wschodniej. Natomiast osiedla o klasie podatności 0 zlokalizowane są przede wszystkim na północy miasta oraz pojedynczo przy południowo – wschodniej i południowo – zachodniej granicy miasta (Rysunek 58).



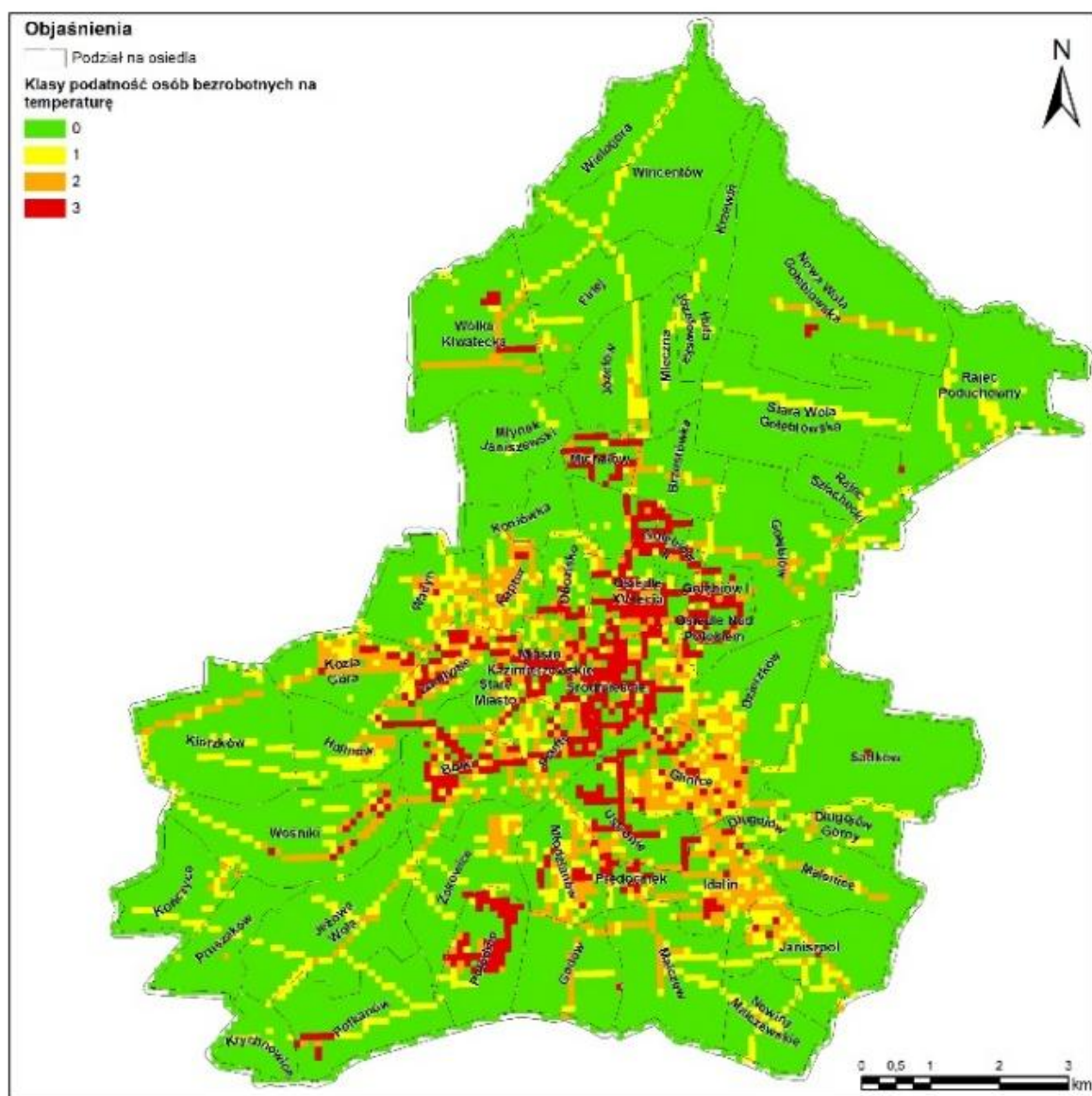
Tabela 19 przedstawia podział osiedli miasta Radomia na klasy podatności na temperaturę pod względem zamieszkania przez ludność powyżej 65 roku życia.

Tabela 19 Podatność osób >65 roku życia na wysokie temperatury na terenie Radomia

Klasa podatności mieszkańców >65 roku życia na wysokie temperatury			
0	1	2	3
Brzustówka Huta Józefowska Kierzków Koniówka Krzewiń Mleczna Młynek Janiszewski Nowa Wola Gołębiowska Nowiny Malczewskie Rajec Szlachecki Sadków Stara Wola Gołębiowska Wielogóra Wincentów	Długojów Górny Firlej Godów Gołębiów Jeżowa Wola Józefów Kończyce Krychnowice Malczew Malenice Potkanów Pruszków Rajec Poduchowny Wólka Klwatecka	Długojów Dzierzków Glinice Halinów Idalin Janiszpol Kaptur Kozia Góra Obozisko Osiedle Akademickie Stare Miasto Wacyn Wośniki Żakowice	Borki Gołębiów I Gołębiów II Miasto Kazimierzowskie Michałów Młodzianów Osiedle Nad Potokiem Osiedle XV-lecia Planty Południe Prędocinek Śródmieście Ustronie Zamłynie

Osoby bezrobotne

Obszary o najwyższej klasie podatności osób bezrobotnych na temperaturę (3) zlokalizowane są w środkowej oraz południowo – środkowej części miasta. Natomiast obszary o klasie podatności 2 przeważają na krańcu południowo – wschodnim. Tereny położone w rejonach północnych oraz południowo – zachodnich miasta odznaczają się przewagą obszarów o klasie podatności 0 z niewielkim udziałem terenów o klasie podatności na temperaturę 1 (Rysunek 59).



Rysunek 59. Podatność osób bezrobotnych na wysoką temperaturę



Tabela 20 przedstawia podział osiedli miasta Radomia na klasy podatności na temperaturę pod względem zamieszkania przez osoby bezrobotne.



Tabela 20 Podatność bezrobotnych mieszkańców Radomia na wysokie temperatury w poszczególnych osiedlach

<i>Klasa podatności ludności na wysokie temperatury</i>			
<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Firlej</i>	<i>Brzustówka</i>	<i>Długojów</i>	<i>Borki</i>
<i>Huta Józefowska</i>	<i>Długojów Górny</i>	<i>Dzierzków</i>	<i>Glinice</i>
<i>Koniówka</i>	<i>Godów</i>	<i>Halinów</i>	<i>Gołębiów I</i>
<i>Krychnowice</i>	<i>Gołębiów</i>	<i>Idalin</i>	<i>Gołębiów II</i>
<i>Krzewiń</i>	<i>Jeżowa Wola</i>	<i>Janiszpol</i>	<i>Miasto Kazimierzowskie</i>
<i>Mleczna</i>	<i>Józefów</i>	<i>Kaptur</i>	<i>Michałów</i>
<i>Młynek Janiszewski</i>	<i>Kierzków</i>	<i>Kozia Góra</i>	<i>Osiedle Nad Potokiem</i>
<i>Pruszków</i>	<i>Kończyce</i>	<i>Młodzianów</i>	<i>Osiedle XV-lecia</i>
<i>Rajec Poduchowny</i>	<i>Malczew</i>	<i>Obozisko</i>	<i>Planty</i>
<i>Rajec Szlachecki</i>	<i>Malenice</i>	<i>Osiedle Akademickie</i>	<i>Południe</i>
<i>Sadków</i>	<i>Nowa Wola Gołębiowska</i>	<i>Stare Miasto</i>	<i>Prędocinek</i>
<i>Stara Wola Gołębiowska</i>	<i>Nowiny Malczewskie</i>	<i>Wacyn</i>	<i>Śródmieście</i>
<i>Wielogóra</i>	<i>Potkanów</i>	<i>Wośniki</i>	<i>Ustronie</i>
<i>Wincentów</i>	<i>Żakowice</i>	<i>Wólka Kłwatecka</i>	<i>Zamłynie</i>

Pośród 56 osiedli miasta Radomia 12 wyróżnia się najwyższą klasą podatności w odniesieniu do wszystkich analizowanych grup szczególnie wrażliwych, są to osiedla: Gołębiów I, Gołębiów II, Miasto Kazimierzowskie, Michałów, Osiedle Nad Potokiem, Osiedle XV-lecia, Planty, Południe, Prędocinek, Śródmieście, Ustronie, Zamłynie.

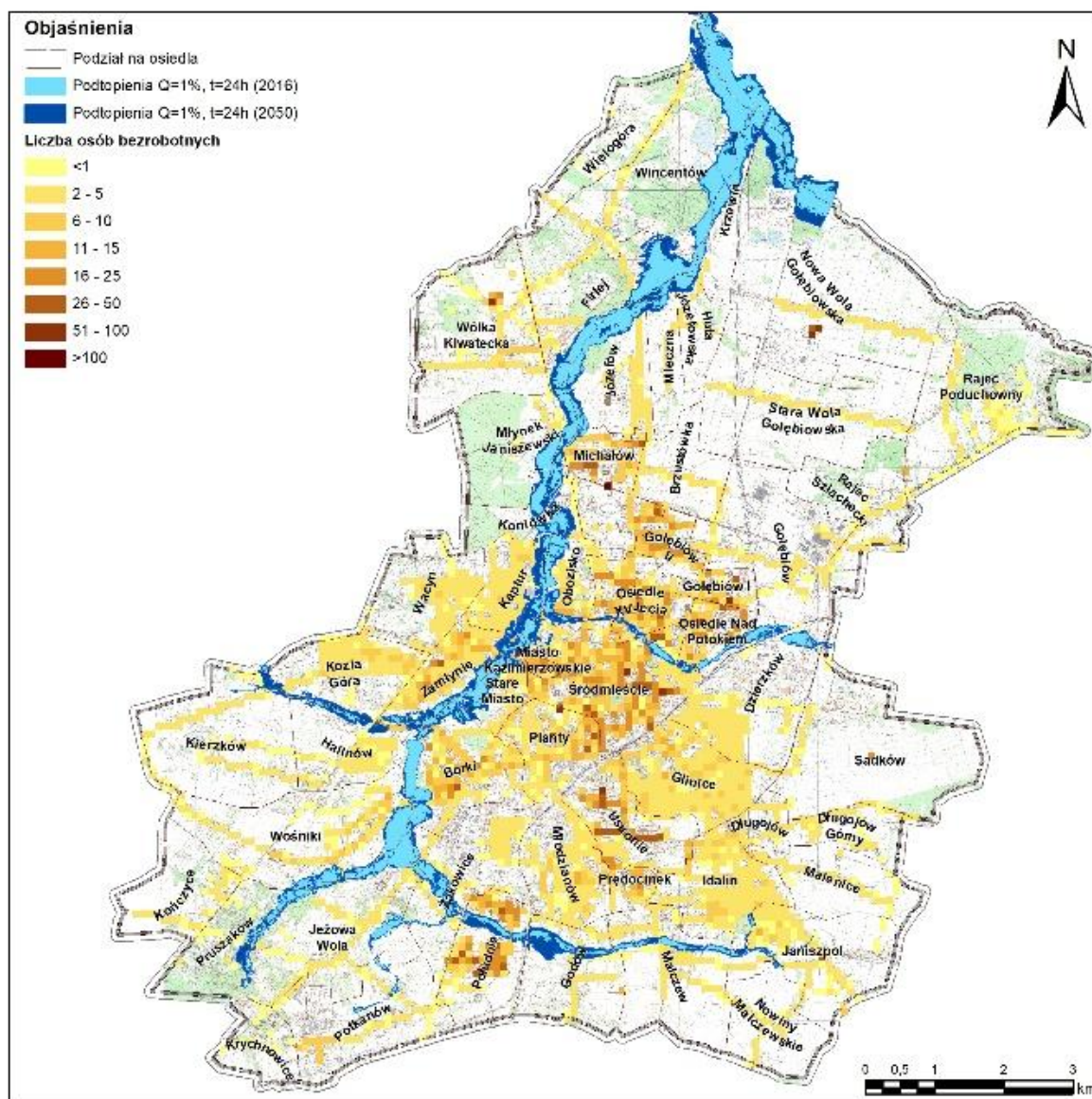
Rysunek 61. Rozmieszczenie mieszkańców Radomia na tle mapy podtopień

Rysunek 62. Rozmieszczenie mieszkańców Radomia > 65 roku życia na tle mapy podtopień

Rysunek 63. Rozmieszczenie mieszkańców Radomia < 5 roku życia na tle mapy podtopień

Osoby bezrobotne

Analiza podtopień od strony rzek w roku 2016 oraz prognozowanych dla roku 2050 wskazuje, iż przy opadzie o prawdopodobieństwie 1% (raz na sto lat) i czasie trwania 24h, w roku 2016 oraz 2050 narażonymi na podtopienia są osoby bezrobotne zamieszkujące obszary dzielnic: Michałów, Osiedle Nad Potokiem, Osiedle XV-lecia, Śródmieście, Borki, Miasto Kazimierzowskie i Stare Miasto, Zamłynie oraz Południe (Rysunek 64).

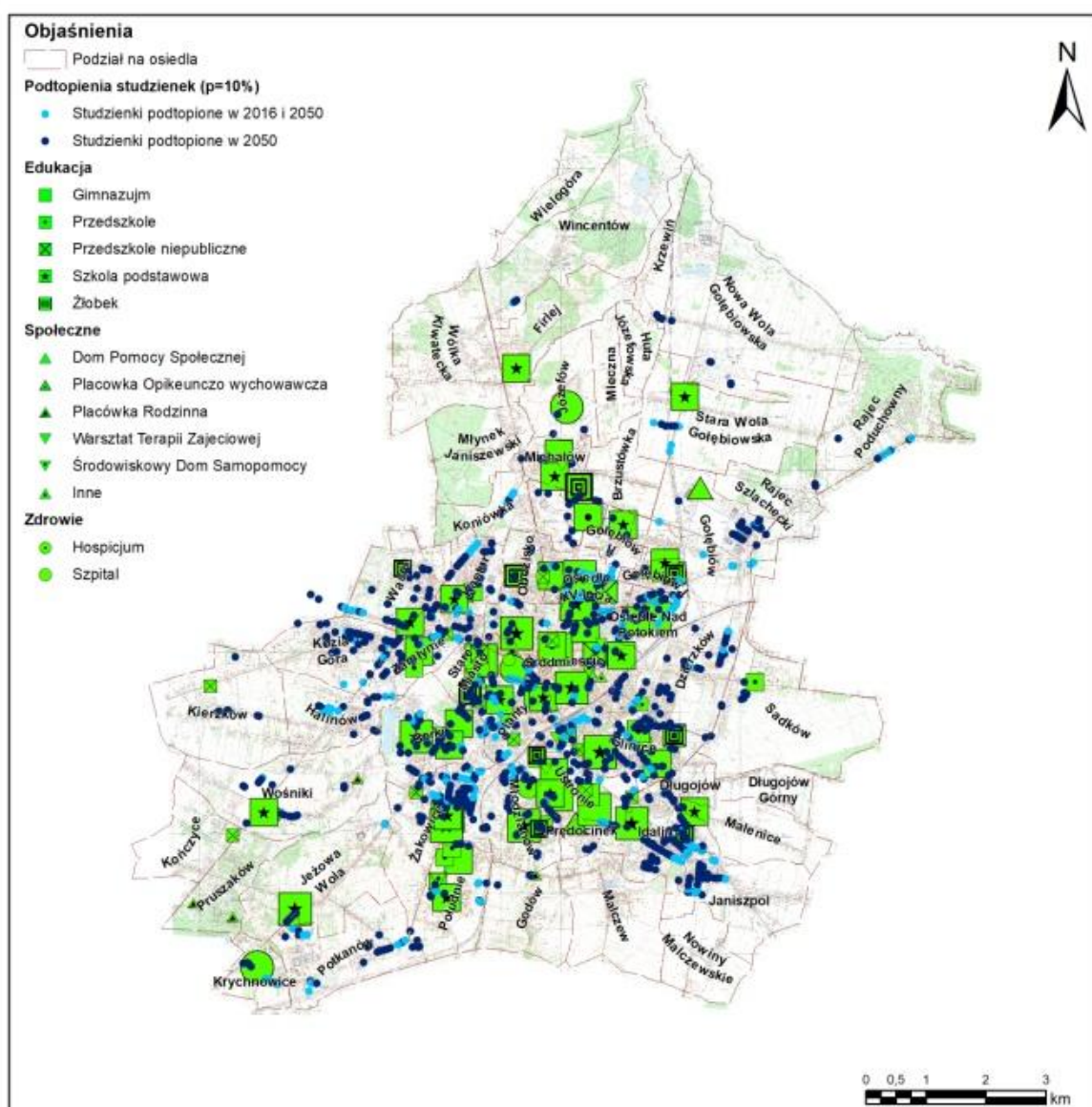


Rysunek 64. Rozmieszczenie osób bezrobotnych na tle mapy podtopień

Rysunek 65. Podatność infrastruktury sektora zdrowie publiczne na wysoką temperaturę

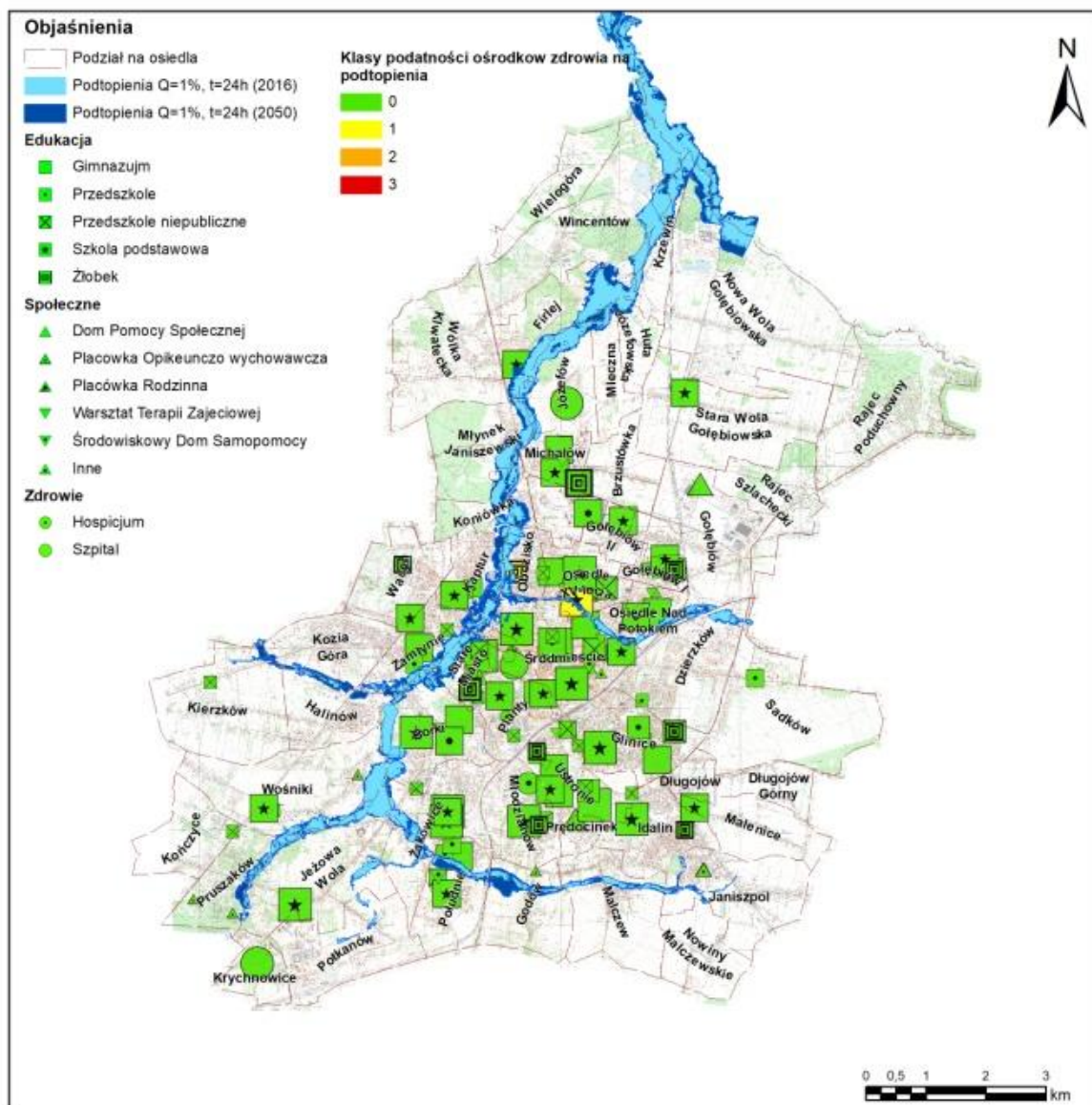
5.1.7 Podatność infrastruktury związanej ze zdrowiem publicznym na podtopienia

Podatność infrastruktury związanej ze zdrowiem publicznym na podtopienia została oceniona na niską. Na podstawie wykonanych analiz, stwierdzono, że większość obiektów infrastruktury związanej z sektorem zdrowia publicznego odznaczają się najniższą klasą podatności – 0, jedynie dwa obiekty położone w centrum miasta posiadają klasę podatności 1, co oznacza, że znajdują się w odległości 50m od obszarów podtapianych według prognoz dla 2050 roku. Podatność tych obiektów polega na możliwych utrudnieniach w ich funkcjonowaniu w przyszłości, np. związanych z podtopieniem układu drogowego od strony rzeki lub w wyniku przeciążenia kanalizacji deszczowej.



Rysunek 66. Rozmieszczenie ośrodków sektora zdrowie publiczne i podtopienia studzienek przy opadzie o prawdopodobieństwie p=10% w 2016 i 2050 roku.





Rysunek 68. Podatność infrastruktury sektora zdrowie publiczne na podtopienia



5.2 Sektor: Transport

5.2.1 Analizowane dane

Dane dotyczące sektora Transportu pozyskano z instytucji publicznych i prywatnych, stron internetowych oraz badań ankietowych przeprowadzonych wśród członków Grup Roboczych. Dane posłużyły do sporządzenia map rozmieszczenia, wrażliwości i podatności elementów sektora transportu. Analizowane zagadnienia dotyczące sektora transportu zostały poruszone w „Strategii rozwoju Miasta Radomia na lata 2008-2020”¹³. Źródła danych przedstawia Tabela 21.

Tabela 21. Źródła danych dotyczących sektora Transportu

Podsystemy transportu / Dokument/źródło
Transport drogowy, kolejowy, lotniczy
Projekt Strategii Rozwoju Województwa Mazowieckiego do roku 2030 (Warszawa, czerwiec 2012)
Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla miasta Radomia na lata 2013-2020
Plan Zrównoważonego rozwoju transportu publicznego dla Powiatu Radomskiego (Plan Transportowy)
Transport drogowy
Ustawa z dnia 6 września 2001r. o transporcie drogowym
Regulamin Organizacyjny Wojewódzkiego Inspektoratu Transportu Drogowego w Radomiu
Rozporządzenie Ministra Transportu z dnia 11 czerwca 2007 r. w sprawie organizacji wojewódzkich inspektoratów transportu drogowego
Transport kolejowy
http://www.plk-sa.pl/dla-klientow-i-kontrahentow/akty-prawne-i-przepisy/instrukcje-pkp-polskie-linie-kolejowe-sa/instrukcje-z-mozliwoscia-podgladu/
Transport lotniczy
Plan Generalny dla Portu Lotniczego Radom
Zezwolenie na założenie lotniska cywilnego użytku publicznego kodu 3C w Radomiu, wydane decyzją Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 15 września 2011 roku;
Certyfikat lotniska nr PL-001/EPRA/2016 z dnia 14 maja 2016 roku, wydany przez Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego;
Decyzja Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 7 lipca 2015 roku w sprawie wyznaczenia Portu Lotniczego „RADOM” S.A. jako instytucji zapewniającej lotniskową służbę informacji powietrznej (AFIS) w strefie ruchu lotniskowego ATZ lotniska Radom – Sadków (EPRA)
Decyzja nr 8 Wojewody Mazowieckiego z dnia 10 lipca 2014 roku (znak WBZK-IV.655.14.2014) o wpisie Lotniska Radom – Sadków do prowadzonej przez Wojewodę Mazowieckiego „ewidencji obszarów, obiektów i urządzeń podlegających obowiązkowej ochronie przez specjalistyczne formacje ochronne lub odpowiednie zabezpieczenie techniczne, znajdujących się na terenie województwa mazowieckiego” w rozdziale XI (inne podmioty gospodarcze z terenu województwa mazowieckiego) pod pozycją 41
Decyzja Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego nr ULC-LOB-1/8200-0024/02/15 z dnia 25 sierpnia 2015 roku o zatwierdzeniu aktualizacji Programu Ochrony Portu Lotniczego „RADOM” S.A. przed aktami bezprawnej ingerencji

¹³ Strategia rozwoju Miasta Radomia na lata 2008 – 2020, WYG International Sp. z o.o. luty 2008



5.2.2 Sektor transportu w Radomiu

Opierając się o analizowane dokumenty oraz przeprowadzone wywiady, podzielono system transportowy Radomia na: podsystem drogowy, obejmujący również transport publiczny (autobusowy), rowerowy i pieszy, podsystem kolejowy, oraz podsystem lotniczy¹⁴.

Podsystem drogowy

Drogi

Dla rozwoju Radomia niezwykle istotny jest jego układ drogowy. Radom jest węzłem komunikacyjnym o znaczeniu regionalnym, leży na skrzyżowaniu dróg krajowych: drogi krajowej nr 7 Gdańsk- Kraków (trasy E77 łączącej Europę Północną z Adriatykiem), drogi krajowej nr 12 Poznań- Lublin (trasy stanowiącej najkrótsze połączenie pomiędzy Berlinem a Kijowem) oraz drogi krajowej nr 9 Radom-Rzeszów i dalej na południe Europy. W skład węzła komunikacyjnego wchodzi drogi:

- droga krajowa nr 7 – Warszawa – Kielce – Kraków;
- droga krajowa nr 9 – Rzeszów – Radom;
- droga krajowa nr 12 – Lublin-Zwolen- Łódź;
- droga wojewódzka nr 737 – Radom – Kozienice;
- droga wojewódzka nr 740 – Radom – Potworów;
- droga wojewódzka nr 744 – Radom – Starachowice;

Kontynuację dróg krajowych i wojewódzkich stanowią najważniejsze ulice w Radomiu:

- Kielecka – Czarnieckiego – Warszawska – jako przedłużenie DK nr 7;
- Żółkowskiego – Al. Wojska Polskiego – Słowackiego – jako przedłużenie DK nr 9;
- Zwolińskiego –Żółkowskiego – Czarnieckiego –Wolanowska – jako kontynuacja DK nr 12;
- Kozienicka – jako przedłużenie DW nr 737;
- Przytycka – jako przedłużenie DW nr 740
- Ierzbicka – jako przedłużenie DW nr 744

Według danych GUS w 2015r. długość dróg publicznych o twardej nawierzchni (gminnych i powiatowych) w Radomiu wynosi 252 km na 100 km². Przez Radom przebiegają również trzy drogi wojewódzkie: Trasa nr 737, Trasa nr 740 i Trasa nr 744. Sytuacja ta determinuje przebieg i charakter dróg i ulic zlokalizowanych w granicach miasta, które obsługują jednocześnie ruch tranzytowy oraz ruch lokalny.

Obecny wskaźnik poziomu motoryzacji dla Radomia kształtuje się na poziomie około 350 samochodów osobowych na 1000 mieszkańców, co może wkrótce powodować problemy z ruchem samochodowym oraz parkowaniem pojazdów. Problem dotyczy szczególnie obszaru śródmieścia oraz

¹⁴ Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Radom, 2014r.



rejonu dworca kolejowego, ale również obszarów zabudowy mieszkaniowej, co już jest zaznaczane przez mieszkańców miasta przy okazji konsultacji społecznych na temat rewitalizacji poszczególnych obszarów Radomia.

Dostępność komunikacyjna Radomia jest jedną z mocnych stron miasta, mimo koniecznych inwestycji w poprawę stanu technicznego dróg, które są prowadzone na bieżąco. Radom inwestuje w system drogowy¹⁵. Szczególnie warto tu wspomnieć o:

- budowie zachodniej obwodnicy Radomia w ciągu drogi S7 (Gdańsk - Warszawa – Kraków), jako część planowanej krajowej sieci dróg szybkiego ruchu, leżącej w ciągu drogi międzynarodowej o symbolu E 77, która rozwiązuje już pewien problem tranzytu przez miasto;
- budowie południowej obwodnicy Radomia, która może w pewnym stopniu zmienić sposób dojazdu mieszkańców do pracy, umożliwiając im wykorzystanie samochodów do szybkiego przejazdu wokół miasta zamiast wjeżdżać do niego autobusami komunikacji publicznej, oraz
- planowanej budowie drogi ekspresowej S12 na odcinku granica woj. łódzkiego – węzeł Radom Południe.

Transport rowerowy i pieszy

Na terenie miasta występują zarówno ścieżki rowerowe, ciągi pieszo-rowerowe jak również kontrapasy. Wg informacji MZDiK łączna długość ścieżek rowerowych w granicach miasta Radomia wynosiła 37,19 km, w tym w ulicach – 30,927 km, w parkach – 1,6 km oraz kontrapasy – 4,663 km¹⁶.

Od 2017 roku w Radomiu funkcjonuje również Radomski Rower Miejski, proponujący mieszkańcom samoobsługowy system transportu rowerowego, obejmujący 26 stacji i 260 rowerów, w tym dwa familijno-bagażowe oraz trzy tandemy¹⁷. Miasto przewiduje dalsze rozwijanie tego systemu. W mieście działa silna organizacja pozarządowa – Bractwo Rowerowe¹⁸, które konsultuje nowe projekty remontów, przebudów i budów dróg i lobbuje w kierunku budowy ścieżek rowerowych w mieście.

Obecnie w strefie śródmiejskiej Radomia wydzielone są ciągi piesze o łącznej długości 800 m – ulica Żeromskiego i Focha. Na ulicach Traugutta początkowym fragmencie Żeromskiego ruch pojazdów jest mocno ograniczony i dopuszczony tylko dla mieszkańców posesji, zaopatrzenia i służb uprzywilejowanych. Ulicy Żeromskiego jest całkowicie wyłączona z ruchu na odcinku od Niedziałkowskiego do Traugutta. W mieście funkcjonuje też strefa tempo 30, która funkcjonuje w śródmieściu¹⁹, a także strefa płatnego parkowania, która ma między innymi zadanie ograniczenia ruchu kołowego w śródmieściu, z korzyścią dla jakości życia i zdrowia mieszkańców.

15 Plan zrównoważonego rozwoju transportu publicznego dla Powiatu Radomskiego (Plan Transportowy). Starostwo Powiatowe w Radomiu. Czerwiec, 2013

16 „Program Ochrony Środowiska dla miasta Radomia na lata 2013 – 2016 z uwzględnieniem lat 2017 – 2020”, Warszawa 2013r.

17 <https://radomskirowermiejski.pl/>

18 <http://www.bractworowerowe.ats.pl/>

19 www.mzdik.radom.pl/



Transport autobusowy

Dla prawidłowego funkcjonowania miasta kluczowe znaczenie ma transport zbiorowy. W Radomiu obejmuje on swoim zasięgiem zarówno jak i gminy podmiejskie.

Sieć transportu miejskiego na obszarze miasta Radomia i gmin ościennych tworzą linie komunikacji autobusowej organizowanej przez Miejski Zarząd Dróg i Komunikacji w Radomiu. Na podstawie Planu zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla miasta Radomia na lata 2013-2020 wg stanu na 31 stycznia 2013 r., sieć transportu miejskiego obejmowała 25 linii autobusowych²⁰. Łączna długość wszystkich linii w mieście wynosi 318,8 km. Maksymalnie w ruchu pozostaje 130 autobusów, z których około 74% to nowoczesne autobusy niskopodłogowe. Długość tras komunikacyjnych wynosi około 165 km, w tym poza granicami miasta około 23,9 km. Z transportu zbiorowego Radomia rocznie korzysta około 41,2 mln. osób. Obecnie przewozy w Radomiu realizuje trzech przewoźników: Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacji w Radomiu Spółka z o.o. (własność komunalna) oraz dwaj przewoźnicy prywatni (Spółka Michalczewski i konsorcjum Dolnośląskich Linii Autobusowych, Meteora i Irexu-4).

Autobusowy transport zbiorowy jest głównym obsługującym potoki pasażerskie w mieście i powiecie. Funkcjonuje jeden główny węzeł przesiadkowy zlokalizowany w obrębie dworca kolejowego, a integrujący podsystem autobusowy, w tym także komunikację PKS i prywatnych przewoźników, z podsystemami kolejowym, rowerowym i pieszym. Na terenie gminy funkcjonuje jeden dworzec autobusowy, który jest przystosowany do obsługi osób niepełnosprawnych.

Podsystem kolejowy

Na układ kolejowy Radomia składa się jeden dworzec kolejowy – Radom Główny, dwa przystanki osobowe – Radom Południowy i Radom Potkanów oraz stacja towarowa – Radom Wschodni.

Radomski węzeł kolejowy tworzą trzy zelektryfikowane linie kolejowe. Krzyżują się tu trasy pociągów dalekobieżnych łączących duże ośrodki miejskie:

- linia kolejowa Warszawa–Radom–Skarżysko Kamienna, powiązana jednotorową łącznicą Rożki - Wolanów z linią Radom-Tomaszów Mazowiecki,
- linia kolejowa Radom-Tomaszów Mazowiecki,
- linia kolejowa Radom-Dęblin.

Liniami kolejowymi odbywa się zarówno transport pasażerski (obsługiwany przez Koleje Mazowieckie, Przewozy Regionalne, Intercity) jak i towarowy.

Podsystem lotniczy

Na terenie miasta Radom zlokalizowane jest lotnisko wojskowe Radom-Sadków, które od 2012r. zaczęto przystosowywać dla potrzeb cywilnych. W 2014 roku ukończona została budowa i

²⁰ Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla miasta Radomia na lata 2013-2020



modernizacja terminala pasażerskiego a radomskie lotnisko zostało wpisane do krajowego rejestru lotnisk cywilnych, a podmiotem zarządzającym lotniskiem jest spółka akcyjna Port Lotniczy Radom S.A. Na dzień dzisiejszy, realizowane są połączenia pasażerskie zgodnie z siatką połączeń dostępną na stronie lotniska. Port lotniczy realizuje także obsługę samolotów biznesowych i indywidualnych.

Lotnisko znajduje się we wschodniej części miasta, około 4 km od jego centrum, w bezpośrednim sąsiedztwie obwodnicy, która jest początkowym odcinkiem Drogi Krajowej nr 9 do Rzeszowa. Część wojskowa lotniska posiada własną, czynną bocznice kolejową, oddaloną od terminala pasażerskiego o 600 metrów, która mogłaby być połączona z głównym dworcem kolejowym w Radomiu, z czasem podróży poniżej 10 minut. Rozpatrywana jest realizacja takiego połączenia, która planowana byłaby na lata 2019-2020²¹.

Analizowany sektor Transportu jest w wysokim i średnim stopniu wrażliwy na zmiany klimatu. W szczególności podsystem transportu kołowego i podsystem transport publiczny miejski, są w wysokim stopniu wrażliwe na deszcze nawalne, ekstremalne opady śniegu i nagłe powodzie miejskie, oraz w średnim stopniu na koncentracje zanieczyszczeń powietrza i smog. Cały sektor jest wrażliwy w średnim stopniu na warunki termiczne.

Kierunki rozwoju sektora transportu w Radomiu

Instytucjami miejskimi koordynującymi bądź współdziałającymi z sektorem transportu w Radomiu są m.in.:

- Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacji w Radomiu Sp. z o.o.
- Miejski Zarząd Dróg i Komunikacji w Radomiu
- Port Lotniczy „Radom” SA
- Wodociągi Miejskie w Radomiu Sp. z o.o.

Celami rozwoju miasta z zakresu sektora transportu jest zwiększenie dostępności komunikacyjnej miasta i poprawa układu komunikacyjnego. Strategia przewiduje:

- opracowanie i wdrożenie kompleksowej koncepcji rozwoju transportu w ramach „Radomskiego Regionalnego Obszaru Metropolitalnego” (ze szczególnym uwzględnieniem systemu komunikacji publicznej);
- poprawę jakości infrastruktury drogowej w Radomiu, przede wszystkim w zakresie stanu technicznego i przepustowości dróg;
- usprawnienie układu komunikacyjnego Radomia ze szczególnym uwzględnieniem wprowadzenia ruchu tranzytowego z centrum miasta;
- usprawnienie systemu komunikacji zbiorowej Radomia, tak by był on maksymalnie przyjazny dla mieszkańców miasta;
- budowę cywilnego lotniska pasażerskiego o znaczeniu regionalnym
- budowę systemu ścieżek rowerowych, również we współpracy z sąsiednimi gminami i miejscowościami atrakcyjnymi pod względem turystycznym.

²¹ <http://lotnisko-radom.eu>



- Kierunki rozwoju i zagrożenia
- W celu rozwoju powiązania między miastem a gminami ościennymi, jak również w celu zbudowania „regionalnego obszaru metropolitalnego”, należy postawić na rozwój systemu połączeń komunikacyjnych, zarówno drogowych jak i kolejowych, a także na wydajny transport zbiorowy.
- Strategia wskazuje na główne problemy drogowego układu komunikacyjnego wynikające z niskiego standardu dróg, obciążeniem niektórych ulic w mieście jednoczesnym ruchem tranzytowym oraz lokalnym oraz brakiem obwodnic wyprowadzających ruch tranzytowy miasta.

5.2.3 Wrażliwość na wysokie temperatury i podtopienia

Rozmieszczenie infrastruktury transportowej w Radomiu

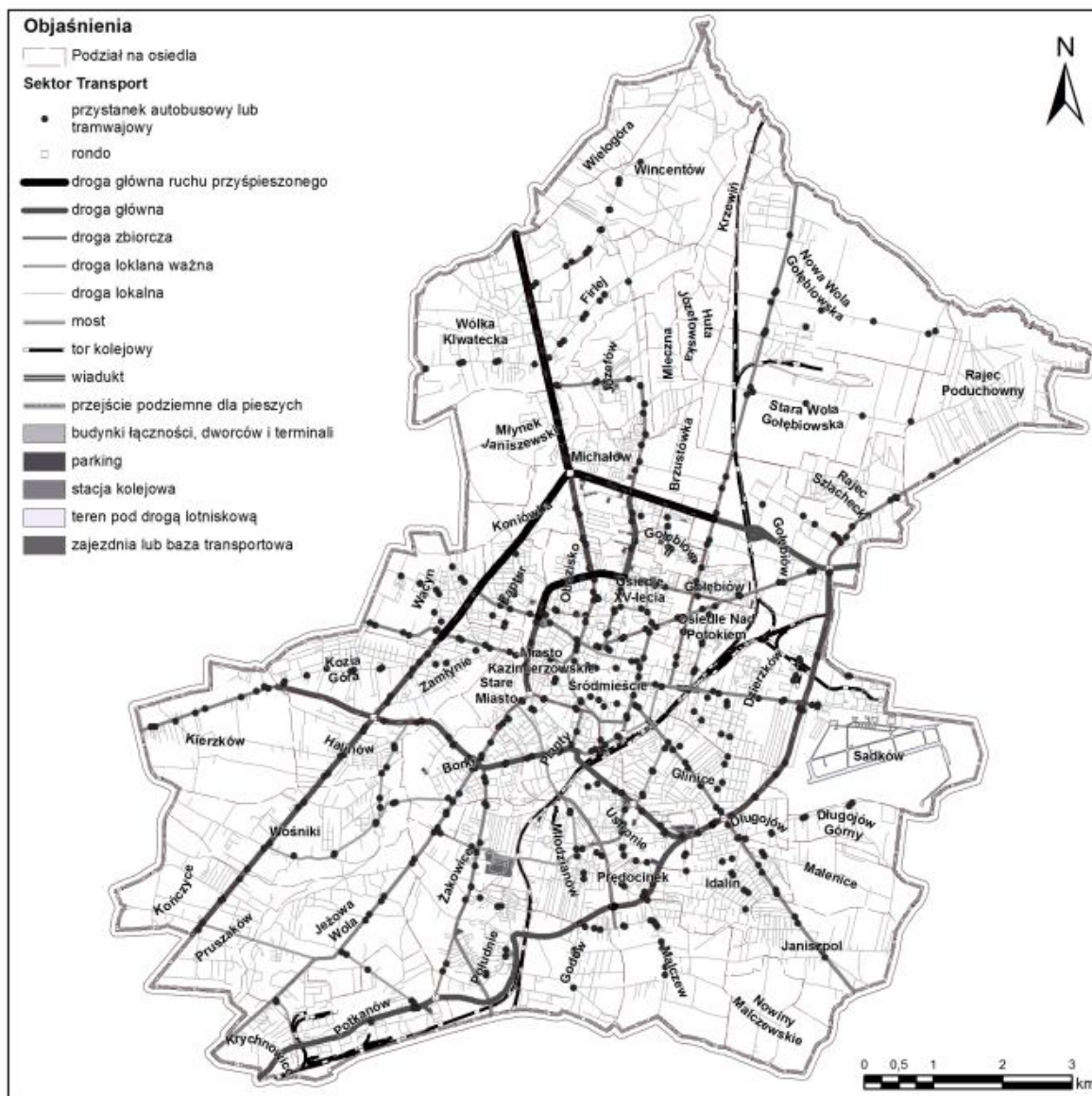
Na podstawie zebranych informacji i danych dostępnych w strategii rozwoju miasta Radomia jak również z danych Miejskiego Zarządu Dróg i Komunikacji Miasta, na terenie miasta zidentyfikowano łącznie 968 km dróg, 72 km torów kolejowych oraz 30,53 km² terenu pod drogą lotniskową. Oprócz tego rozróżniono 543 obiekty związanych z komunikacją, 1,5 km budowli inżynierskich (mostów, wiaduktów, przejść podziemnych itp.). Dodatkowo zidentyfikowano obiekty tworzące kompleks komunikacyjny o powierzchni łącznej wynoszącej 37,2 km². Tabela 22 przedstawia liczbę oraz zajmowaną powierzchnię czy kilometraż poszczególnych obiektów, dróg i linii kolejowych.

Tabela 22. Liczba, powierzchnia i kilometraż infrastruktury związanej z sektorem transportu.

Rodzaj obiektu	Opis terenu	Suma obiektów/ długość/ powierzchnia
obiekt związany z komunikacją	Przystanek autobusowy	513 szt,
rondo i węzeł drogowy	rondo	30 szt.
budynek	budynki łączności dworców i terminali	1,1 km ²
kompleks komunikacyjny	parking	23,75 km ²
	stacja kolejowa	2,8 km ²
	zajezdnia lub baza transportowa	10,65 km ²
teren pod drogami kołowymi, szynowymi i lotniskowymi	teren pod drogą lotniskową	30,53 km ²
budowla inżynierska	most	323 m
	przejście podziemne dla pieszych	203 m
	wiadukt	997
droga	droga główna	32351 m
	droga główna ruchu przyspieszonego	10424 m
	droga inna	605881 m
	droga lokalna	245919 m
	droga lokalna ważna	20669 m
	droga zbiorcza	52777 m
tor lub zespół torów	tor kolejowy	7234 7m



Rozmieszczenie poszczególnych elementów sektora transportu przedstawia Rysunek 69. Rozmieszczenie elementów sektora transportu w Radomiu. Największe zagęszczenie elementów sektora transportu skupione jest w centrum miasta, głównie w pięciu osiedlach: Śródmieście, Dzierzków, Ustronie, Zamłynie, Obozisko. Dodatkowo w południowo-zachodniej części miasta występuje duże skupisko elementów sektora transportu kolejowego (tory kolejowe) jak i transportu drogowego (przystanki, wiadukty, parkingi, drogi lokalne, drogi zbiorcze, drogi inne). Infrastruktura transportu lotniczego znajduje się we wschodniej i południowo-wschodniej części miasta, głównie w osiedlu Sadków. Najmniejsze zagęszczenie infrastruktury transportowej występuje na północnych osiedlach: Mleczna, Huta Józefowska, Krzewiń jak i południowo- wschodnie: Nowiny Malczewskie, Malenice.



Rysunek 69. Rozmieszczenie elementów sektora transportu w Radomiu



Wrażliwość na wysokie temperatury

Dokonano oceny wrażliwości poszczególnych elementów podsystemu transportu drogowego oraz opracowano materiały kartograficzne z ich lokalizacją. W ocenie wrażliwości posłużono się klasami wrażliwości od 0 do 3.

Wyniki analiz wrażliwości wszystkich podsystemów sektora transportu na wysokie temperatury przedstawia Rysunek 70.

Transport Drogowy

W ocenie wrażliwości elementów infrastrukturalnych posłużono się przede wszystkim kryterium intensywności ich użytkowania przez podróżnych indywidualnych pasażerów transportu zbiorowego i obsługę. Najwyższą klasę wrażliwości (3) nadano obiektom związanym z komunikacją publiczną, użytkowanym przez dużą liczbę mieszkańców (np. przystanek autobusowy), jak również obiektom należącym do kompleksów komunikacyjnych typu zajezdnia lub baza transportowa, wymagających całodziennej lub całodobowej obecności pracowników związanych z obsługą sektora. Drugą klasę wrażliwości nadano elementom infrastruktury takim jak rondo i węzły drogowe, budynki łączności dworców i terminali oraz drogi główne i drogi główne przyspieszonego ruchu. Największej liczbie obiektów przypisano klasę wrażliwości równą 1. Zaliczono do nich parkingi, mosty, wiadukty oraz ważne drogi lokalne. Najmniejszą wrażliwość na wysokie temperatury, równą klasie wrażliwości zero, posiadają przejścia podziemne dla pieszych oraz drogi lokalne, drogi zbiorcze oraz inne drogi.

W poniższej tabeli przedstawiono przynależność poszczególnych obiektów sektora transportu drogowego do nadanych im klas wrażliwości (Tabela 23).

Tabela 23. Wrażliwość infrastruktury sektora transportu drogowego na temperaturę

Kategoria	Typ	Klasa wrażliwości			
		0	1	2	3
obiekt związany z komunikacją	przystanek autobusowy				513 szt.
rondo i węzeł drogowy	rondo			30 szt.	
budynek	budynki transportu, łączności			1100 m ²	
kompleks komunikacyjny	parking		237500m ²		
	zajezdnia lub baza transportowa				106500m ²
budowla inżynierska	most		323m		
	przejście podziemne dla pieszych	203m			
	wiadukt		997m		
droga	droga główna			32351m	
	droga ruchu przyspieszonego			10424m	
	droga inna	605881m			
	droga lokalna	245919m			
	droga lokalna ważna		20669m		
	droga zbiorcza	52777m			



Transport kolejowy

Analizie poddano takie elementy infrastruktury jak stacje kolejowe i zespół torów kolejowych. Żadnemu z analizowanych obiektów infrastruktury podsystemu transportu kolejowego (stacja kolejowa, tory kolejowe) nie nadano najwyższej klasy wrażliwości na wysokie temperatury (3). Wrażliwość odpowiadającą klasie wrażliwości 2 nadano stacjom kolejowym, obsługującym stosunkowo dużą liczbę podróżnych, i związaną z nimi infrastrukturą obsługi. Torom kolejowym i terenom pod torowiskami przypisano pierwszą klasę wrażliwości na wysokie temperatury. Tabela 24 przedstawia klasyfikację wrażliwości na wysokie temperatury przyznaną poszczególnym obiektom podsystemu transportu kolejowego.

Tabela 24. Wrażliwość infrastruktury podsystemu kolejowego na temperaturę

Kategoria	Typ	Klasa wrażliwości			
		0	1	2	3
kompleks komunikacyjny	stacja kolejowa			2800m ²	
tor lub zespół torów	tor kolejowy		72347m		

Transport lotniczy

Terenowi lotniska przypisano pierwszą klasę wrażliwości na wysokie temperatury. Tabela 25 przedstawia przynależność opisywanego terenu do odpowiadającej mu klasy wrażliwości.

Tabela 25. Wrażliwość infrastruktury podsystemu lotniczego na wysokie temperatury

Kategoria	Typ	Klasa wrażliwości			
		0	1	2	3
teren pod drogami kołowymi, szynowymi i lotniskowymi	teren pod droga lotniskową		305205m ²		





Wrażliwość na podtopienia

Transport drogowy

Najwyższą wrażliwość (3) na podtopienia przypisano takim elementom podsystemu drogowego jak budynki łączności dworców i terminali, zajezdnie i bazy transportowe, przejścia podziemne dla pieszych, drogi główne oraz drogi główne przyspieszonego ruchu. Wrażliwość ta jest związana z możliwymi utrudnieniami lub paraliżem ruchu dla znacznej liczby użytkowników, niemożnością korzystania z niektórych elementów infrastruktury (np. przejść dla pieszych w przypadku ich zalania (Rysunek 71, Rysunek 72)), a także zniszczeniami infrastruktury i związanymi z nimi stratami finansowymi (Rysunek 71). Drugą klasę wrażliwości przypisano takim elementom infrastruktury jak przystanki autobusowe, ronda, parkingi, mosty, drogi lokalne i drogi lokalne ważne, oraz drogi zbiorcze. Niższa klasa wrażliwości jest tu związana z mniejszą liczbą użytkowników (przepustowość) w porównaniu z elementami wymienionymi wcześniej. Najmniejsza liczba obiektów została przypisana klasie wrażliwości na podtopienia jeden i zero. Są to odpowiednio wiadukty, oraz drogi inne.

Przynależność poszczególnych obiektów podsystemu drogowego do odpowiadającej im klasy wrażliwości na podtopienia przedstawia Tabela 26.

Tabela 26. Wrażliwość infrastruktury podsystemu drogowego na podtopienia

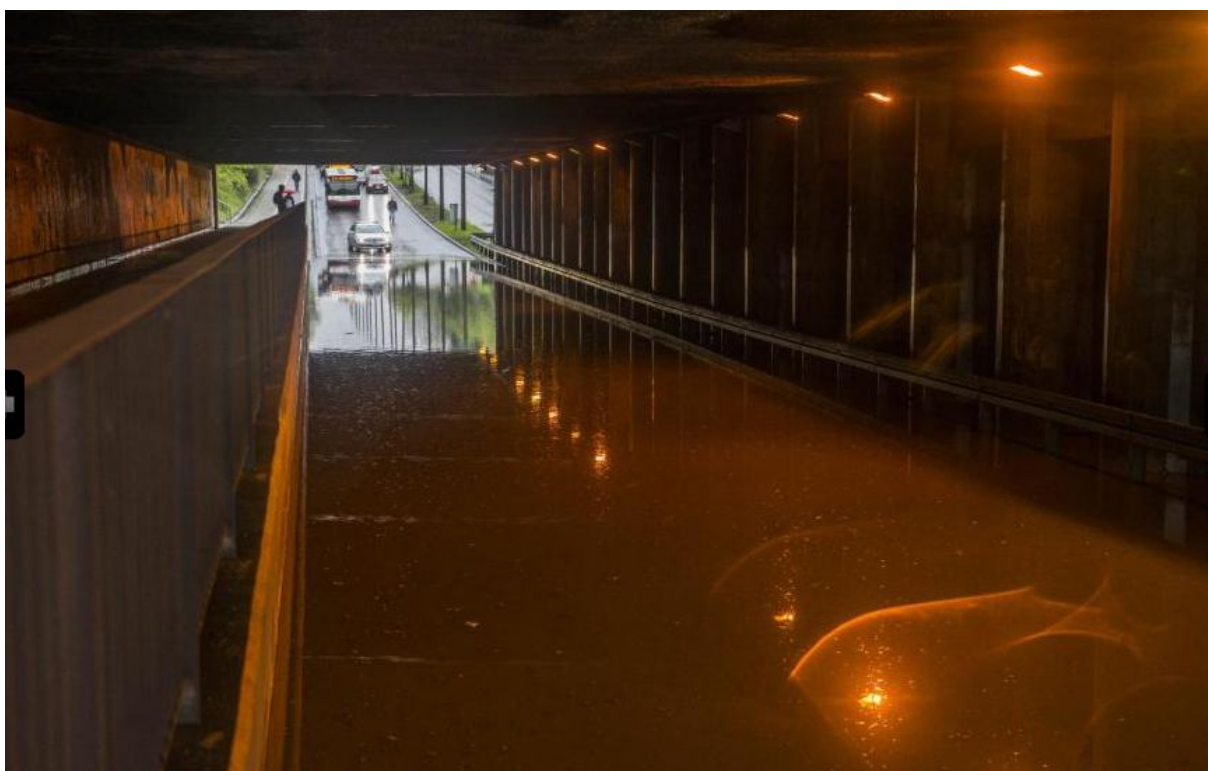
Kategoria	Typ	Klasa wrażliwości			
		0	1	2	3
obiekt związany z komunikacją	przystanek autobusowy			513 szt.	
rondo i węzeł drogowy	rondo			30 szt.	
budynek	budynki łączności dworców i terminali				1100 m ²
kompleks komunikacyjny	parking			237500m ²	
	zajezdnia lub baza transportowa				106500m ²
budowla inżynierska	most			323m	
	przejście podziemne dla pieszych				203m
	wiadukt		997m		
droga	droga główna				32351m
	droga główna ruchu przyspieszonego				10424m
	droga inna	605881m			
	droga lokalna			245919m	
	droga lokalna ważna			20669m	
	droga zbiorcza			52777m	



Rysunek 71. Zalane przejście dla pieszych wraz z przystankiem autobusowym na ulicy Maratońskiej (w okolicy mostu).



Rysunek 72. Zalana kładka dla pieszych na rogu ulic Trzcińskiej i Konopnej.



Rysunek 73. Zalany tunel w Al. Grzeczńskiego.



Rysunek 74. Podtopiona ulica w Radomiu.



Transport kolejowy

Z przeprowadzonej analizy wrażliwości podsystemu kolejowego na podtopienia wynika, że zarówno stacje kolejowe jak i tory kolejowe posiadają wysoką, trzecią klasę wrażliwości. Wrażliwość ta wynika z faktu, iż podtopienie linii kolejowej może doprowadzić do jej całkowitego wyłączenia z ruchu, bez możliwości zapewnienia alternatywnego transportu kolejowego. Przynależność poszczególnych obiektów sektora transportu kolejowego do odpowiadającej im klasy wrażliwości na podtopienia przedstawia Tabela 27.

Tabela 27. Wrażliwość infrastruktury podsystemu kolejowego na podtopienia

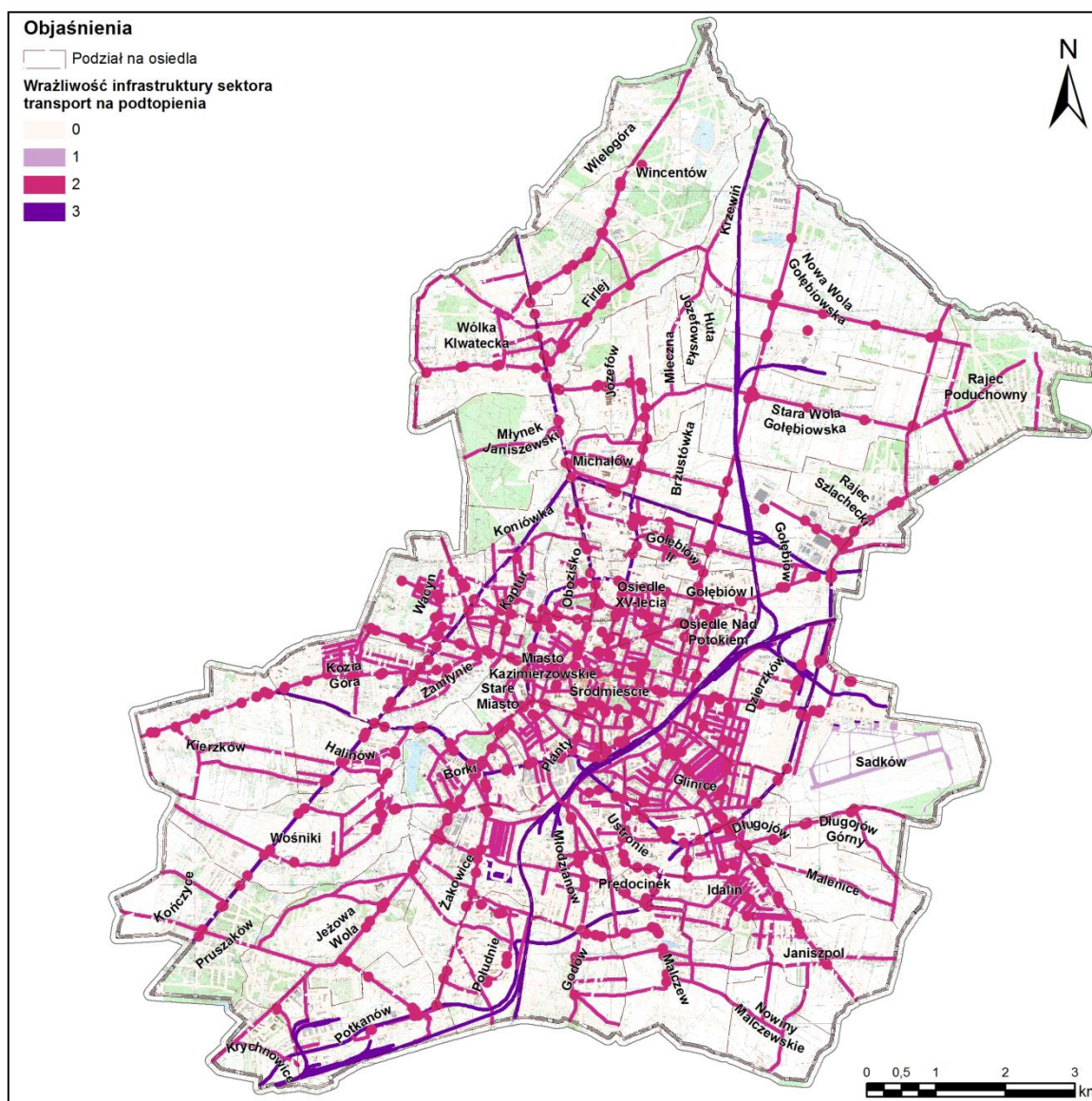
Kategoria	Typ	Klasa wrażliwości			
		0	1	2	3
kompleks komunikacyjny	stacja kolejowa				2800m ²
tor lub zespół torów	tor kolejowy				72347m

Transport lotniczy

Z przeprowadzonej analizy wrażliwości podsystemu lotniczego na podtopienia wynika, że w skali liczbowej od 0 do 3 teren pod drogą lotniskową posiada niską, pierwszą klasę wrażliwości. Przynależność obiektu sektora transportu lotniczego do odpowiadającej im klasy wrażliwości na podtopienia przedstawia (Tabela 28).

Tabela 28. Wrażliwość infrastruktury podsystemu lotniczego na podtopienia

Kategoria	Typ	Klasa wrażliwości			
		0	1	2	3
teren pod drogami kołowymi, szynowymi i lotniskowymi	teren pod droga lotniskową		305205 m ²		



Rysunek 75. Klasy wrażliwości infrastruktury sektora transportu na podtopienia.

5.2.4 Podatność na wysokie temperatury i podtopienia

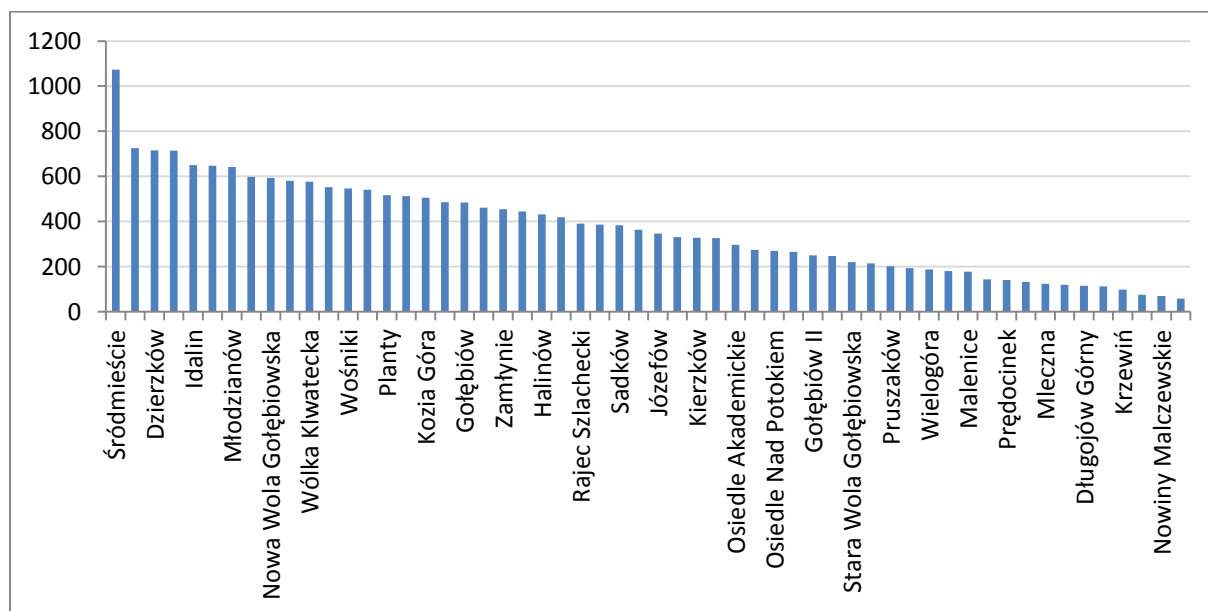
Podatność na wysokie temperatury

Transport drogowy

W oparciu o zgromadzone dane dotyczące podatności infrastruktury sektora transportu na temperaturę opracowano materiały kartograficzne z lokalizacją ich występowania. Dodatkowo uwzględniono podział klas na 4 klasy podatności oraz podział na osiedla.

Największa podatność sektora transportu Radomia na wysokie temperatury (3 klasa podatności) występuje w środkowej i środkowo – południowej części miasta, natomiast najmniejszą podatnością charakteryzują się obrzeża miasta, szczególnie północna część. Rozmieszczenie poszczególnych elementów sektora transportu wraz z uwzględnioną klasą podatności przedstawia Rysunek 80.

Analiza rozkładu elementów podsystemu transportu drogowego podatnego na temperaturę w podziale na osiedla wykazała, że najwięcej obiektów związanych z tym sektorem występuje w osiedlach: Śródmieście – 1073, Glinice – 725, Dzierzków – 715, Ustronie – 714, Idalin – 650, Południe – 647, Młodzianów – 642, Żakowice – 598, Nowa Wola Gołębiowska – 594. Opisany rozkład obrazuje poniższy wykres (Rysunek 76. Rozkład elementów podsystemu transportu drogowego w podziale na osiedla).



Rysunek 76. Rozkład elementów podsystemu transportu drogowego w podziale na osiedla

Na podstawie analizowanych danych dotyczących podatności podsystemu transportu drogowego na wysokie temperatury, wykonano ocenę klasy podatności poszczególnych elementów związanych z tym sektorem. W ocenie posłużono się czterema klasami podatności w skali liczbowej od 0 do 3.



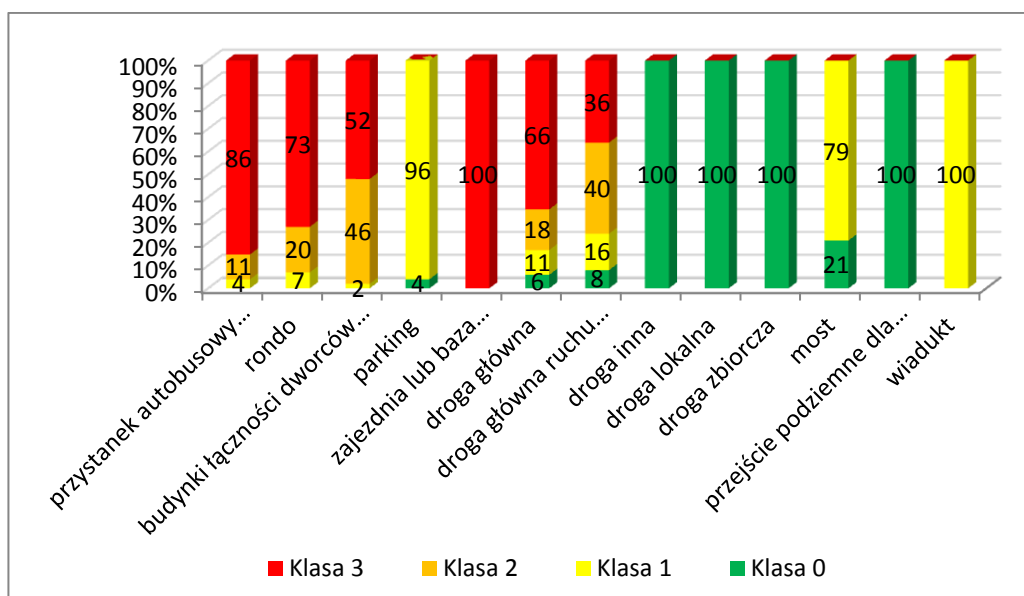
Największą podatność odpowiadającą trzeciej klasie podatności wykazują obiekty związane z komunikacją, należą do nich przystanek autobusowy– 439 obiektów, 22 rondo, budynki łączności dworców i terminali o łącznej powierzchni 5695 m², jak również obiekty należące do kompleksu komunikacyjnego typu zajezdnia lub baza transportowa. Dodatkowo najwyższą podatność wykazują drogi typu: droga główna (łącznie 40,3 km) oraz droga główna ruchu przyspieszonego (o łącznej długości 12,9 km). Najmniejszą podatność równą klasie podatności zero posiadają parkingi (9232 m²) oraz wszystkie typy dróg (drogi główne, przyspieszonego ruchu, drogi inne, lokalne, zbiorcze).

W poniższej tabeli przedstawiono przynależność poszczególnych obiektów podsystemu transportu drogowego do odpowiadającej im klasy podatności (Tabela 29).

Tabela 29. Podatność infrastruktury podsystemu drogowego na wysokie temperatury

Element infrastruktury	Klasa podatności			
	0	1	2	3
przystanek autobusowy		20 szt.	54 szt.	439 szt.
rondo		2 szt.	6 szt.	22 szt.
budynki łączności dworców i terminali		215 m ²	5037 m ²	5695 m ²
parking	9232 m ²	227961 m ²		
zajezdnia lub baza transportowa				106491 m ²
droga główna	3381 m	6437 m	10891 m	40320 m
droga główna ruchu przyspieszonego	2928 m	5593 m	14220 m	12910 m
droga inna	599755 m			
droga lokalna	214222 m			
droga zbiorcza	53339 m			
most	67 m	256 m		
przejście podziemne dla pieszych	203 m			
wiadukt		994 m		

Na poniższym wykresie przedstawiono procentowy udział poszczególnych klas w danej grupie elementów podsystemu transportu drogowego (Rysunek 77). Największą procentową przynależność do najwyższej, trzeciej klasy podatności wykazuje zajezdnia lub baza transportowa (100%), przystanek autobusowy (86%), rondo (73%) oraz drogi główne (66%), zaś do najniższej klasy podatności elementy typu: przejście podziemne dla pieszych, drogi inne, lokalne, zbiorcze (wykazujące stuprocentową podatność klasy 0).



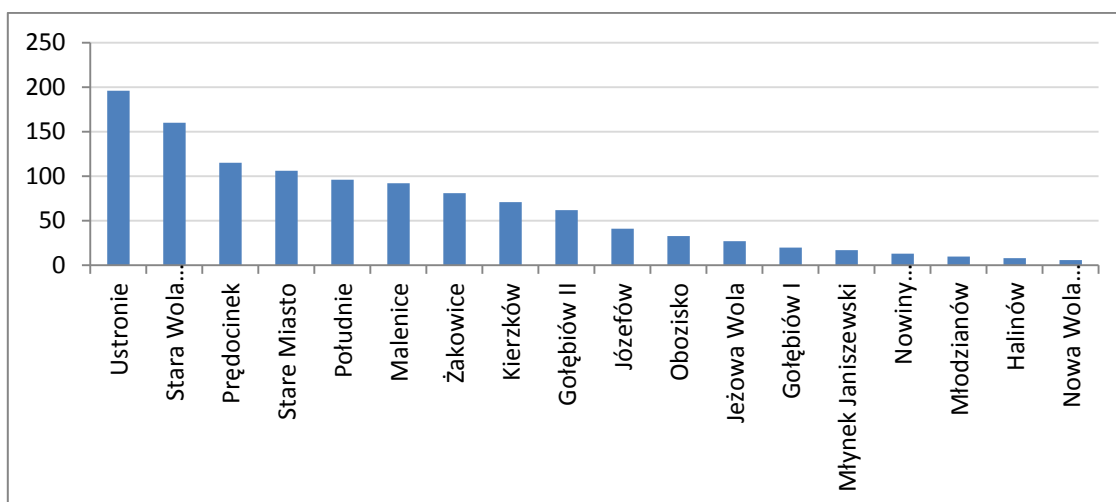
Rysunek 77. Podatność infrastruktury podsystemu drogowego na temperaturę – udział procentowy klas podatności

Transport kolejowy

Dokonując analizy rozkładu elementów podsystemu transportu kolejowego podatnego na temperaturę w podziale na osiedla wykazane zostało, że najwięcej obiektów związanych z tym sektorem występuje w osiedlach: Ustronie – 196, Stara Wola Gołębiowska – 160, Prędocinek – 115, Stare Miasto – 106, Południe – 96, Malenice – 92, Żakowice – 81, Kierzków – 71, Gołębiów II – 62. Interpretacja map rozmieszczenia wykazała że największe skupisko elementów transportu kolejowego podatnych na temperaturę znajduje się centrum, na południu i za zachodzie miasta, zaś najmniejsze bądź zerowe w jego wschodniej i północnej części.

Rozkład elementów podsystemu transportu kolejowego podatnego na temperaturę w podziale na osiedla przedstawia poniższy wykres (Rysunek 78), zaś rozmieszczenie przedstawia Rysunek 80.

Analiza elementów podsystemu transportu kolejowego pod względem podatności na temperatury objęła badanie stacji kolejowych oraz torów kolejowych i wykazała co następujące. Stacje kolejowe posiadają największą powierzchnię swojego obszaru wykazującą najwyższą podatność równą trzeciej klasie podatności (łącznie 21,4 km²). Ponad trzykrotnie mniejsza suma obszarów charakteryzująca się podatnością klasy drugiej (łącznie 5,7 km²) oraz jedynie 1 km² powierzchni obszarów o podatności klasy pierwszej. Stacje kolejowe nie wykazują najniższej klasy podatności na temperaturę. Tory kolejowe wykazują zaś podatność równą pierwszej i drugiej klasie podatności (odpowiednio 14,3 km i 58 km).



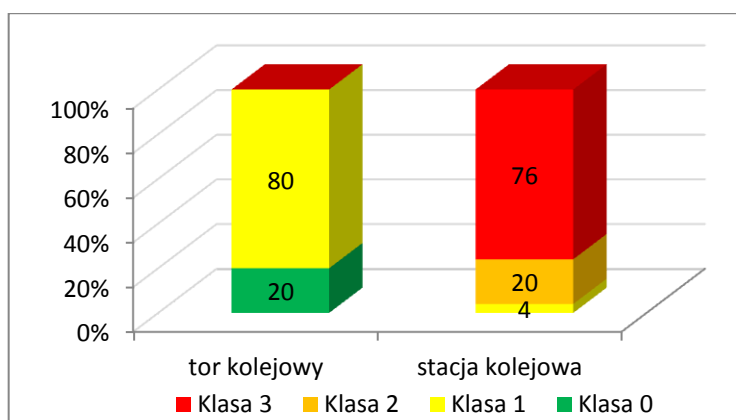
Rysunek 78. Rozkład elementów podsystemu kolejowego podatnego na temperaturę w podziale na osiedla

Tabela 30 przedstawia przynależność poszczególnych obiektów podsystemu transportu drogowego do odpowiadającej im klasy podatności.

Tabela 30. Podatność infrastruktury podsystemu transportu kolejowego na temperaturę

Element infrastruktury	Klasa podatności			
	0	1	2	3
stacja kolejowa		1053 m ²	5697 m ²	21349 m ²
tor kolejowy	14283 m	58057 m		

Poniższy wykres przedstawia procentowy udział poszczególnych klas w danej grupie elementów podsystemu transportu kolejowego (Rysunek 79). Stacje kolejowe wykazują podatność klasy 3 wynoszącą 76% całego udziału podatności, 20% podatność klasy 2 i 4% podatność klasy 1. Tory kolejowe wykazują zdecydowaną przewagę podatności na temperaturę mieszczącą się w klasie 1 (80%), zaś 20% wykazuje podatność zerową.



Rysunek 79. Podatność infrastruktury podsystemu kolejowego na temperaturę – udział procentowy klas podatności





Transport lotniczy

Analiza rozkładu elementów podsystemu transportu lotniczego podatnego na temperaturę w podziale na osiedla wykazała, że osiedle Młynek Janiszewski posiada najwięcej elementów infrastruktury transportu lotniczego podatnego na ten czynnik. Niewielki udział w podatności stanowi terytorium osiedla Borki. Rozkład ten obrazuje poniższy wykres (Rysunek 14).

Teren pod drogą lotniskową nie wykazuje wysokiej podatności na temperaturę. 35,5 km² terytorium lotniska wykazało podatność zerową, zaś około 269,7 km² podatność klasy pierwszej. Wyniki analizy przedstawia poniższa tabela.

Tabela 31. Podatność infrastruktury podsystemu transportu lotniczego na temperaturę

Element infrastruktury	Klasa podatności			
	0	1	2	3
teren pod drogą lotniskową	35529 m ²	269676 m ²		

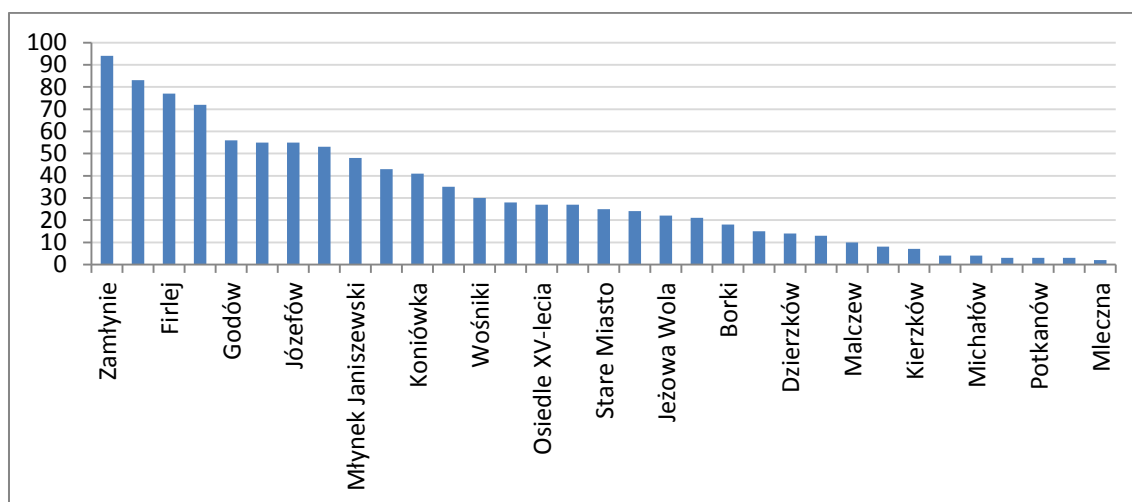
Udział procentowy klas podatności w ocenie podatności infrastruktury podsystemu transportu lotniczego na podtopienia rozkłada się w proporcji 88% klasa pierwsza i 12% klasa zero. Świadczy to o tym, że podatność terenu pod drogą lotniskową przypisana jest głównie do pierwszej klasy podatności.

Podatność na podtopienia

Transport drogowy

Obszary o najwyższych klasach podatności transportu drogowego na podtopienia (2 i 3) występują głównie na centralnych, północno – środkowych oraz południowych terenach miasta. Obszary o klasie podatności 1 zlokalizowane są w zachodniej oraz środkowo – wschodniej części miasta. Środkowy oraz północno - zachodni teren miasta charakteryzuje się największym udziałem terenów o klasie podatności na temperaturę 0.

Analiza rozkładu elementów podsystemu transportu drogowego podatnego na opad w podziale na osiedla wykazała, że najwięcej obiektów związanych z tym sektorem występuje w osiedlach: Zamłynie – 94, Obozisko – 83, Firlej – 77, Śródmieście – 72, Godów – 56, Halinów i Józefów – 55, Południe – 53, Młynek Janiszewski – 48, Kaptur – 43 i Koniówka -41. Pozostałe osiedla posiadają mniej niż 40 obiektów podsystemu transportu drogowego podatnego na podtopienia. Opisany rozkład obrazuje poniższy wykres (Rysunek 81)



Rysunek 81. Rozkład elementów podsystemu drogowego podatkowego na opad w podziale na osiedla

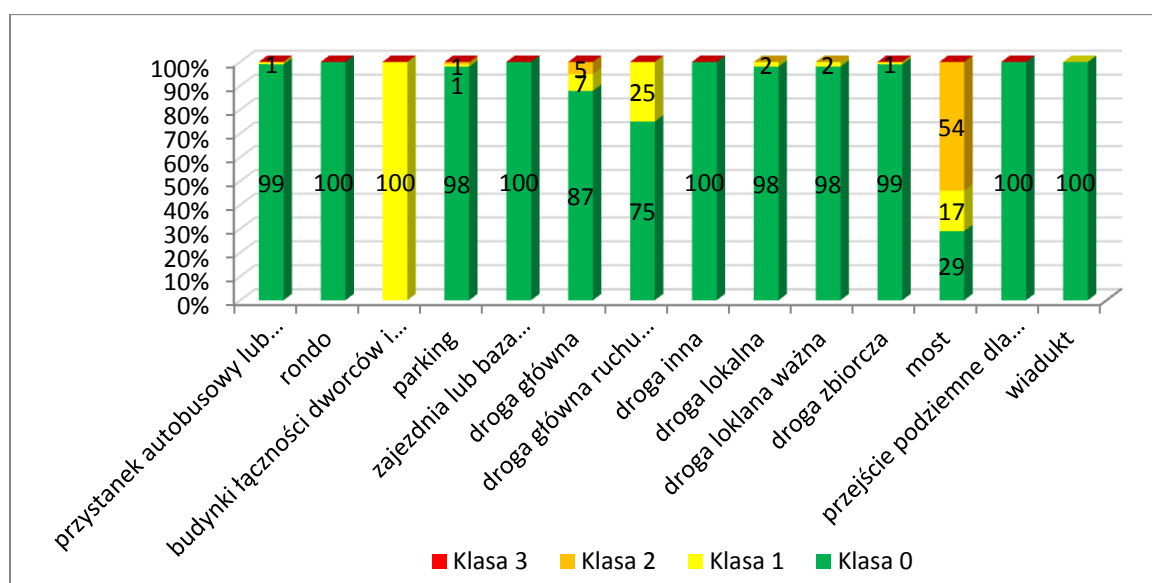
Analizowane dane dotyczące podatności podsystemu transportu drogowego na opad, pozwoliły na ocenę klasy podatności poszczególnych elementów związanych z tym sektorem. Największą podatność odpowiadającą trzeciej klasie podatności wykazują drogi typu: droga główna (łącznie 153m) oraz droga główna ruchu przyspieszonego (o łącznej długości 30m). Najmniejszą podatność równą klasie podatności zero posiadają wszystkie elementy infrastruktury transportowej, różniące się jedynie udziałem procentowym przynależności do tej klasy. W tym przedziale wyróżniamy elementy transportu typu: przystanki autobusowe, ronda, budynki łączności dworców i terminali, parkingi, zajezdnie, wszystkie badane typy dróg, mosty, przejścia podziemne dla pieszych i wiadukty.

W poniższej tabeli przedstawiono przynależność poszczególnych obiektów podsystemu transportu drogowego do odpowiadającej im klasy podatności (Tabela 32).

Tabela 32. Podatność infrastruktury podsystemu drogowego na podtopienia

Element infrastruktury	Klasa podatności			
	0	1	2	3
przystanek autobusowy	507 szt.	6 szt.		
rondo	30 szt.			
budynki łączności dworców i terminali	10900 m ²	100 m ²		
parking	232500 m ²	2700 m ²	2200 m ²	
zajezdnia lub baza transportowa	106500 m ²			
droga główna	28244 m	2385 m	1572 m	153 m
droga główna ruchu przyspieszonego	7823 m	2554 m	12 m	30 m
droga inna	605896 m			
droga lokalna	241018 m	3986 m	911 m	
droga lokalna ważna	20249 m	408 m	10 m	
droga zbiorcza	52277 m	328 m	171 m	
most	95 m	54 m	174 m	
przejście podziemne dla pieszych	203 m			
wiadukt	994 m	1 m		

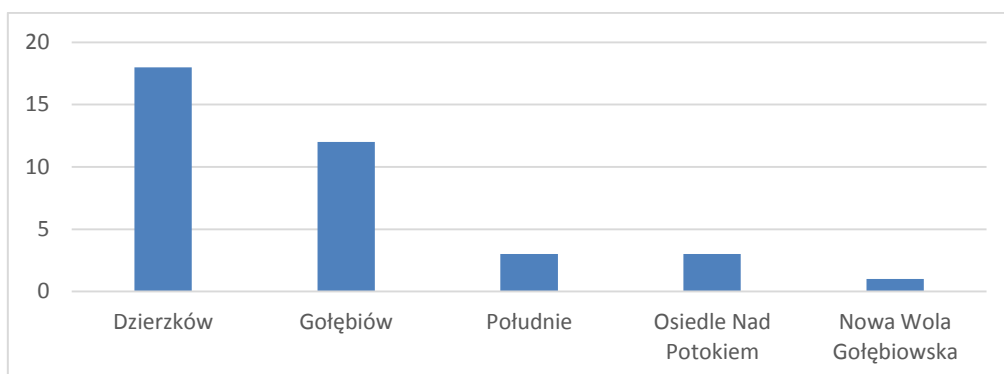
Poniższy wykres przedstawia procentowy udział poszczególnych klas w danej grupie elementów podsystemu transportu drogowego (Rysunek 82). Procentową przynależność do najwyższej, trzeciej klasy podatności równą 0,5% i 0,3% wykazują odpowiednio drogi główne i drogi główne przyspieszonego ruchu. Do najniższej klasy podatności włączono elementy podsystemu transportu drogowego: ronda, zajezdnie i bazy transportowe, drogi inne, drogi lokalne, przejścia podziemne dla pieszych i wiadukty (wykazujące stuprocentową podatność klasy 0) oraz parkingi, drogi lokalne, drogi lokalne ważne, drogi zbiorcze oraz przystanki autobusowe (wykazujące podatność klasy 0 w granicach 98-99%).



Rysunek 82. Podatność infrastruktury podsystemu drogowego na opad – udział procentowy klas podatności

Transport kolejowy

Rozkład elementów składowych podsystemu transportu kolejowego podatnego na opad w podziale na osiedla wykazał największą intensyfikację w osiedlach: Dzierzków – 18, Gołębiów – 12, Południe – 3, Osiedle Nad Potokiem – 3, Nowa Wola Gołębiowska – 1. Interpretacja map rozmieszczenia wykazała brak występowania stacji torów kolejowych w innych osiedlach miasta Radomia (Rysunek 85, Rysunek 83).



Rysunek 83. Rozkład elementów podsystemu kolejowego podatnego na opad w podziale na osiedla

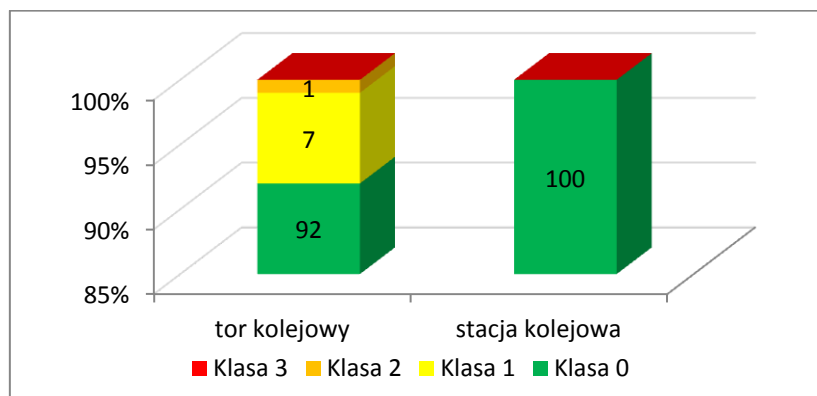
Analiza elementów podsystemu transportu kolejowego pod względem podatności na podtopienia objęła badanie stacji kolejowych oraz torów kolejowych. Stacje kolejowe wykazują najniższą klasę podatności na opad. Najdłuższy odcinek torów kolejowych (66,4 km) wykazuje podatność najmniejszą (klasa 0), klasę pierwszą podatności wykazuje pięcio-kilometrowy odcinek torów, zaś klasę 2 i 3 łącznie około 900 metrów torów kolejowych.

Poniższa tabela przedstawia przynależność poszczególnych obiektów podsystemu transportu drogowego do odpowiadającej im klasy podatności (Tabela 33).

Tabela 33. Podatność infrastruktury podsystemu transportu kolejowego na opad

Element infrastruktury	Klasa podatności			
	0	1	2	3
stacja kolejowa	28100 m ²			
tor kolejowy	66434 m	5030 m	761 m	121 m

Udział procentowy poszczególnych klas w danej grupie elementów podsystemu transportu kolejowego (Rysunek 84) wykazuje, że stacje kolejowe posiadają 100% podatność klasy 0 na podtopienia, zaś tory kolejowe 92% podatności klasy 0, 7% podatności klasy 1, 1% podatności klasy 2 oraz jedynie 0,002% podatności klasy 3.



Rysunek 84. Podatność infrastruktury podsystemu kolejowego na opad – udział procentowy klas podatności

Rysunek 85. Podatność infrastruktury sektora transportu na podtopienia.



5.3 Sektor: Gospodarka przestrzenna

5.3.1 Analizowane dane

Na potrzeby opracowania posłużono się następującymi zasobami/danymi:

- Mapy Corine Land Cover
- Urban atlas
- Rozmieszczenie terenów nieprzepuszczalnych- dane z programu Copernicus
- Rozmieszczenie zalesionych- dane z programu Copernicus
- Baza Danych Obiektów Topograficznych- z Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej

Przeanalizowano również podstawowe dokumenty strategiczne regulujące gospodarkę przestrzenną w Radomiu:

1. Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Radom
2. Miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego

5.3.2 Gospodarka przestrzenna w Radomiu

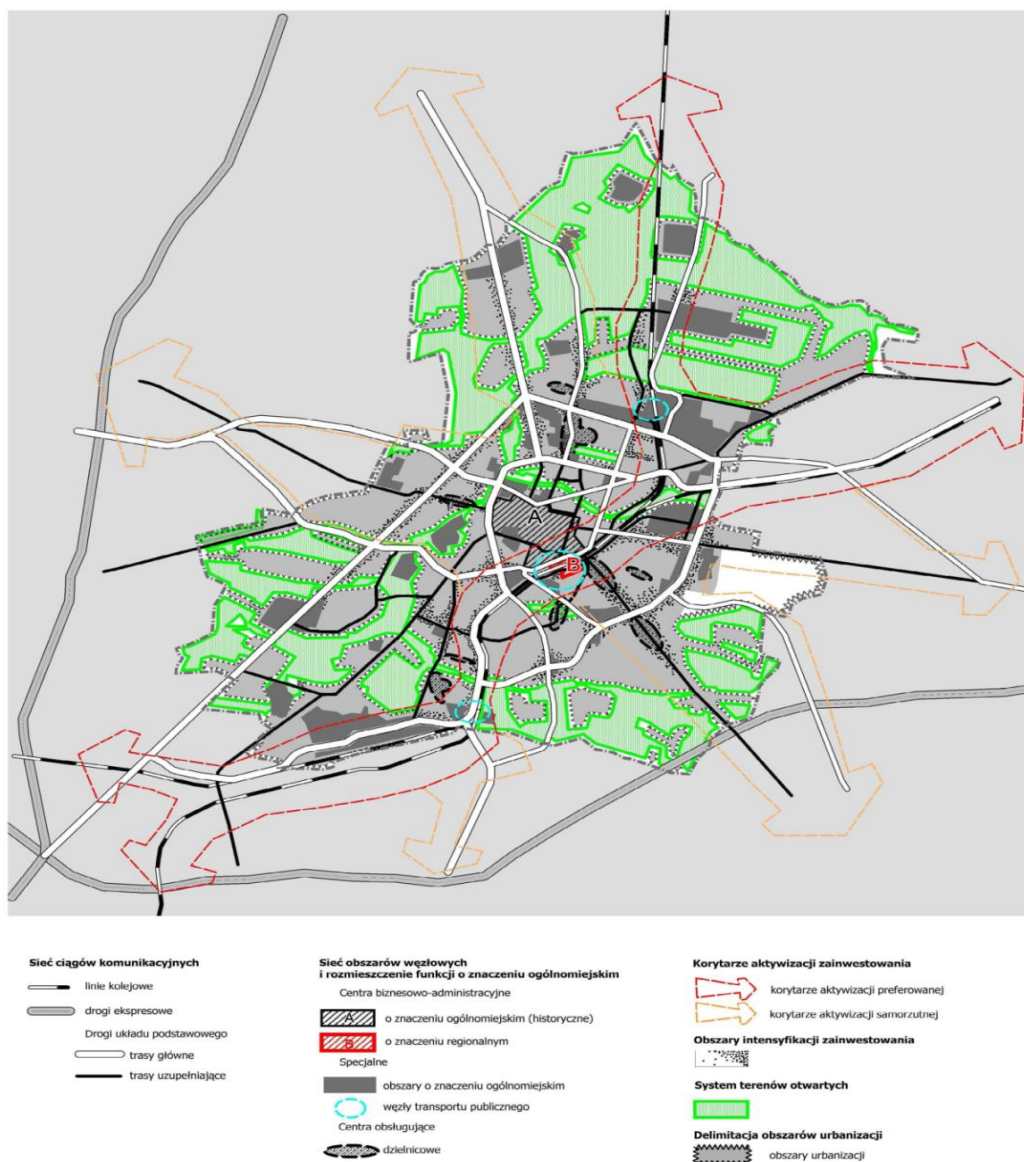
Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego

Dla obszaru miasta Radomia obowiązuje Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego Gminy Radom przyjęte Uchwałą Nr 221/99 Rady Miejskiej w Radomiu z dnia 29 grudnia 1999 roku. W związku ze zmianą m.in. przepisów dotyczących planowania przestrzennego w 2003r. powyższe studium zostało zmienione uchwałą Nr 168/2011 Rady Miejskiej w Radomiu z dnia 29.08.2011r. Zmienione studium nie obejmuje terenów wcześniej uchwalonych etapów tj. I, II, III, VI, X, VII, VIII, XII oraz umożliwia etapową realizację zmian studium. Od daty przyjęcia dokumentu uchwalono 3 kolejne zmiany studium. Obecnie trwają prace nad następnymi zmianami.

Studium jako główne zagrożenia wskazuje:

- Niekorzystne zmiany w hydrografii i stosunkach wodnych (obniżenie poziomu wód, lej depresyjny, zanik wielu cieków powierzchniowych, trwałe zmiany w faunie i florze miasta),
- Ujemny wpływ zwartej zabudowy na stan powietrza i komfort klimatyczny,
- Wysokie zagrożenie hałasem, pod względem liczby ludności narażonej na hałas jak i wielkość powierzchni objętej ponadnormatywnym hałasem,
- Procesy suburbanizacyjne charakteryzujące się brakiem kontroli i koordynacji zainwestowania,
- Problemy komunikacyjne strefy podmiejskiej z miastem centralnym,
- Rozproszone osadnictwo i wzrost powierzchni zabudowanych skutkujące problemami ekologicznymi w tym zwiększonym zużyciem wody, zmniejszeniem retencji, osuszaniem, podtapianiem w przypadku intensywnych opadów.

Kierunki rozwoju przedstawione w Studium Radomia prowadzą do wykreowania policentrycznej struktury funkcjonalno - przestrzennej miasta, umożliwiającej poprawę dostępności mieszkańców do usług, miejsc pracy i wypoczynku, zmniejszenia liczby i długości podróży, a także pozwalającej na optymalizację sieci powiązań transportowych.



Rysunek 86. Model struktury funkcjonalno - przestrzennej miasta zaproponowany w suikp²²

²² Zmiana Studium, Uchwała Nr 744/2014 z dnia 9.06.2014r



SUiKZP Gminy Radom wyznacza 4 cele strategiczne :

- I. Poprawa warunków życia mieszkańców
- II. Poprawa wizerunku i atrakcyjności inwestycyjnej miasta
- III. Ochrona dziedzictwa kulturowego i naturalnego
- IV. Podniesienie rangi miasta jako ośrodka regionalnego

Cele te będą osiąganę poprzez działania w przestrzeni miejskiej:

- 1) Rozwój i optymalizacja systemu transportowego
- 2) Kreowanie policentrycznej struktury miasta
- 3) Inicjowanie utworzenia korytarzy aktywizacji zainwestowania
- 4) Poprawa efektywności zainwestowania obszarów urbanizacji
- 5) Rozwój funkcji terenów otwartych
- 6) Ograniczenie rozpełzania się zainwestowania
- 7) Poprawa efektywności ochrony prawnej środowiska i przyrody
- 8) Ochrona i rozwój dziedzictwa kulturowego

Miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego

Na terenie miasta Radomia obowiązuje 69 uchwalonych planów miejscowych (stan na maj 2017), co stanowi 13% powierzchni miasta, w trakcie sporządzania są 43 mpzp co stanowi 30% powierzchni miasta.

Oznacza to, że na terenach pozostających bez planu wydawane są decyzje o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu, które nie muszą być zgodne ze studium, co zasadniczo wpływa na brak należytej ochrony terenów otwartych i sprzyja zwiększaniu powierzchni zabudowanej w sposób nieuporządkowany.

Jednostkami odpowiedzialnymi za sektor są Miejska Pracownia Urbanistyczna oraz Wydział Architektury Urzędu Miejskiego w Radomiu.

Klasyfikacja przeznaczenia terenu

Na podstawie powyższych materiałów i zebranych danych dokonano klasyfikacji przeznaczenia terenu i określono zajmowaną powierzchnię, każdego z klasyfikowanych terenów. Wyróżniono 12 typów terenów stanowiących elementy podlegające ocenie w sektorze gospodarka przestrzenną (Tabela 34).

Sklassyfikowane tereny przedstawiono na mapie (Rysunek 87).

Tabela 34 Klasyfikacja terenu w sektorze gospodarka przestrzenna.

Lp	Klasyfikacja terenu	Opis terenu	Powierzchnia łączna [ha]
	grunt nieużytkowany	pozostały grunt nieużytkowany	15,67



Lp	Klasyfikacja terenu	Opis terenu	Powierzchnia łączna [ha]
1.		teren piaszczysty lub żwirowy	0,29
2.	krzewy	krzewy	35,5
3.	plac	plac	222,1
4.	pozostały teren niezabudowany	teren pod urządzeniami technicznymi lub budowlami teren przemysłowo-składowy	76,26 53
5.	roślinność trawiasta i uprawa rolna	roślinność trawiasta uprawa na gruntach ornych	3801,17 1783,99
6.	składowisko odpadów	teren składowania odpadów komunalnych teren składowania odpadów przemysłowych	10,64 21,69
7.	teren leśny i zadrzewiony	las zadrzewienie zagajnik	1058,41 104,13 40,7
8.	teren pod drogami kołowymi, szynowymi i lotniskowymi	teren pod drogą kołową teren pod drogą lotniskową teren pod torowiskiem	333,25 30,53 82,75
9.	uprawa trwała	ogród działkowy plantacja sad	217,2 10,78 178,57
10.	woda powierzchniowa	woda płynąca woda stojąca	5,94 42,03
11.	wyrobisko i zwałowisko	wyrobisko	23,7
12.	zabudowa	pozostała zabudowa zabudowa handlowo-usługowa zabudowa jednorodzinna zabudowa przemysłowo-składowa zabudowa wielorodzinna	229,08 144,27 1772,36 424,3 454,08

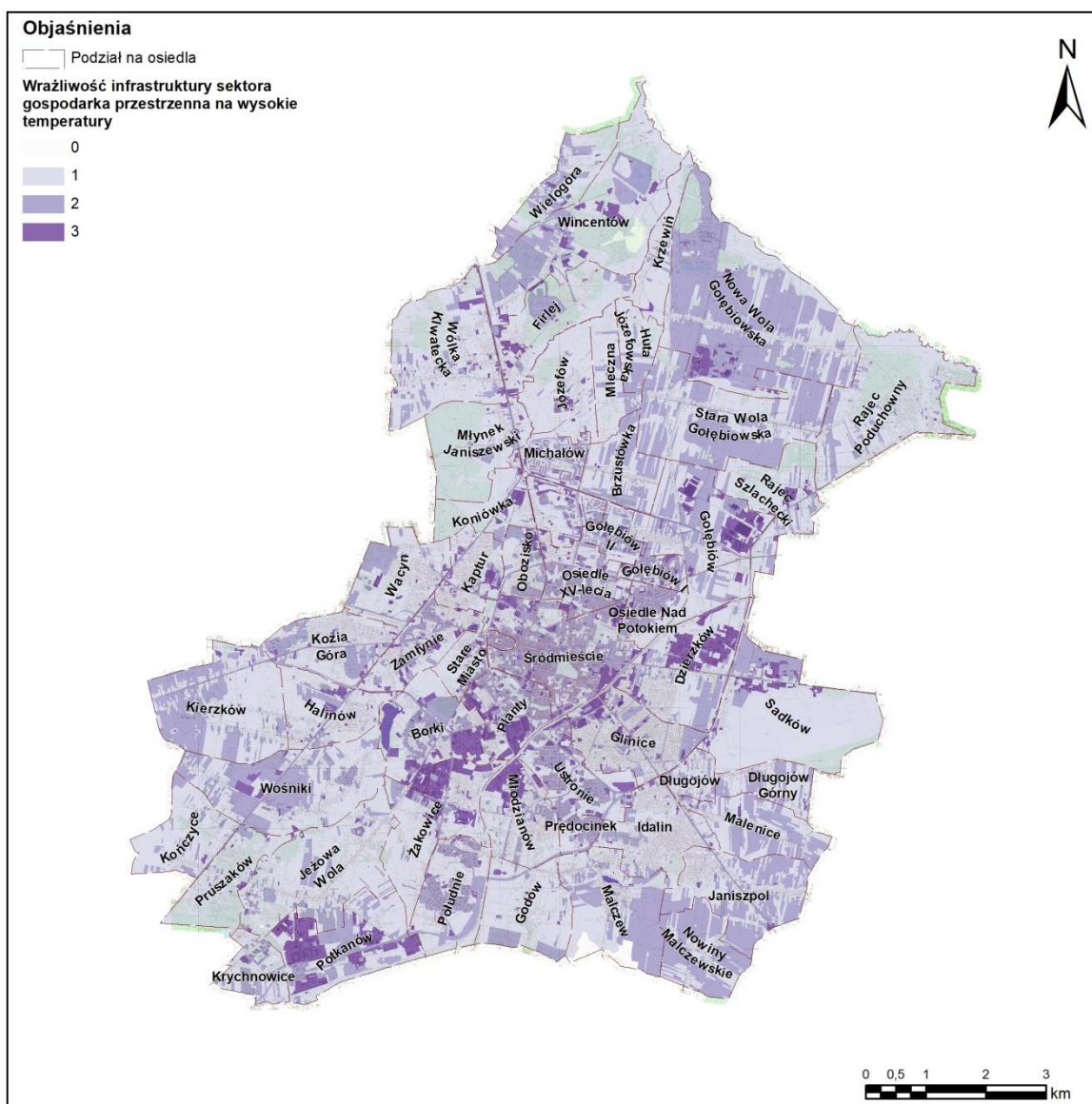


Rysunek 87. Mapa wszystkich elementów sektora gospodarka przestrzenna

5.3.3 Wrażliwość na wysokie temperatury i podtopienia

Temperatura

Poniżej na mapie (Rysunek 88) przedstawiono klasy wrażliwości elementów sektora gospodarka przestrzenna na wysokie temperatury. Następnie zgrupowano w tabelach elementy od oceny najniższej (0) do najwyższej (3).



Rysunek 88. Klasy wrażliwości infrastruktury sektora gospodarka przestrzenna na wysokie temperatury



Tabela 35 . Klasy wrażliwości infrastruktury sektora gospodarka przestrzenna na wysokie temperatury

Klasa wrażliwości na temperaturę 0		
Klasyfikacja terenu	Opis terenu	Powierzchnia [ha]
grunt nieużytkowany	pozostały grunt nieużytkowany	15,67
	teren piaszczysty lub żwirowy	0,29
wyrobisko i zwałowisko	wyrobisko	23,7
Klasa wrażliwości na temperaturę 1		
Klasyfikacja terenu	Opis terenu	Powierzchnia [ha]
krzewy	krzewy	35,5
roślinność trawiasta i uprawa rolna	roślinność trawiasta	3801,17
teren leśny i zadrzewiony	las	1058,41
	zadrzewienie	104,13
	zagajnik	40,7
teren pod drogami kołowymi, szynowymi i lotniskowymi	teren pod drogą lotniskową	30,53
	teren pod torowiskiem	82,75
zabudowa	zabudowa handlowo-usługowa	144,27
	zabudowa jednorodzinna	1772,36
Klasa wrażliwości na temperaturę 2		
Klasyfikacja terenu	Opis terenu	Powierzchnia [ha]
pozostały teren niezabudowany	teren pod urządzeniami technicznymi lub budowlami	76,26
	teren przemysłowo-składowy	53
roślinność trawiasta i uprawa rolna	uprawa na gruntach ornych	1783,99
składowisko odpadów	teren składowania odpadów komunalnych	10,64
	teren składowania odpadów przemysłowych	21,69
teren pod drogami kołowymi, szynowymi i lotniskowymi	teren pod drogą kołową	333,25
uprawa trwała	ogród działkowy	217,2
	plantacja	10,78
	sad	178,57
zabudowa	pozostała zabudowa	229,08
	zabudowa wielorodzinna	454,08
Klasa wrażliwości na temperaturę 3		
Klasyfikacja terenu	Opis terenu	Powierzchnia [ha]
plac	plac	222,1
woda powierzchniowa	woda płynąca	5,94
	woda stojąca	42,03
zabudowa	zabudowa przemysłowo-składowa	424,3

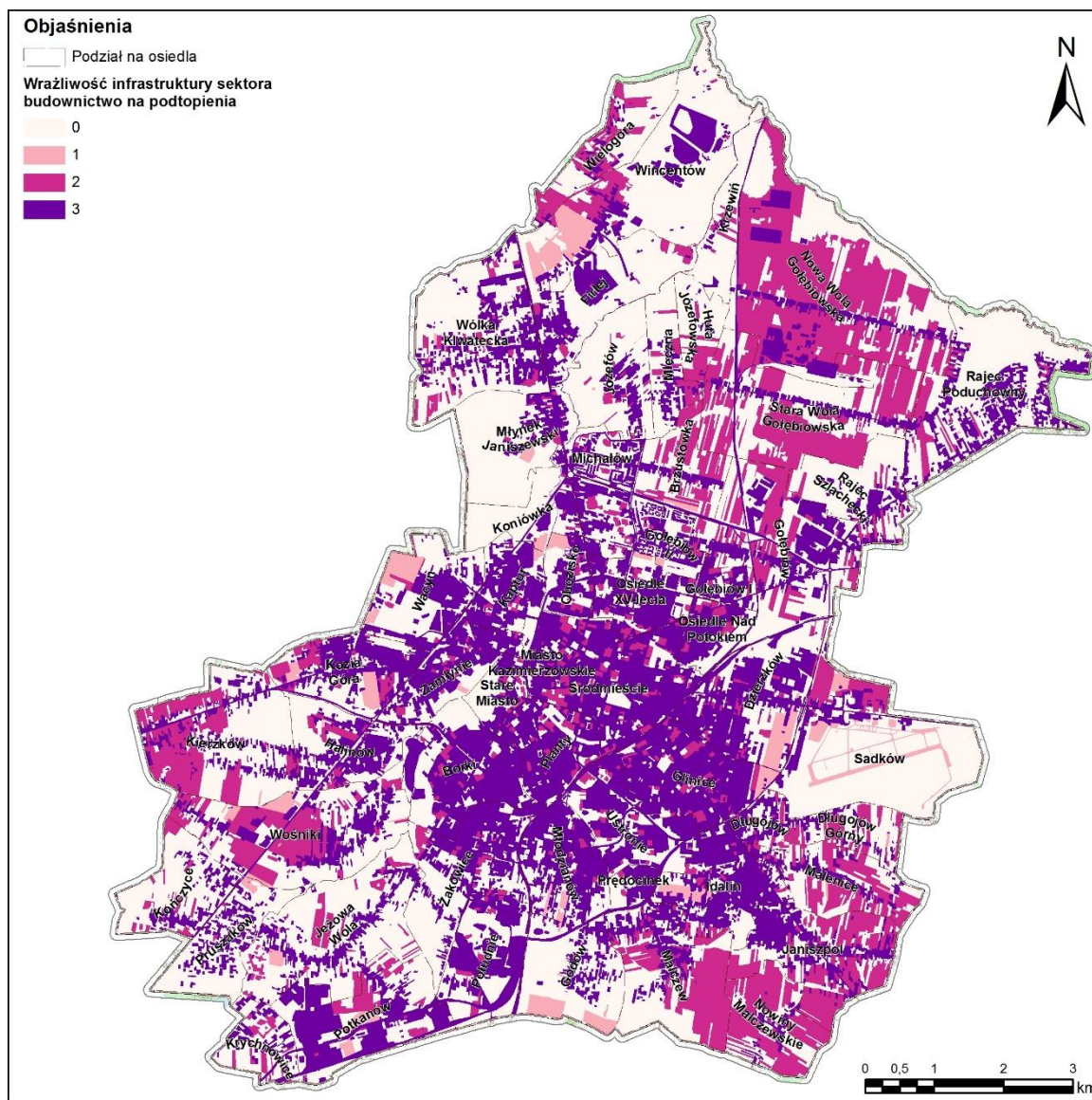


Jak wynika z przedstawionych danych najbardziej wrażliwe na temperaturę są tereny zabudowy przemysłowo - składowej, placów, oraz wody powierzchniowe. Tereny te stanowią ok 6% powierzchni miasta. Ich lokalizacja jest dość rozproszona. Największe skupiska tych terenów występują w osiedlach: Borki, Żakowice, Młodzianów, Planty, Potkanów, Dzierzków, Gołębiów, Nowa Wola Gołębiowska.

Średnią wrażliwość posiadają tereny zabudowy wielorodzinnej i pozostałej zabudowy, uprawy, tereny pod dróg, składowiska odpadów , tereny niezabudowane (pod urządzeniami technicznymi i przemysłowo składowe) stanowiąc ok. 30% powierzchni miasta. Najmniej wrażliwe są grunty nieużytkowane i wyrobiska stanowiące mniej niż 1% powierzchni miasta.

Podtopienia

Poniżej na mapie (Rysunek 89) przedstawiono klasy wrażliwości elementów sektora gospodarka przestrzenna na podtopienia. Następnie zgrupowano w tabelach elementy od oceny najniższej (0) do najwyższej (3).



Rysunek 89. Klasy wrażliwości infrastruktury sektora gospodarka przestrzenna na podtopienia

Poniżej w tabelach (Tabela 36) zgrupowano tereny w każdej z klas wrażliwości (0,1,2,3).



Tabela 36. Klasy wrażliwości infrastruktury sektora gospodarka przestrzenna na podtopienia

Klasa wrażliwości 0		
Klasyfikacja terenu	Opis terenu	Powierzchnia [ha]
grunt nieużytkowany	pozostały grunt nieużytkowany	15,67
	teren piaszczysty lub żwirowy	0,29
krzewy	krzewy	35,5
roślinność trawiasta i uprawa rolna	roślinność trawiasta	3801,17
teren leśny i zadrzewiony	las	1058,41
	zadrzewienie	104,13
	zagajnik	40,7
uprawa trwała	sad	178,57
wyrobisko i zwałowisko	wyrobisko	23,7
Klasa wrażliwości 1		
Klasyfikacja terenu	Opis terenu	Powierzchnia [ha]
teren pod drogami kołowymi, szynowymi i lotniskowymi	teren pod drogą lotniskową	30,53
uprawa trwała	ogród działkowy	217,2
	plantacja	10,78
Klasa wrażliwości 2		
Klasyfikacja terenu	Opis terenu	Powierzchnia [ha]
roślinność trawiasta i uprawa rolna	uprawa na gruntach ornych	1783,99
zabudowa	pozostała zabudowa	229,08
Klasa wrażliwości 3		
Klasyfikacja terenu	Opis terenu	Powierzchnia [ha]
plac	plac	222,1
pozostały teren niezabudowany	teren pod urządzeniami technicznymi lub budowlami	76,26
	teren przemysłowo-składowy	53
składowisko odpadów	teren składowania odpadów komunalnych	10,64
	teren składowania odpadów przemysłowych	21,69
teren pod drogami kołowymi, szynowymi i lotniskowymi	teren pod drogą kołową	333,25
	teren pod torowiskiem	82,75
woda powierzchniowa	woda płynąca	5,94
	woda stojąca	42,03
zabudowa	zabudowa handlowo-usługowa	144,27
	zabudowa jednorodzinna	1772,36
	zabudowa przemysłowo-składowa	424,3
	zabudowa wielorodzinna	454,08



Jak wynika z przedstawionych danych najbardziej wrażliwe na podtopienia są tereny zabudowy, dróg, placów, składowisk odpadów oraz wody powierzchniowe. Tereny te stanowią ok 37% powierzchni miasta.

Największe skupiska tych terenów występują w centralnej części Radomia obejmując osiedla: Śródmieście, Planty, Glinice, Osiedle nad Potokiem, Osiedle XV-lecia, Miasto Kazimierzowskie, Stare Miasto, Borki, Ustronie, Żakowice, Idalin, Młodzianów, Żakowice, Zamłynie, Kaptur, Obozisko, Gołębiów, Dzierzków, Wacyn, Kozia oraz rozkładają się wzdłuż ciągów zabudowy w pozostałych częściach miasta.

Najmniej wrażliwe są tereny upraw, tereny leśne i zadrzewione, grunty nieużytkowane, wyrobiska stanowiące 47% powierzchni miasta.

Poniżej na mapie z klasami wrażliwości elementów sektora gospodarka przestrzenna na podtopienia zilustrowano obszary podtopień w roku 2016 i prognozowane obszary w 2050 r. (Rysunek 90).

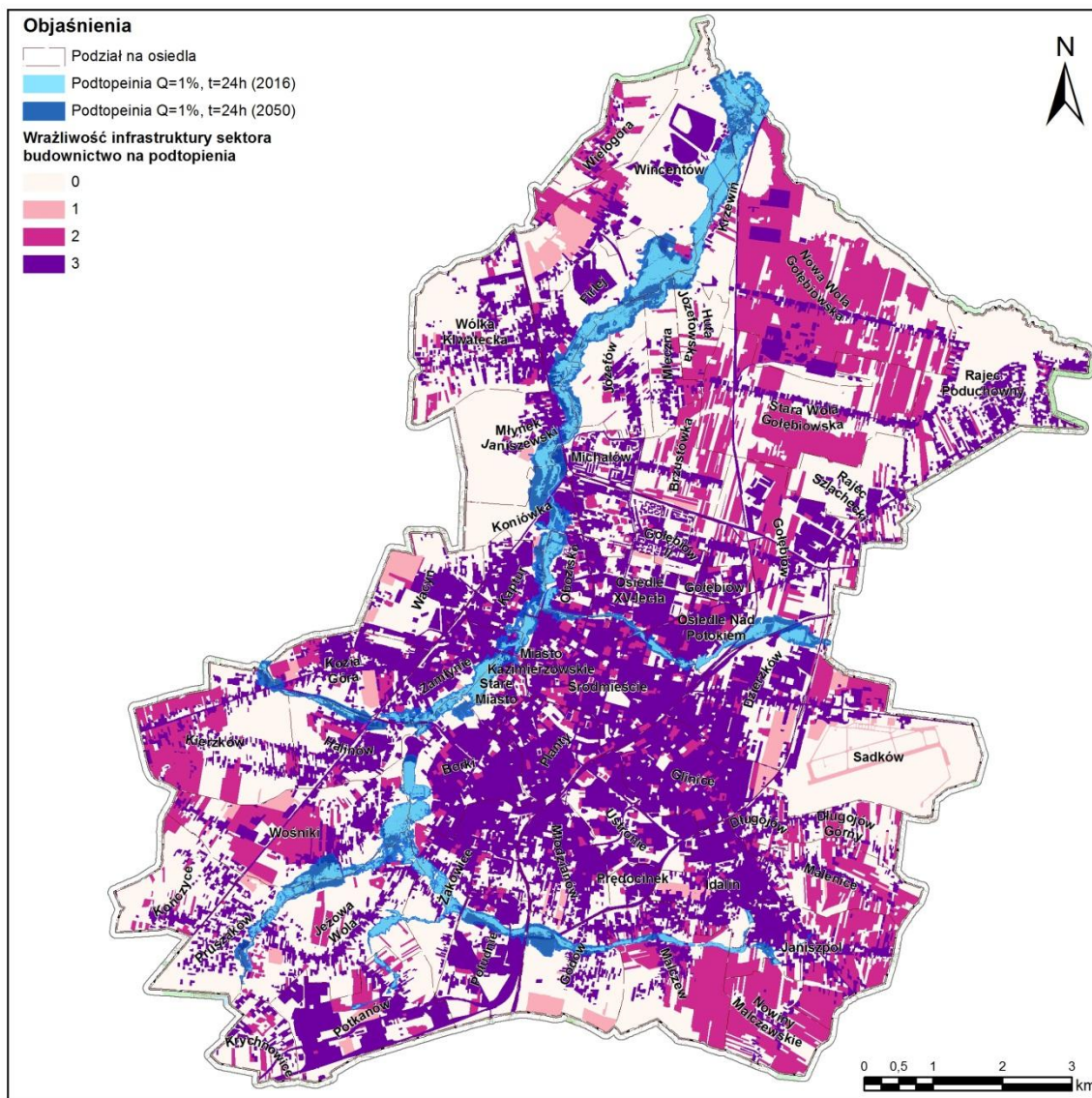
Jak wynika z mapy, podtopienia występowały/ będą występować w obszarach o najwyższej wrażliwości na podtopienia (3).

Poniżej na mapie z klasami wrażliwości elementów sektora gospodarka przestrzenna na podtopienia zilustrowano podtopienia studzienek w roku 2016 i prognozowane podtopienia studzienek w 2050 r. przy opadzie $p=10\%$ (Rysunek 91).

Wg przedstawionej prognozy w 2050 r. podtopieniu ulegnie więcej studzienek niż w roku minionym (2016). Najwięcej studzienek, które uległy/ulegną podtopieniu znajduje się w „pierścieniu” okalającym osiedla położone w centralnej i południowej części miasta oraz na osiedlach Planty, Młodzianów, Ustronie.

Poniżej na mapie z klasami wrażliwości elementów sektora gospodarka przestrzenna na podtopienia zilustrowano podtopienia studzienek w roku 2016 i prognozowane podtopienia studzienek w 2050 r. przy opadzie $p=20\%$ (Rysunek 92).

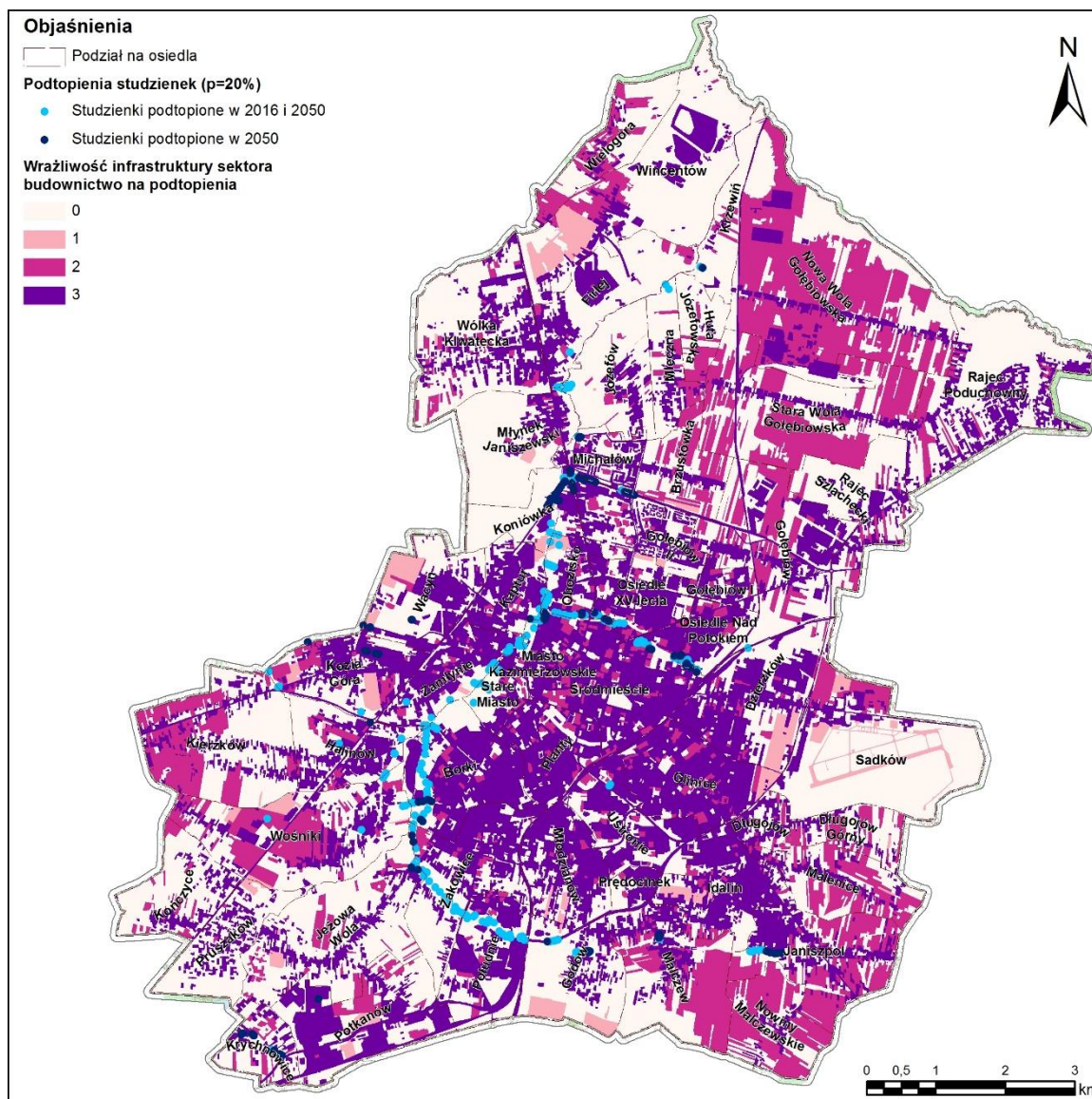
Zgodnie z mapą podtopionych studzienek przy opadzie $p=20\%$ podobnie jak przy $p=10\%$ najwięcej studzienek, które uległy/ulegną podtopieniu znajduje się w „pierścieniu” okalającym osiedla położone w centralnej i południowej części miasta (Rysunek 92). Przy tym prawdopodobieństwie opadów nie zostaną podtopione studzienki w osiedlach blisko centrum tj. Planty, Młodzianów, Ustronie.



Rysunek 90. Klasy wrażliwości infrastruktury sektora gospodarka przestrzenna wraz z obszarami podtopień w roku 2016 i 2050 (dla $Q=1\%$ i $t=24h$)



Rysunek 91. Klasy wrażliwości infrastruktury sektora gospodarka przestrzenna i studzienki kanalizacyjne narożne na podtopienia w 2016 i w 2050 roku przy opadzie $p=10\%$



Rysunek 92. Klasy wrażliwości infrastruktury sektora gospodarka przestrzenna i studzienki kanalizacyjne narożne na podtopienia w 2016 i w 2050 roku przy opadzie $p=20\%$



5.3.4 Podatność na wysokie temperatury i podtopienia

Temperatura

Tereny podatne najbardziej na wysoką temperaturę (klasa podatności 3) występują w centralnej części Radomia w osiedlach: Miasto Kazimierzowskie, Śródmieście, Osiedle nad Potokiem, Osiedle XV-lecia, Borki, Planty, Ustronie, Młodzianów, Żakowice, Dzierzków, Prędocinek oraz w części południowej: osiedle Potkanów (Rysunek 93).

Poniżej w tabeli (Tabela 37) przedstawiono procentowy udział poszczególnych terenów w danej klasie podatności.

Tereny najbardziej podatne (3) to zabudowa przemysłowo - składowa, wielorodzinna, wody powierzchniowe, tereny pod drogami, place, pozostała zabudowa- ich udział procentowy w tej klasie wynosił lub był bliski 100 %





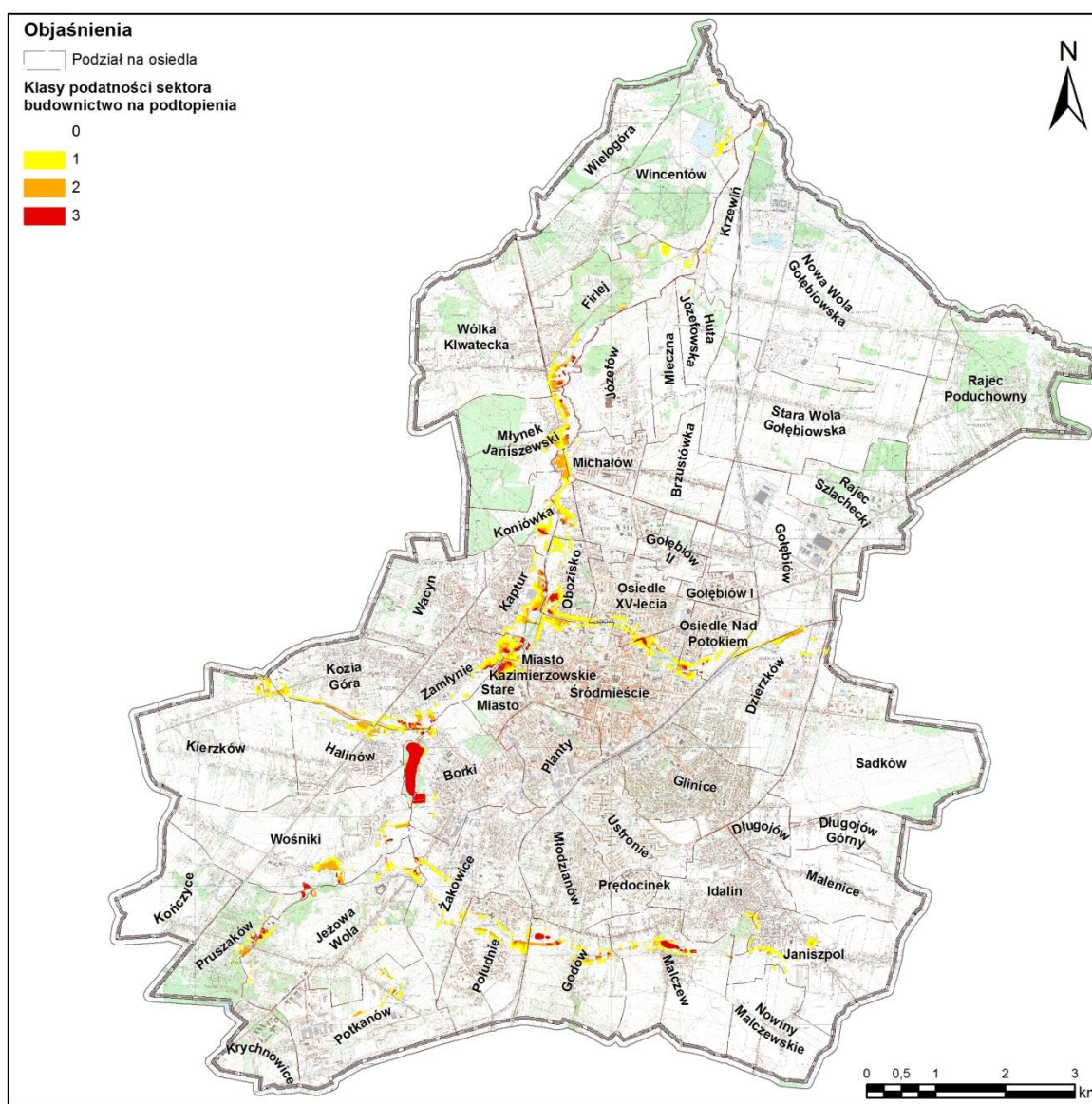
Tabela 37. Klasy podatności elementów sektora gospodarka przestrzenna na podtopienia

Klasyfikacja terenu	% występowania terenu w danej klasie podatności			
	0	1	2	3
krzewy	84,3%	15,7%	0,0%	0,0%
las	99,1%	0,9%	0,0%	0,0%
ogród działkowy	0,0%	0,0%	99,4%	0,6%
plac	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
plantacja	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
pozostała zabudowa	0,0%	0,0%	36,9%	63,1%
pozostały grunt nieużytkowany	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
roślinność trawiasta	56,2%	42,0%	1,8%	0,0%
sad	0,0%	0,0%	86,8%	13,2%
teren piaszczysty lub żwirowy	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
teren pod drogą kołową	0,0%	0,0%	9,2%	90,8%
teren pod drogą lotniskową	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
teren pod torowiskiem	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
teren pod urządzeniami technicznymi lub budowlami	0,0%	0,0%	66,3%	33,7%
teren przemysłowo-składowy	0,0%	0,0%	80,0%	20,0%
teren składowania odpadów komunalnych	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
teren składowania odpadów przemysłowych	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
uprawa na gruntach ornych	0,0%	0,0%	98,7%	1,3%
woda płynąca	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
woda stojąca	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
wyrobisko	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
zabudowa handlowo-usługowa	4,6%	47,6%	47,8%	0,0%
zabudowa jednorodzinna	23,2%	63,2%	13,6%	0,0%
zabudowa przemysłowo-składowa	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
zabudowa wielorodzinna	0,0%	0,0%	21,4%	78,6%
zadrzewienie	64,7%	34,5%	0,8%	0,0%
zagajnik	99,3%	0,7%	0,0%	0,0%

Podtopienia

Największą podatność na wystąpienie podtopień mają osiedla: Obozisko, Kaptur, Zamłynie, Miasto Kazimierzowskie, Stare Miasto, Koniówka, Młynek Janiszewski, Firlej, Osiedle nad Potokiem, Borki, Pruszków, Malczew, Godów, Wólka Klwatecka (Rysunek 94).

W najwyższej klasie podatności (3) na podtopienia znajdują się 39,63 ha, w klasie 2 – 57,18 ha, w klasie 1- 147,91 ha, w klasie 0- 10927,28 ha. Jak wynika z powyżej przytoczonych danych większość terenu nie jest narażona na podtopienia.



Rysunek 94. Podatność infrastruktury sektora gospodarka przestrzenna na podtopienia



Tabela 38. łączna powierzchnia terenów o różnych klasach podatności sektora gospodarka przestrzenna na podtopienia

łączna powierzchnia [ha]	Klasa_podatnosci			
Klasyfikacja terenu	0	1	2	3
krzewy	35,51			
las	1058,33			
ogród działkowy	213,41	3,77		
plac	202,00	10,70	7,91	1,44
plantacja	10,12	0,67		
pozostała zabudowa	225,21	2,58	1,22	
pozostały grunt nieużytkowany	15,68			
roślinność trawiasta	3801,10			
sad	178,57			
teren piaszczysty lub żwirowy	0,29			
teren pod drogą kołową	303,13	21,17	7,43	1,52
teren pod drogą lotniskową	30,53			
teren pod torowiskiem	75,27	6,18	1,26	0,06
teren pod urządzeniami technicznymi lub budowlami	75,66	0,51	0,09	0,02
teren przemysłowo-składowy	49,28	2,55	0,91	0,27
teren składowania odpadów komunalnych	10,64			
teren składowania odpadów przemysłowych	21,54	0,16		
uprawa na gruntach ornych	1769,83	9,50	4,57	
woda płynąca	0,26	0,01	0,40	5,26
woda stojąca	16,61	0,92	3,30	21,13
wyrobisko	23,70			
zabudowa handlowo-usługowa	133,21	7,99	2,31	0,77
zabudowa jednorodzinna	1683,89	56,80	23,55	8,08
zabudowa przemysłowo-składowa	407,52	12,57	3,59	0,65
zabudowa wielorodzinna	441,12	11,83	0,64	0,43
zadrzewienie	104,17			
zagajnik	40,70			



5.4 Sektor: Gospodarka Wodna

5.4.1 Analizowane dane

Przy analizie sektora gospodarka wodna wzięto pod uwagę następujące elementy: wody płynące, rzeki, strumienie, potoki, strugi, rowy melioracyjne, wody stojące, tereny podmokłe, zakład wodociągowy, osadniki, oczyszczalnie ścieków i kanały oczyszczalni ścieków, kanalizację deszczową, przepusty, wały przeciwpowodziowe i groble, pomosty, mola, jazy ruchome i zastawki piętrzące, ujęcia wód i fontanny. Analizowano dane BDOT.

W poniższych tabelach (Tabela 39, Tabela 40) przedstawiono dane na temat ilości, długości lub powierzchni elementów analizowanych w ramach sektora gospodarki wodnej.

Tabela 39. Parametry elementów z sektora gospodarka wodna

Kategoria	Typ	Wielkość
inne urządzenie techniczne	ujęcie wody	30 szt.
obiekty o znaczeniu orientacyjnym w terenie	fontanna	2 szt.
mokradło	teren podmokły	22,91 m ²
zbiornik techniczny	osadnik	10,28 m ²
budowla hydrotechniczna	jaz ruchomy lub zastawka piętrząca	17 m
budowla inżynierska	przepust	2 156 m
budowla ziemna	wał przeciwpowodziowy lub grobla	14 916 m
kanal	kanal - oczyszczalnia ścieków	250 m
obiekty o znaczeniu orientacyjnym w terenie	pomost lub molo	372 m
rów melioracyjny	rów melioracyjny zwykły	67 283 m
rzeka i strumień	strumień, potok lub struga	21 792 m
	rzeka	18 089 m

Tabela 40. Długość kanalizacji deszczowej w podziale na typ i materiał

Typ kanalizacji deszczowej [m]							
Materiał	Deszczowy	Deszczowy - ciśnieniowy	Kanal otwarty	Kolektor	Ogólnospławny	Sanitarny - ciśnieniowy	Sanitarny - tłoczny
Azbestocement	5						
Beton	363440			6504	1108		
Beton z asfaltem	3						
Beton z formy	4588			815			
Brak danych	236339	10	369	1728	477	1035	
Cegła	194						
GRP	5						344
Kamionka	799				2194		



Typ kanalizacji deszczowej [m]							
Materiał	Deszczowy	Deszczowy - ciśnieniowy	Kanał otwarty	Kolektor	Ogólnospławny	Sanitarny-ciśnieniowy	Sanitarny - tłoczny
PE						2841	5234
PP	556						
PVC	265277	7			1421	843	3479
Suma końcowa	871206	17	369	9047	5200	4719	9058

5.4.2 Gospodarka wodna w Radomiu

Warunki naturalne

Obszar miasta Radomia pod względem hydrograficznym należy do dorzecza środkowej Wisły i jej lewobrzeżnego dopływu – Pilicy. W całości położony jest w zlewni II rzędu rzeki Radomki, która jest lewobrzeżnym dopływem Wisły. Ośią hydrograficzną omawianego obszaru jest rzeka Mleczna (prawostronny dopływ Radomki), która przepływa przez środek Radomia z południa na północ. Źródła Mleczonej znajdują w okolicy Makowa Nowego, a ujście do Radomki za północną granicą miasta. Najważniejszymi dopływami rzeki Mleczonej na terenie Radomia są: Pacynka, Kosówka, strumień Cerekwianka, ciek od Potkanowa i Potok Północny.

Poza wodami płynącymi na terenie miasta występują również wody stojące. Są to stawy i oczka wodne. Na rzece Mleczonej w centrum Radomia znajduje się rekreacyjne jezioro „Zalew Borki” o powierzchni 12 ha, nad którym zorganizowano kąpielisko. Liczne stawy i oczka wodne występują w dolinie rzeki Kosówki, a także duży staw funkcjonuje w parku miejskim Stary Ogród. Mniejsze stawy zlokalizowane są na działkach prywatnych m.in. przy ul. Maratońskiej i Jana Pentza. Natomiast w dolinie rzeki Mleczonej występują okresowe oczka wodne i rozlewiska.

Obszar miasta Radomia zlokalizowany jest w obrębie jednolitej części wód powierzchniowych JCWP PRLW20001725269 Mleczna bez Pacynki. Omawiana JCWP należy do regionu wodnego Śródkowej Wisły.

Zaliczana jest do wód: potok nizinny piaszczysty i posiada status naturalnej części wód a jej stan oceniono jako zły. Celem środowiskowym wynikającym z Planu gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Wisły będzie osiągnięcie co najmniej dobrego stanu ekologicznego oraz dodatkowo utrzymanie dobrego stanu chemicznego.

Miasto Radom leży w obrębie regionu IX – lubelsko-podlaskiego (wg podziału regionalnego zwykłych wód podziemnych – Paczyński, 1995;1993). Na terenie miasta występują 3 poziomy wodonośne: górnokredowy, trzeciorzędowy i czwartorzędowy, natomiast głównym użytkowym poziomem wodonośnym jest poziom górnokredowy. Pozostałe dwa tj. trzeciorzędowy i czwartorzędowy mają podrzędne znaczenie.

Obszar miasta Radom zlokalizowany jest w obrębie jednej jednolitej części wód podziemnych (JCWPd) PLGW200087.



Poziom wodonośny górnokresowy ma charakter szczelinowy i szczelinowo-krasowy. Zbudowany jest z margli, wapieni, opok, gez, piaskowców, piasków i obejmuje swoim zasięgiem cały obszar miasta Radomia.

Poziom wodonośny trzeciorzędowy występuje w drobnoziarnistych i pylastych piaskach oligocenu i miocenu, które występują w obniżeniach podłoża mezozoicznego. Nie ma on charakteru ciągłego i nie wyodrębnia się pod względem hydrodynamicznym ze względu na połączenia z poziomami czwartorzędowym i górnokredowym. Poziom ten nie ma znaczenia użytkowego.

Poziom wodonośny czwartorzędowy tworzą zawodnione piaski i żwiry dolin rzecznych, dolin kopalnych oraz pokryw fluwioglacjalnych. Miąższość warstwy wodonośnej wynosi od 10 do 50 m, a zwierciadło wody występuje na głębokości 1–5 m poniżej powierzchni terenu i wykazuje związek hydrauliczny z ciekami powierzchniowymi. Poziom zasilany jest przez bezpośrednią infiltrację opadów atmosferycznych lub z przesączania wód przez warstwy słaboprzepuszczalne, wykształcone w postaci glin i pyłów. Wody poziomu czwartorzędowego wykazują łączność hydrauliczną z poziomami trzeciorzędowym i górnokredowym. Poziom ten nie ma znaczenia użytkowego.

Miasto zlokalizowane jest na obszarze dwóch Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP): GZWP Nr 405 (Niecka Radomska) oraz GZWP Nr 412 (Goszczewice).

GZWP Nr 405 obejmuje cały obszar miasta. Jest to zbiornik szczelinowo-porowy zbudowany ze skał węglanowych (margle, opoki, gezy lokalnie z wkładkami piaskowców) górnej kredy. Wody podziemne charakteryzują się tu strefowością w profilu pionowym.

GZWP Nr 412 obejmuje obszar południowo-zachodni miasta. Jest to zbiornik typu szczelinowo-krasowego zbudowany ze skał górnokredowych i środkowojurajskich wykształconych w postaci wapieni skalistych z krzemieniami.

Zaopatrzenie w wodę

Zaopatrzenie w wodę miasta Radomia odbywa się z 7 ujęć komunalnych. Sześć z nich znajduje się na terenie Radomia. Są to ujęcia: Malczew, 25 Czerwca, Wośniki, Obozisko, Potkanów i Sławno, ostatnie jest w Lesiowie na terenie gminy Jastrzębia.

Woda jest wydobywana ze studni głębinowych o głębokości dochodzącej do 300 m, z pokładów kredowych, których wiek określa się średnio na ok. 100 mln lat²³. Ujmowana woda jest dobrej jakości, wymaga prostych metod uzdatniania polegających na napowietrzaniu, filtracji, dezynfekcji. Radom posiada wodociągową sieć rozdzielczą o długości 537,6 km²⁴, a odsetek mieszkańców podłączonych do sieci wyniósł ok. 95,5%²⁵. Sieć wodociągowa Radomia obejmuje niemal całą zabudowę miejską. Miejskie układy wodociągowe zaspokajają także potrzeby części sąsiadujących z Radomiem jednostek

²³ <https://www.woda.radom.pl/>

²⁴ GUS, 2016

²⁵ GUS, 2015



osadniczych. Miejskie komunalne ujęcia wody charakteryzują się dobową zdolnością produkcyjną. Rozbudowy wymaga jednak sieć w południowo-zachodniej części miasta.

Stan techniczny sieci jest zróżnicowany²⁶. Wiek najstarszej sieci na terenie miasta wynosi 85 lat (wybudowano ją w 1927 r.), najmłodsze odcinki sieci powstały w roku 2016 r. W strukturze materiałowej sieci wodociągowej wyróżniamy: żeliwo, żeliwo sferoidalne, stal, ac, PCV, PE. Zanotowana ilość awarii sieci wodociągowej dla 2016 r. wyniosła 530.

Gospodarka ściekowa

Radom posiada czynną sieć kanalizacyjną o długości 502,8 km²⁷. W 2015 r. z sieci kanalizacyjnej korzystało ok. 90,8% mieszkańców. W zurbanizowanych obszarach miasta Radomia dominuje rozdzielczy system odprowadzenia ścieków sanitarnych. Stopień skanalizowania w poszczególnych osiedlach jest różny. Całkowity brak komunalnej (miejscowej) kanalizacji sanitarnej występuje w osiedlach: Mleczna, Kończyce, Kierzków, Józefów, Nowa Wola Gołębiowska²⁸. Są to północne oraz południowo-zachodnie rejony miasta.

Sieć kanalizacyjna składa się z dwóch współpracujących systemów: kanalizacji ogólnospławnej i kanalizacji rozdzielczej.

Ogólny stan sieci kanalizacyjnej jest zadowalający, aczkolwiek część wymaga przebudowy. Jest to konieczne, aby usprawnić działanie sieci oraz aby poprawić stan sanitarny cieków. Całość ścieków produkowanych w Radomiu trafia do miejskiej oczyszczalni ścieków, gdzie zawartość zanieczyszczeń w ściekach surowych zredukowana jest o 95% (z wykorzystaniem metody mechaniczno-biologiczno-chemicznej). Wiek najstarszej sieci na terenie miasta wynosi 85 lat (wybudowano ją w 1927 r.), najmłodsze odcinki sieci powstały w roku 2016. W strukturze materiałowej sieci wodociągowej wyróżniamy: żeliwo, stal, beton, kamionkę, PCV, PE, ac, żelbet, P.P., GRP oraz odcinki murowane. Zanotowana ilość awarii sieci kanalizacyjnej dla 2016 r. wyniosła 70.

Zbierane z obszaru miasta ścieki odprowadzane są, zgodnie ze spadkiem terenu, w kierunku północnym do mechaniczno – biologicznej oczyszczalni ścieków funkcjonującej w obrzeżnych rejonach miasta, zmodernizowanej w 2015 r. Oczyszczalnia przyjmuje także ścieki z okolicznych gmin. Ścieki oczyszczone zrzucane są do koryta rzeki Pacynki.

Odbiornikiem funkcjonującej na terenie m. Radomia kanalizacji deszczowej jest rzeka Mleczna wraz z dopływami: Potokiem Północnym, Kosówka, Potokiem od Cerekwi. W kilku przypadkach odbiornik wód deszczowych stanowią rowy melioracyjne. W kanalizację deszczową nie są wyposażone osiedla

26 „Program Ochrony Środowiska dla miasta Radomia na lata 2013 – 2016 z uwzględnieniem lat 2017 – 2020”, Warszawa 2013r.

27 GUS 2016

28 „Program Ochrony Środowiska dla miasta Radomia na lata 2013 – 2016 z uwzględnieniem lat 2017 – 2020”, Warszawa 2013r.



w północnej części miasta, południowo- wschodnich i południowo- zachodnich obrzeżach miasta²⁹. W centralnej części miasta woda deszczowa odbierana jest przez system kanalizacji ogólnospławnej.

Infrastruktura przeciwpowodziowa

Infrastruktura przeciwpowodziowa nie jest w Radomiu silnie rozwinięta, Radom nie jest bowiem miastem o zagrożeniu powodziowym. W ramach WOP na obszarze Miasta Radom nie wyznaczono obszarów narażonych na niebezpieczeństwo powodzi (nie zidentyfikowano wystąpienia powodzi historycznych, ani możliwości wystąpienia powodzi prawdopodobnych).

Tym niemniej, w Radomiu wybudowano wały przeciwpowodziowe wzdłuż zasilanej wodami opadowymi rzeki Mlecznej (na odcinku od ul. Czarnieckiego do ul. Mieszka I). Wały przeciwpowodziowe zabezpieczają miasto na wypadek wystąpienia nawalnych opadów.

Funkcje zabezpieczenia przeciwpowodziowego pełnią również Zbiorniki Godowskie, znajdujące się przy obwodnicy południowej koło Malczewa, oraz zbiornik retencyjny Borki na rzece Mlecznej.

Instytucjami miejskimi odpowiedzialnymi za infrastrukturę zaliczoną do sektora gospodarki wodnej są Wodociągi Miejskie w Radomiu, Wydział Ochrony Środowiska i Rolnictwa Urzędu Miejskiego w Radomiu, W, Miejski Ośrodek Sportu i rekreacji w Radomiu.

Wyzwania

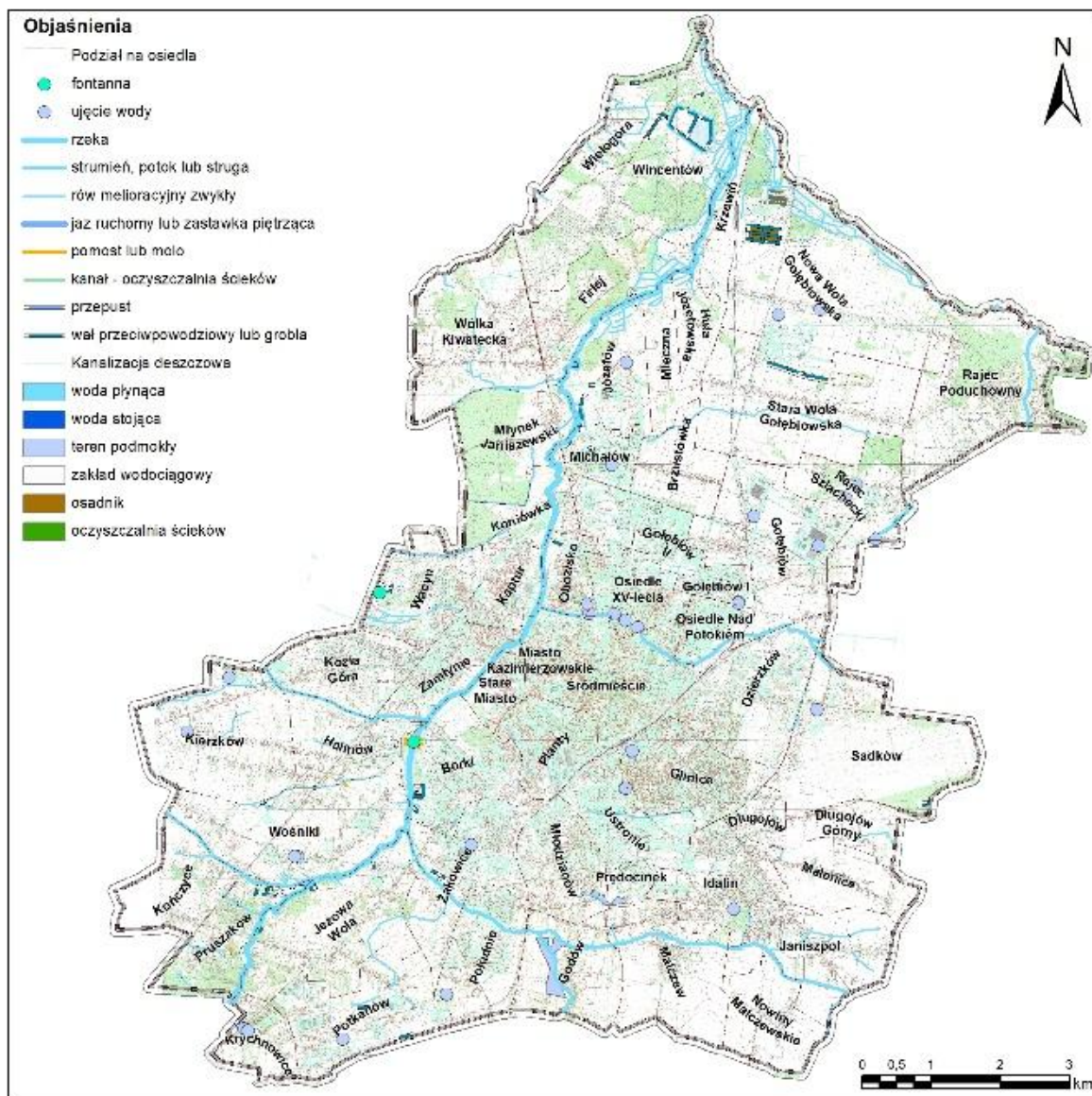
W „Strategii rozwoju Miasta Radomia na lata 2008 – 2020”³⁰ wskazano na stale poprawiający się stan czystości rzek. Od kilku lat prowadzone są prace związane z odbudową i modernizacją koryta rzeki Mlecznej pod kątem budowy głównego odbiornika wód deszczowych z modernizowanej kanalizacji deszczowej. Wskazane są dwa cele powiązane z analizowanym sektorem gospodarki wodnej:

- poprawa jakości wód i stosunków wodnych w mieście, między innymi poprzez Gminny Program Retencji oraz
- wyrównanie dysproporcji w nasyceniu miasta komunalną infrastrukturą sieciową (sieci: wodociągowa, kanalizacyjna, gazowa, ciepłownicza), zwiększające osiedleńczą i inwestycyjną atrakcyjność miasta.

Na poniższym rysunku (Rysunek 95) przedstawiono położenie analizowanych elementów w ramach sektora gospodarki wodnej.

29 Na podst mapy z uzbrojeniem z suikzp 2011

³⁰ Strategia rozwoju Miasta Radomia na lata 2008 – 2020, WYG International Sp. z o.o. luty 2008



Rysunek 95. Położenie elementów infrastruktury z sektora gospodarka wodna

Rysunek 96. Wrażliwość infrastruktury sektora gospodarka wodna na temperaturę



Jedynym elementem, którego wrażliwość na zmiany temperatury została oceniona najwyżej, tzn. przypisano 3 klasę wrażliwości, są tereny podmokłe. W Radomiu tereny te położone są na terenie osiedli Godów i Prędocinek.

Drugą klasę wrażliwości przypisano następującym obiektom: ujęciom wody, rowom melioracyjnym, strumieniom, potokom, strugą i rzeką. Obiekty te położone są na terenie całego Radomia, Największe ich zagęszczenie występuje w środkowej i południowej części miasta, najmniejsze na północnym krańcu oraz na obrzeżach.

Natomiast pierwszą klasę wrażliwości na zmiany temperatury przypisano fontanom, jazom ruchomym, zastawkom piętrzącym oraz kanałom oczyszczalni ścieków, osadnikom, przepustom, wałom przeciwpowodziowym, groblą, pomostom i moło.

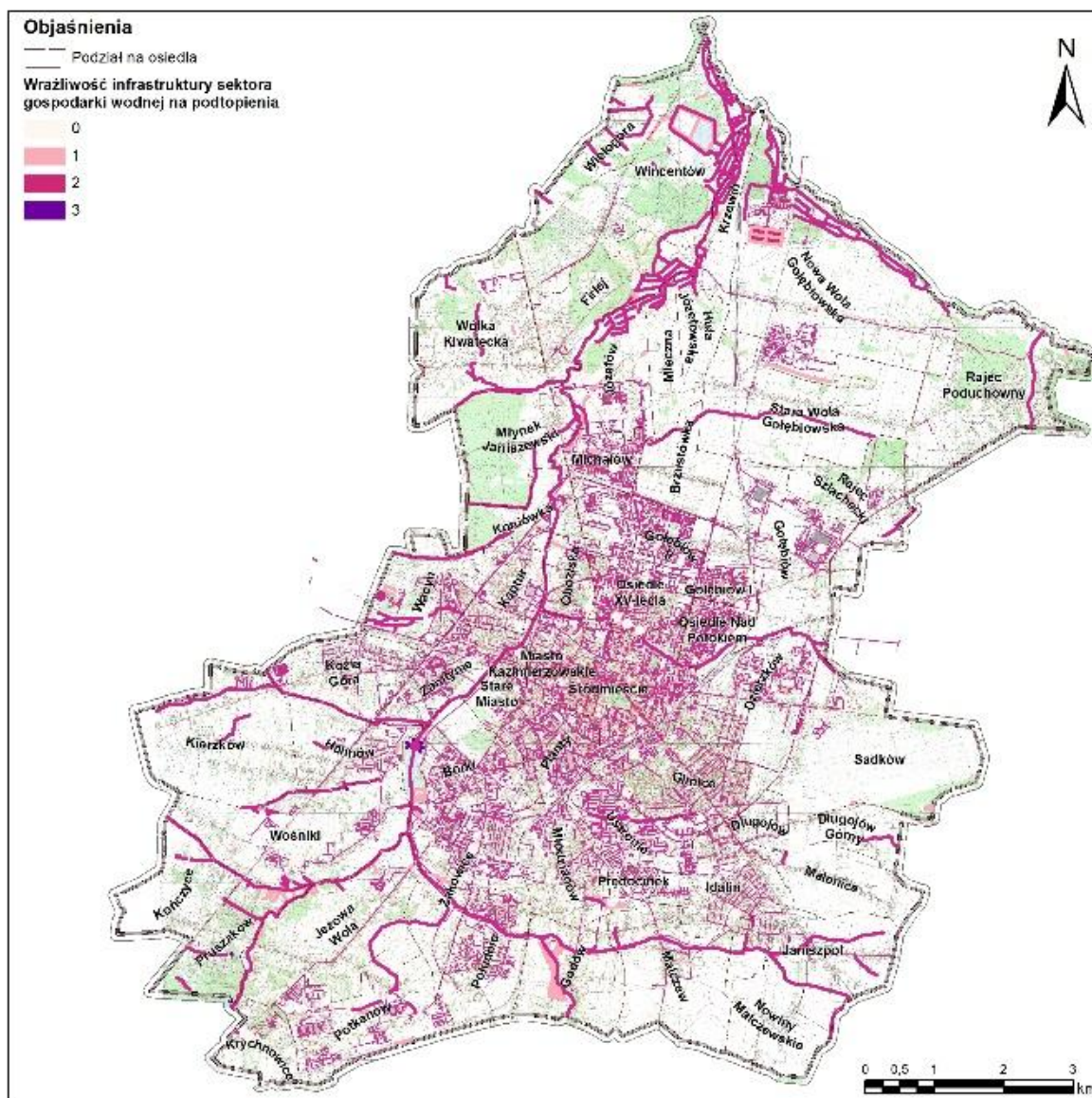
Obiektami z sektora gospodarki wodnej, które nie są wrażliwe na temperaturę są: osadniki, przepusty, wały przeciwpowodziowe, groble, pomosty i mola.

Tabela 41. Wrażliwość infrastruktury sektora gospodarka wodna na temperaturę

Kategoria	Typ	Klasa wrażliwości			
		0	1	2	3
inne urządzenie techniczne	ujęcie wody			30 szt.	
obiekty o znaczeniu orientacyjnym w terenie	fontanna		2 szt.		
mokradło	teren podmokły				22,91 m ²
zbiornik techniczny	osadnik	10,28 m ²			
budowla hydrotechniczna	jaz ruchomy lub zastawka piętrząca		17 m		
budowla inżynierska	przepust	2 156 m			
budowla ziemna	wał przeciwpowodziowy lub grobla	14 916m			
kanał	kanał - oczyszczalnia ścieków		250 m		
obiekty o znaczeniu orientacyjnym w terenie	pomost lub moło	372 m			
rów melioracyjny	rów melioracyjny zwykły			67 283 m	
rzeka i strumień	strumień, potok lub struga			21 792 m	
	rzeka			18 089 m	

Podtopienia

Na podstawie przeprowadzonych analiz wykonano mapy wrażliwości infrastruktury sektora gospodarka wodna na podtopienia. W ocenie posłużono się czterema klasami wrażliwości od 0 do 3. Wyniki analiz przedstawiono na poniższym rysunku (Rysunek 102) oraz tabeli (Tabela 42).



Rysunek 97. Wrażliwość infrastruktury sektora gospodarki wodnej na podtopienia

Jedynym elementem, którego wrażliwość na zmiany temperatury została oceniona najwyżej, tzn. przypisano 3 klasę wrażliwości, pomost, molo.

Drugą klasę wrażliwości przypisano następującym obiektom: fontanna, osadnik, jaz ruchomy lub zastawka piętrząca, przepust, kanał - oczyszczalnia ścieków, rów melioracyjny zwykły, strumień, potok lub struga, rzeka. Obiekty te położone są na terenie całego Radomia, Największe ich zagęszczenie występuje w środkowej i południowej części miasta, najmniejsze na północnym krańcu oraz na obrzeżach.

Natomiast pierwszą klasę wrażliwości na zmiany podtopienia przypisano dwum kategorią: teren podmokły, wał przeciwpowodziowy lub grobla.

Obiektami z sektora gospodarki wodnej, które nie są wrażliwe na podtopienia są: ujęcia wody.



Tabela 42. Wrażliwość infrastruktury sektora gospodarka wodna na podtopienia

Kategoria	Typ	Klasa wrażliwości			
		0	1	2	3
inne urządzenie techniczne	ujęcie wody	30 szt.			
obiekty o znaczeniu orientacyjnym w terenie	fontanna			2szt.	
mokradło	teren podmokły		22,91		
zbiornik techniczny	osadnik			10,28 m ²	
budowla hydrotechniczna	jaz ruchomy lub zastawka piętrząca			17m	
budowla inżynierska	przepust			2156m	
budowla ziemna	wał przeciwpowodziowy lub grobla		14916 m		
kanal	kanal - oczyszczalnia ścieków			250m	
obiekty o znaczeniu orientacyjnym w terenie	pomost lub moło				372 m
rów melioracyjny	rów melioracyjny zwykły			67283 m	
rzeka i strumień	strumień, potok lub struga			21792 m	
	rzeka			18089 m	



5.4.4 Podatność na wysokie temperatury i podtopienia

Temperatura

Elementy infrastruktury o najwyższej podatności na temperaturę położone są w środkowej i południowej części miasta. Stopień podatności zmniejsza się wraz z oddalaniem się od centrum. Najmniejsza podatność wykazują elementy zlokalizowane przy granicy miasta (Rysunek 99).

Tabela 43 i Rysunek 98 zobrazował podział poszczególnych elementów infrastruktury w zależności od klasy podatności na temperaturę.

Tabela 43. Podatność infrastruktury sektora gospodarka wodna na temperaturę

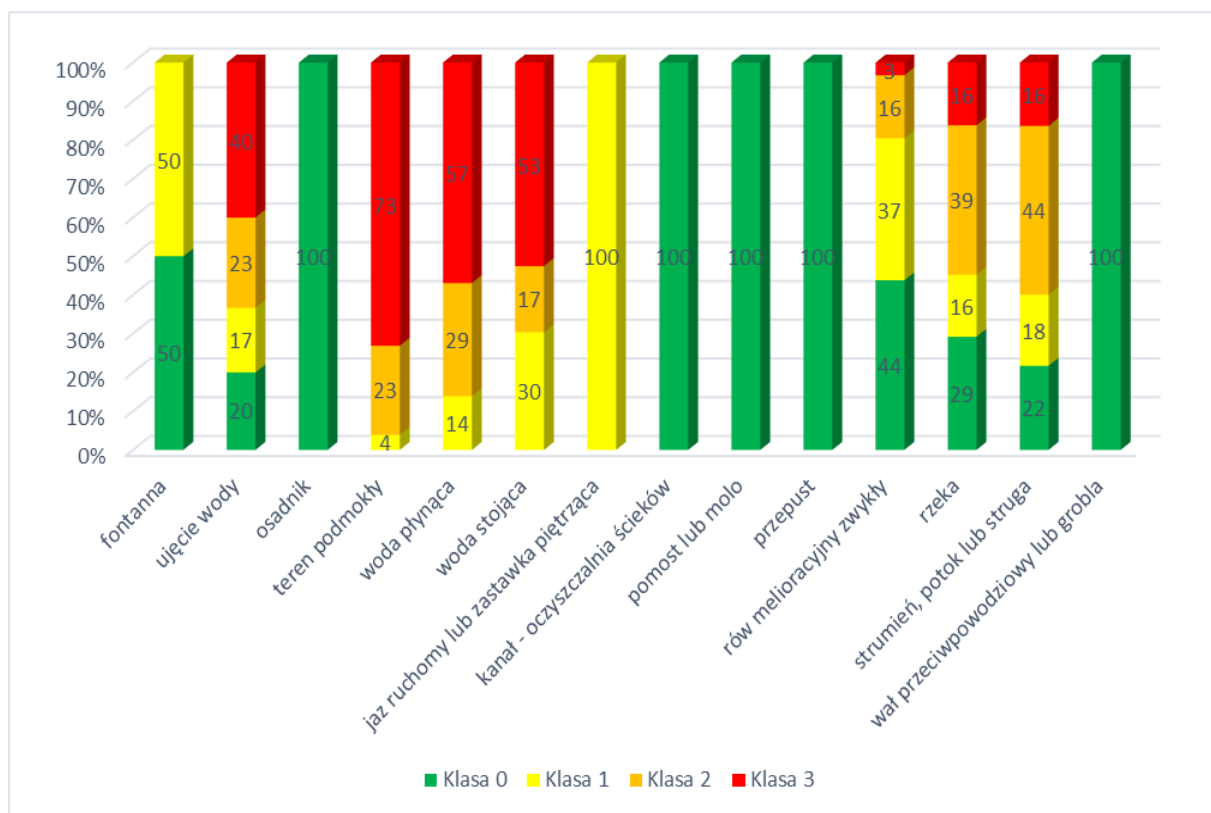
Element infrastruktury	Klasa podatności			
	0	1	2	3
fontanna	1	1		
ujęcie wody	6	5	7	12
osadnik	102911			
teren podmokły		8934	52677	167502
woda płynąca		8216	17313	33763
woda stojąca		127697	71786	220829
jaz ruchomy lub zastawka piętrząca		17		
kanał - oczyszczalnia ścieków	250			
pomost lub moło	372			
przepust	2155			
rów melioracyjny zwykły	29471	24667	10948	2195
rzeka	5286	2899	6976	2929
strumień, potok lub struga	4729	4005	9496	3563
wał przeciwpowodziowy lub grobla	14917			

Wszystkie elementy infrastruktury z zakresu kanałów oczyszczalni ścieków, pomostów i moło, przepustów, osadników oraz wałów przeciwpowodziowych lub grobla zaliczono do najniższej klasy podatności na temperaturę – klasa 0.

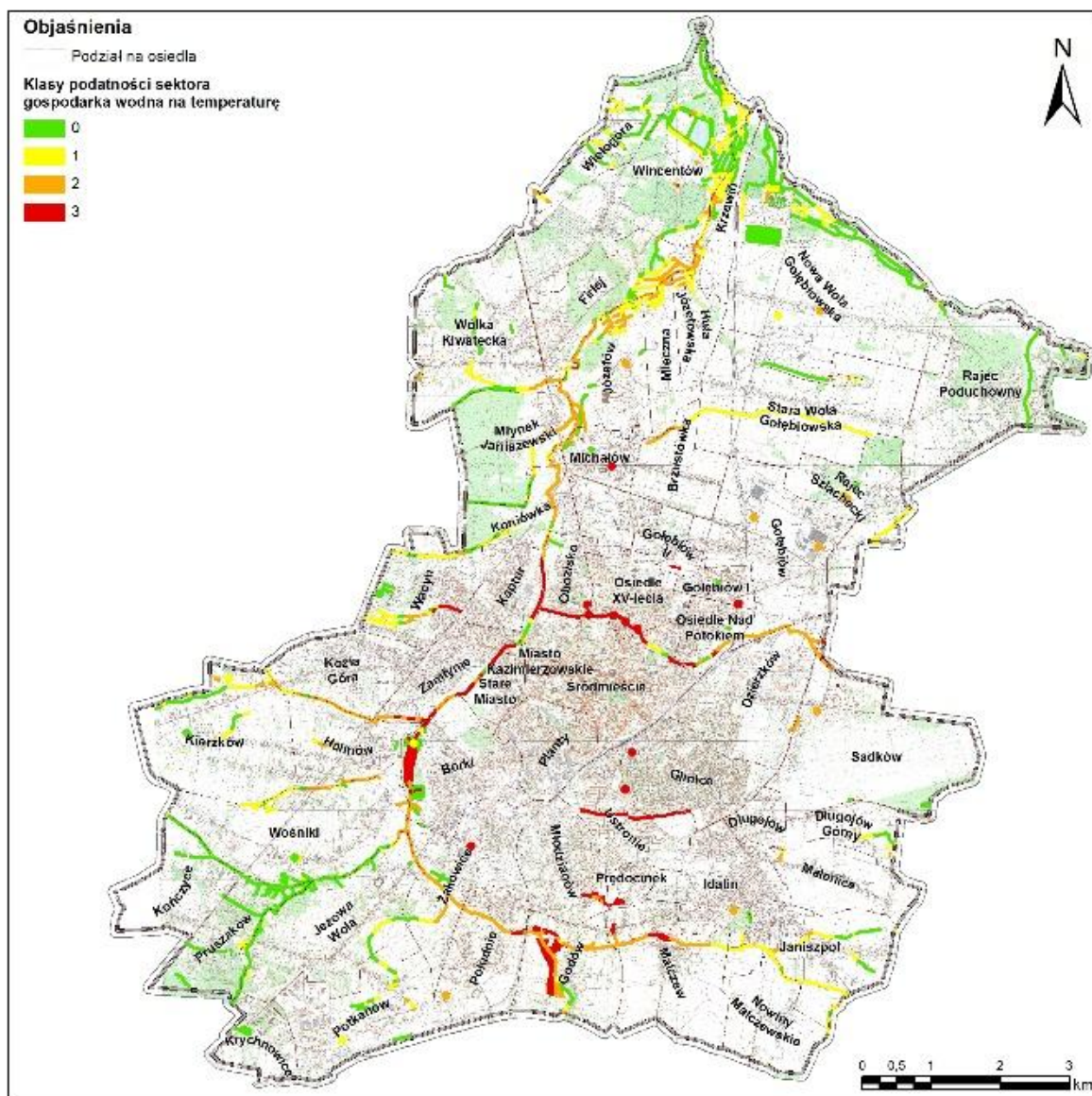
Jazom ruchomym lub zastawkom piętrzącym przypisano klasę podatności na temperaturę 1.

Pozostałym elementom infrastruktury przyporządkowano zróżnicowaną klasę podatności w zależności od lokalizacji i rozkładu temperatur na danym terenie.

Elementy tj.: ujęcia wody, rowy melioracyjny, rzeki, strumienie, potoki, strugi posiadają klasę podatności na temperaturę od 0 do 3, teren podmokły, woda płynąca, woda stojąca posiadają klasę podatności na temperaturę od 1 do 3 natomiast fontanny 0 lub 1. Na poniższym wykresie (Rysunek 98) przedstawiono procentowy udział poszczególnych klas w danej grupie elementów.



Rysunek 98. Wrażliwość infrastruktury sektora gospodarka wodna na temperaturę – udział procentowy klas wrażliwości



Rysunek 99. Klasy podatności sektora gospodarka wodna na temperaturę

Podtopienia

Elementy infrastruktury o najwyższej podatności na podtopienia położone są w środkowej i południowej części miasta. Stopień podatności zmniejsza się wraz z oddalaniem się od centrum. Najmniejsza podatność wykazują elementy zlokalizowane przy granicy miasta (Rysunek 101)

W poniższej tabeli (Tabela 44) oraz wykresie (Rysunek 100) zobrazowano podział poszczególnych elementów infrastruktury w zależności od klasy podatności na podtopienia.



Tabela 44. Podatność infrastruktury sektora gospodarka wodna na podtopienia

Element infrastruktury	Klasa podatności			
	0	1	2	3
fontanna	1		1	
ujęcie wody	30			
osadnik	10,28			
teren podmokły	22	0,9		
jaz ruchomy lub zastawka piętrząca	13	1	3	
kanal - oczyszczalnia ścieków	250			
pomost lub moło	15	11	38	309
przepust	1495	269	390	
rów melioracyjny zwykły	44692	6335	16261	
rzeka	677	951	16460	
strumień, potok lub struga	7387	1047	13361	
wał przeciwpowodziowy lub grobla	13963	949		

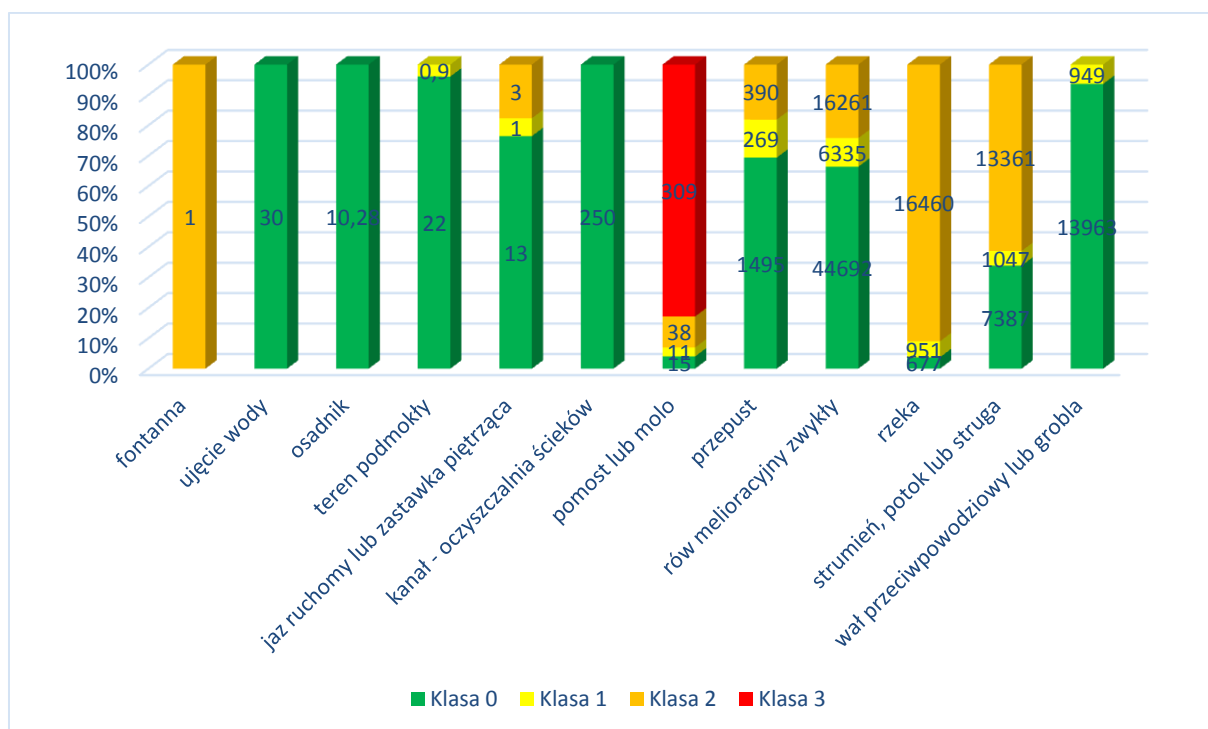
Wszystkie elementy infrastruktury z zakresu kanałów oczyszczalni ścieków, fontann oraz ujęć wód zaliczono do najniższej klasy podatności na podtopienia – klasa 0.

Pozostałym elementom infrastruktury przyporządkowano zróżnicowaną klasę podatności w zależności od lokalizacji elementów infrastruktury na danym terenie.

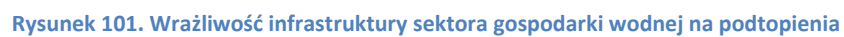
Jeden element - pomost lub moło posiada klasę podatności na podtopienia od 0 do 3.

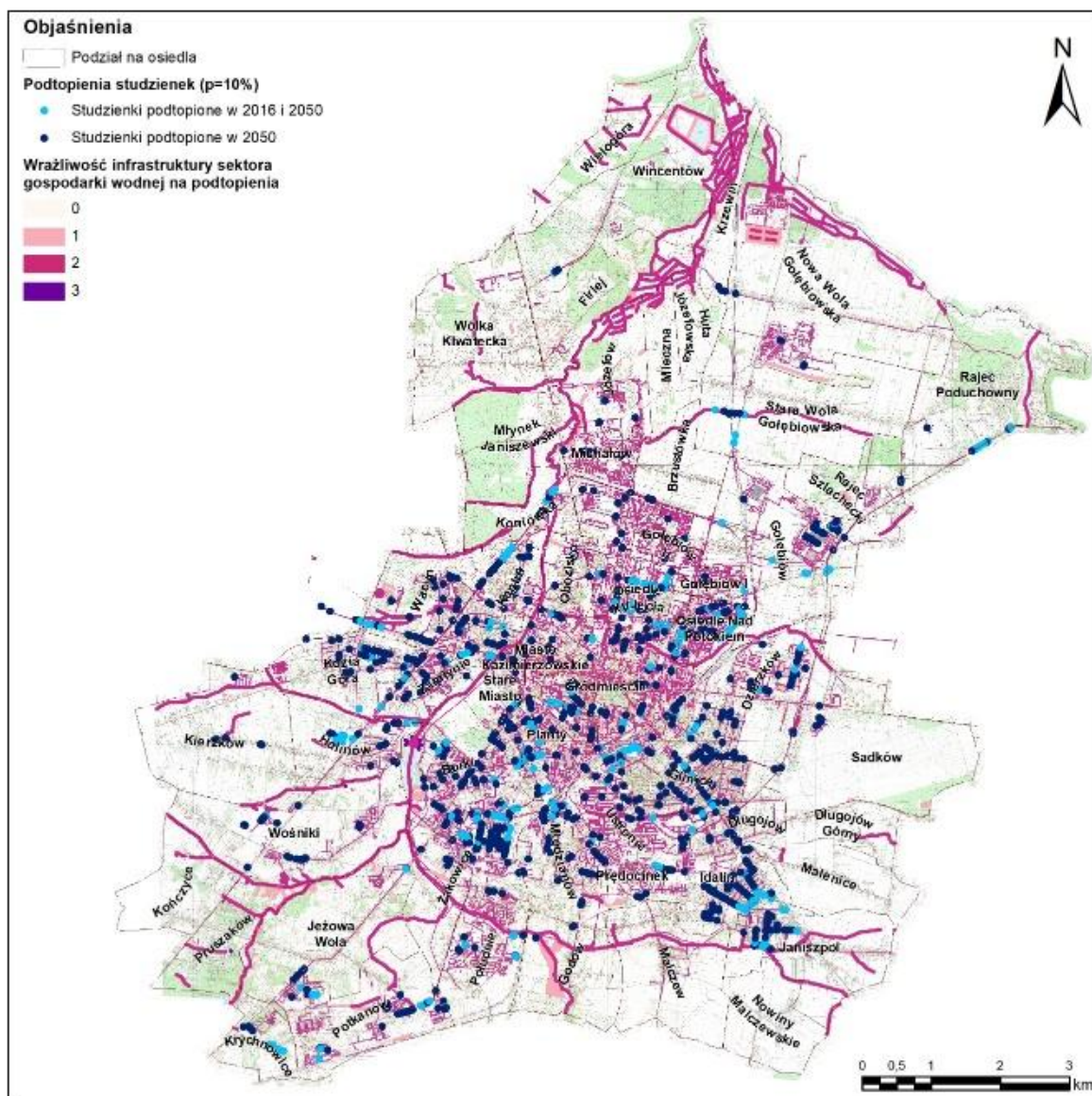
Natomiast: jaz ruchomy lub zastawka piętrząca, przepust, rów melioracyjny zwykły, rzeka, strumień, potok lub struga posiadają klasę podatności na temperaturę od 0 do 2, natomiast tereny podmokłe oraz wały przeciwpowodziowe lub groble od 0 lub 1.

Rysunek 100 przedstawia procentowy udział poszczególnych klas w danej grupie elementów.

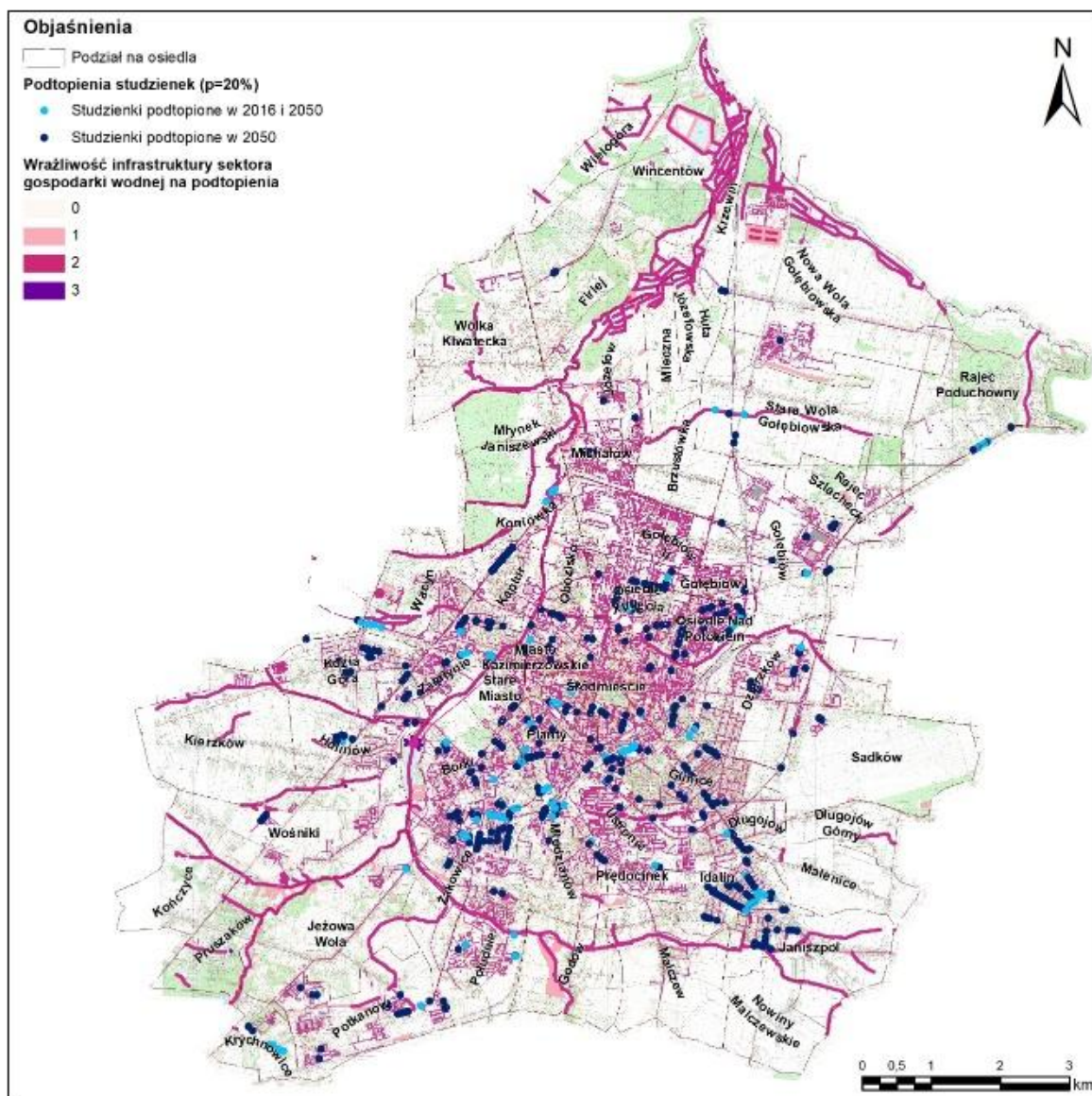


Rysunek 100. Wrażliwość infrastruktury sektora gospodarka wodna na temperaturę – udział procentowy klas wrażliwości





Rysunek 102. Wrażliwość infrastruktury sektora gospodarki wodnej na podtopienia – podtopienia studzienek p-10%



Rysunek 103. Wrażliwość infrastruktury sektora gospodarki wodnej na podtopienia – podtopienia studzienek p-20%



6 OBSZARY SZCZEGÓLNIENIE NARAŻONE

6.1 Obszary szczególnie narażone na wysokie temperatury i podtopienia

Analiza wykazała, że obszary szczególnie narażone na wysokie temperatury i podtopienia to obszary, gdzie znajduje się największa gęstość zaludnienia i najbardziej rozbudowana infrastruktura poszczególnych sektorów Radomia. Infrastruktura związana ze zdrowiem publicznym, sektorem transportu, gospodarką wodną oraz gospodarką przestrzenną Radomia wykazała największą podatność na wysokie temperatury i podtopienia obszarów środkowej i środkowo – południowej części miasta. Tereny najbardziej narażone na wysoką temperaturę i opady występują głównie w osiedlach: Miasto Kazimierzowskie, Śródmieście, Osiedle nad Potokiem, Osiedle XV-lecia, Borki, Planty, Ustronie, Młodzianów, Żakowice, Dzierzków, Prędocinek oraz w części południowej: osiedle Potkanów. Stopień narażenia na wysokie temperatury i podtopienia zmniejsza się wraz z oddalaniem się od centrum. Najmniejsze narażenia na ekstremalne temperatury i opady wykazują elementy infrastruktury badanych sektorów zlokalizowane przy granicy miasta.



7 OPCJE ADAPTACYJNE

7.1 Opcje adaptacyjne

7.1.1 Błękitno – zielona infrastruktura

Podstawą dla adaptacji przestrzeni miejskiej do zmian klimatu jest poprawa funkcjonowania tzw. Błękitno-zielonej infrastruktury (BZI), na którą składają się wszystkie obszary zielone miasta, oraz elementy infrastrukturalne zatrzymujące wodę opadową. Takie podejście pozwala zarówno obniżyć temperaturę powierzchni i efekt miejskiej wyspy ciepła, jak i złagodzić występowanie podtopień wynikających z powodzi miejskich. Stosowanie BZI pozwala na:

- **zwiększenie retencji krajobrazowej** miasta ze stopniowym, opóźnionym i kontrolowanym odpływem;
- poprawę jakości wody i **ograniczenie migracji zanieczyszczeń**;
- stosowanie ich **indywidualnie lub w połączeniu z metodami tradycyjnymi**;
- łączenie ich z **miejską architekturą, architekturą krajobrazu i systemem przyrodniczym miasta**;
- generowanie dodatkowych korzyści społecznych wynikających z dostarczanych **usług ekosystemowych** oraz wielofunkcyjności przestrzeni;
- wspieranie **zintegrowanego systemu infrastrukturalnego (szara, zielona, błękitna infrastruktura) o wysokiej elastyczności** w stosunku do zmiennych warunków (klimatycznych, rozwoju przestrzennego miasta, zmian demograficznych).

7.1.2 Działanie niestrukturalne

Działania niestrukturalne w planowaniu adaptacyjnym w zakresie BZI obejmują następujące obszary:

- **Edukacja/świadomość** – edukacja obywateli i kampanie informacyjne;
- **Planowanie i zarządzanie** - kontrola zanieczyszczeń emitowanych przez pojazdy; świadome projektowanie przestrzeni miejskiej; planowanie roślinności; zmniejszenie powierzchni nieprzepuszczalnych/odłączanie ich od kanalizacji deszczowej;
- **Obsługa i utrzymanie systemów kanalizacji ulic/deszczowej** - sprzątanie ulic; czyszczenie studzienek i wpustów kanalizacyjnych; przepłukiwanie systemu kanalizacji deszczowej; utrzymanie dróg i mostów; utrzymanie kanałów burzowych oraz rowów i cieków wodnych;
- **Zapobieganie wyciekom zanieczyszczeń i usuwanie ich skutków** - kontrola wycieków oleju z samochodów i cystern; kontrola nieszczelnej kanalizacji sanitarnej i szamb;
- **Kontrola składowania odpadów** - znakowanie kanalizacji deszczowej (stosowanie elementów identyfikacji zewnętrznej); odbiór niebezpiecznych odpadów z gospodarstw domowych; odbiór i recykling zużytego oleju;



- **Kontrola nielegalnych przyłączy** - zapobieganie nielegalnym przyłączeniom do kanalizacji deszczowej, ich wykrywanie i likwidacja;
- **Ponowne wykorzystanie wód opadowych** – wykorzystanie wód opadowych do celów niekonsumpcyjnych (np., spłukiwania toalet, podlewanie zieleni miejskiej).

7.1.3 Działania strukturalne

Działania strukturalne obejmują inwestycje związane z budową, rozbudową, przebudową i adaptacją infrastruktury twardej (szarej), wzmocnieniem roli infrastruktury zielonej i błękitnej, integrację infrastruktury z rozwiązaniami z zakresu biotechnologii ekologicznej i ekohydrologii. W praktyce, proponują one rozwiązania techniczne wspomagające adaptację do zmian klimatu poprzez rozproszoną infiltrację i retencję w zlewni miejskiej i doczyszczanie wód deszczowych i opierają się o następujące założenia:

- Retencję i oczyszczanie wód opadowych w silnie uszczelnionym krajobrazie wspomaga się zastosowaniem urządzeń do infiltracji i retencji wód opadowych, łączących elementy infrastruktury technicznej z biotechnologiami ekologicznymi. Skutkiem ich zastosowania jest zmniejszenie i rozłożenie w czasie spływu powierzchniowego, a w konsekwencji odciążenie tradycyjnych systemów kanalizacji i zwiększenie elastyczności ich działania;
- Rozwiązania powyższe mogą być stosowane samodzielnie lub w połączeniu z kanalizacją tradycyjną (ogólnospławną i deszczową);
- Zastosowanie rozwiązań BZI zmienia się w gradiencie intensywności zabudowy: w centrach miast stosuje się przede wszystkim urządzenia do infiltracji i małej retencji połączonej z zieleńcami miejskimi, zielenią przyuliczną i elementami architektonicznymi; poza obszarem centrum stosuje się dodatkowo retencję powierzchniową, często w połączeniu z otwartą przestrzenią publiczną i obszarami rekreacji;
- Zastosowanie praktyk BMPs wymaga zmiany sposobu myślenia o wodzie w mieście: zmiany filozofii ODWADNIANIA miasta (woda jako zagrożenie) w kierunku NAWADNIANIA miasta (woda jako element niezbędny dla zieleni miejskiej i kształtujący wysoką jakość życia);
- Zaakceptowanie obecności wody w mieście i zapewnienie jej fizycznej przestrzeni w okresach deszczowych - okresowe życie z kontrolowaną „powodzią” (np., projektowanie przestrzeni publicznych – części placów, parków, terenów rekreacji – stanowiących w okresie opadów dodatkową przestrzeń retencyjną).

Poniżej znajduje się zestawienie przykładowych strukturalnych rozwiązań standardowo stosowanych w najlepszych praktykach zagospodarowania wód deszczowych w miastach³¹, opracowane w oparciu o zmodyfikowaną klasyfikację projektu Europejskiego DAYWATER³². Zestawienie to ma charakter poglądowy i nie stanowi technicznej specyfikacji dla zastosowania proponowanych rozwiązań. O ile doświadczenie w zakresie BMPs wskazuje, które urządzenia sprawdzają się przy odwadnianiu określonych powierzchni, o tyle ich ostateczny dobór jest uzależniony od takich czynników jak

³¹ Na podstawie opracowania: „Ramowe wytyczne dla zrównoważonego zagospodarowania wód opadowych w mieście”, Łódzka spółka infrastrukturalna, 2013

³² <http://daywater.in2p3.fr/EN/>

zagospodarowanie odwadnianego i przyległego terenu, warunki gruntowe, obecność i przebieg sieci kanalizacyjnej. Podstawy i założenia planistyczne, w tym metody wymiarowania hydraulicznego i ocena warunków gruntowych są szeroko opisane w dostępnych szczegółowych opracowaniach technicznych dotyczących najlepszych praktyk. Ponadto, w praktyce doskonale sprawdzają się wszelkiego rodzaju modyfikacje, łączenie rozwiązań oraz ich integracja z architekturą miejską zależna tylko od wyobraźni i kreatywności architektów i planistów.

7.1.4 Urządzenia do wsiąkania (infiltracji) wód opadowych

Rów infiltracyjny / rigola (ang., infiltration trench)

Rów wypełniony materiałem żwirowym o zróżnicowanym uziarnieniu, od góry wypełniony kamieniami, luźną kostką lub porośnięty roślinnością, co podwyższa jego wartość estetyczną. Woda opadowa przesącza się do gleby (pełny rów - *complete trench*) lub perforowanej rury (rów częściowy - *partial trench*). Jej nadmiar może być kierowany do tradycyjnego przelewu. Metodę stosuje się często przy odwodnieniu niewielkich obszarów, gdzie inne nie byłoby opłacalne lub możliwe ze względu na gęstość zabudowy.



Rów infiltracyjny na parkingu w Maryland, USA



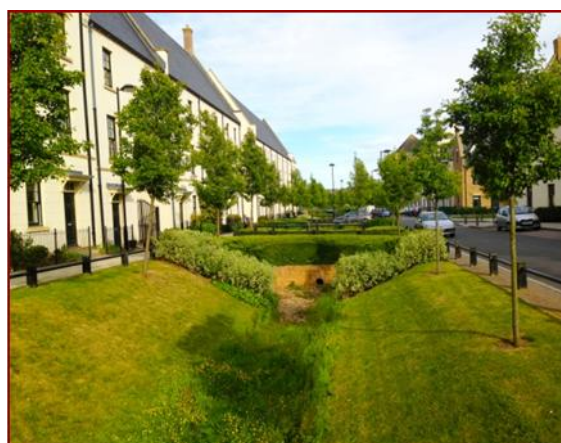
Rów infiltracyjny przy ulicy centrum miasta

Rów infiltracyjny (ang., infiltration ditch)

Jest alternatywą dla tradycyjnego betonowego rowu odwadniającego – na ogół porośnięty trawą, wąski kanał ze stromymi bokami, w którym gromadzona woda opadowa jest częściowo odprowadzana dalej, częściowo infiltrowana.



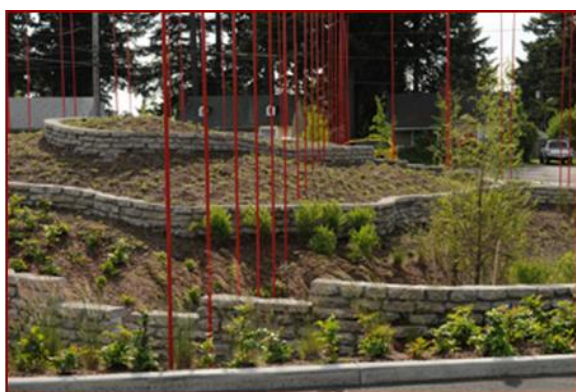
Rów infiltracyjny wzdłuż torów tramwajowych w centrum miasta, Freiburg, Niemcy



Rów infiltracyjny na osiedlu mieszkaniowym w Northampton, UK

Zlewnia infiltracyjna (ang. infiltration basin)

Działa podobnie do rowów infiltracyjnych, lecz stosowana jest w większych zlewniach i na większych powierzchniach. Woda jest okresowo przetrzymywana na powierzchni zlewni. Zlewnie infiltracyjne często pełnią dwie funkcje: kontroli spływu wód opadowych w czasie deszczu i obszaru rekreacyjnego przy pogodzie suchej. W typowym projekcie technicznym przewiduje się zatrzymanie wody pochodzącej przynajmniej z „pierwszej fali”. Wg wielu raportów, skuteczność takich zlewni w usuwaniu zanieczyszczeń sięga od 70% do 90%. W zlewniach o znacznym udziale zawieszin woda powinna podlegać wstępnej sedymentacji, aby uniknąć zmniejszenia infiltracji w wyniku kolmatacji.



Zlewnia infiltracyjna na zboczu stoku w Portland, USA

Studnia chłonna / infiltracyjna (ang. soakaway)

Studnia wypełniona kamieniami lub gruzem, przykryta ziemią, do której spływa woda opadowa z dachów i obszarów pokrytych płytami chodnikowymi. Studnia może zajmować powierzchnię dziesiątek metrów kwadratowych, jednakże najczęściej ich powierzchnia jest niewielka ($<4 \text{ m}^2$) a głębokość nie przekracza 2 m. Dno studni może być wyłożone geowłókniną w celu oddzielenia

przyległej ziemi od materiału wypełniającego i zapobiegania stratom pojemności na skutek osuwania się gleby i osadzanie w studni. Infiltracja następuje przez dno i boki studni, lub tylko przez dno gdy boki studni są uszczelnione.



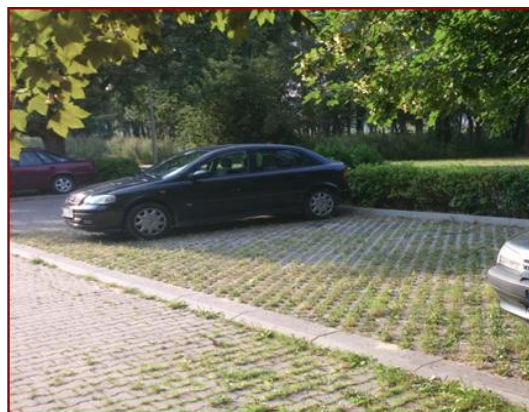
Studnia chłonna

Przepuszczalne chodniki i asfalt (ang., porous paving / asphalt)

Wykonane z materiałów na bazie asfaltu lub betonu umożliwiających szybką infiltrację wody opadowej. Alternatywą są betonowe kratownice umożliwiające wzrost trawy w przestrzeniach między betonem. Urządzenia te powinny być zawsze zlokalizowane na znajdującym się poniżej drenażu, zbudowanym ze żwiru, kamieni lub skrzynek infiltracyjnych. Skuteczność usuwania zanieczyszczeń waha się od 10 do 95%, w zależności od ich typu i charakteru miejsca.



Różnica we wsiąkaniu wody: asfalt tradycyjny (po lewej), asfalt przepuszczalny (po prawej).



Kratownica betonowa na parkingu, Łódź

7.1.5 Urządzenia do retencji wód opadowych



Oczyszczalnie hydrobotaniczne (hydrofitowe; ang. wetlands, constructed wetlands)

Porośnięte roślinnością systemy o wydłużonym czasie retencji wody, w różnym stopniu lecz zawsze nasycone wodą. Większość miejskich oczyszczalni hydrofitowych dla ścieków opadowych to systemy poziomego przepływu powierzchniowego (*ang. surface flow systems*). Mają one największą pojemność retencyjną, stąd najskuteczniej zapobiegają podtopieniom w warunkach gwałtownych spływów powierzchniowych z terenów uszczelnionych. Rośliny naczyniowe (wynurzone i zanurzone) skutecznie usuwają zanieczyszczenia.



Oczyszczalnia hydrofitowa przechwytyjąca ścieki deszczowe w Southport CBD w Australii



Kompozycja różnych BMPs, na ograniczonej powierzchni. Harbour, Malmö, Sweden.

Suche zbiorniki (ang. Detention Ponds/Basins, Dry Ponds)

Zbiorniki ograniczone nasypem/skarpą lub półnaturalne obniżone tereny. Przez większość czasu pozostają suche, a wypełniają się wodą opadową tylko w okresie gwałtownych opadów lub tuż po ich wystąpieniu. Ich główną funkcją jest łagodzenie fal powodziowych. Ilość retencionowanej wody jest kontrolowana przy pomocy konstrukcji hydraulicznych, które mają na celu ograniczanie i opóźnianie odpływu wody. Ich wielkość i pojemność są różne – od dużych zbiorników zbierających wodę z autostrad, po urokliwe tereny, które poza pojemnością retencyjną oferują atrakcyjne otwarte przestrzenie publiczne służące celom rekreacyjnym w okresach bezdeszczowych.



Suchy zbiornik (detention basin) stanowiący część parku przy Boneyard Creek, Champaign, Illinois, USA, w czasie suchej i mokrej pogody

Suche zbiorniki dwupoziomowe/ Suche zbiorniki o zróżnicowanym czasie retencji (eng., extended detention basin -EDB)

Dwupoziomowy projekt techniczny składający się z rozleglejszego, suchego, górnego poziomu i niższego, mniejszego poziomu, w którym przez cały czas znajduje się woda i/lub płytkie bagno (0,2-0,5 m). Wydajność usuwania stałych zawiesin i metali ciężkich jest wysoka - porównywalna ze zbiornikami retencyjnymi i oczyszczalniami hydrobotanicznymi. Są skuteczne w oczyszczaniu „pierwszej fali”. Ich skuteczność wzrasta wraz z czasem zatrzymania wody na niższym poziomie zbiornika. Np. w USA, zaleca się czas opróżniania 40 godzin przy spływie jednorocznym. Inne zalecenia to 24-36 godzin dla części mokrej i 10-12 dla suchej.



Staw Wasiaka, Łódź



Staw Wasiaka, Łódź

Zbiorniki retencyjne (ang., retention ponds/ basins, wet ponds)

Zbiornik stale zalany wodą, często dodatkowo zasilany rzeką lub strumieniem. Bardzo wydajnie zwiększa sedimentację i biologiczne usuwanie rozpuszczalnych zanieczyszczeń. Skuteczność procesów można podnieść nasadzeniami wzdłuż linii brzegowej. Obok korzyści w postaci mechanizmów przeciwpowodziowych oraz kontroli jakości wody, łączy funkcje estetyczne, użytkowe oraz ekologiczne. **Laguny (ang. lagoons)** małe, stałe akweny wodne konstruowane zwykle jako wykop w ziemi pełnią podobną funkcję.



Zbiornik retencyjny na rzece Sokołowce w Łodzi w roku jego konstrukcji (2006) i 6 lat później - już z ukształtowaną roślinnością

7.1.6 Pasy roślinności buforowej

Pasy roślinności buforowej (ang. filter/buffer strips)

Trawiaste rowy o bardzo niewielkim nachyleniu, prawie płaskie, stymulujące poziomy spływ wód opadowych. Pasy te mogą skutecznie usuwać zawiesiny stałe i związane z nimi zanieczyszczenia, wykorzystując boczny spływ z przyległych powierzchni (np., z ulic i dróg) pod warunkiem, że jest powolny. Są one często wykorzystywane jako obszary podczyszczające, których rolą jest ochrona kolejnych BMPs.



Seattle Public Utilities



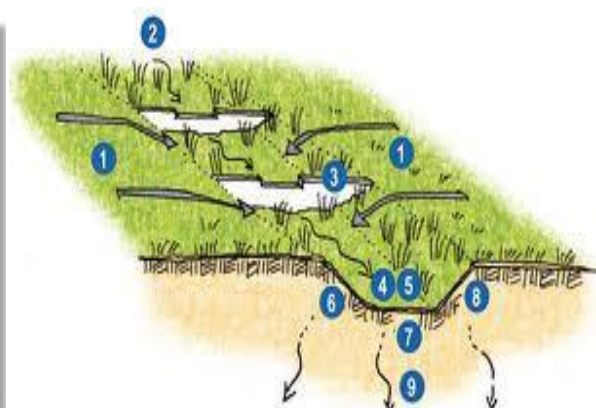
Źródło SCWA

Niecki / rowy z roślinnością buforową (ang. swales)

Porośnięte roślinnością obniżenia terenu. W rowach w których prędkość przepływu jest mniejsza niż 0.15 m/s i wskaźnik przenikania wody do gleby jest wysoki, skuteczność usuwania zanieczyszczeń przekracza 80% dla zawiesin ogólnych. W idealnych warunkach rowy powinny cechować małe nachylenie oraz dobrze osuszające się gleby. Są one często stosowane jako działanie podczyszczające na rzecz kolejnych BMP. Można w nich wprowadzić progi piętrzące, aby zwiększyć powierzchnię retencji, sedymentację i infiltrację, oraz zmniejszyć stopień nachylenia i tempo odpływu wody.



Niecka odbierająca wodę z dachów w Portland



Zielone/brązowe dachy i ściany (ang. green/brown roofs, walls)

Dachy, ściany lub ich części obsadzone roślinami na odpowiednio przygotowanych podłożach. Zielone/brązowe dachy dzieli się na: intensywne (znaczna głębokość podłoża niezbędna do uprawy bardziej rozbudowanej roślinności, np., drzewa/krzewy), które wymagają intensywniejszych zabiegów pielęgnacyjnych (często podlewania) i ekstensywne (mniejsza głębokość podłoża, rośliny średnie i małe, np. trawy, krzewiny, rozchodnik). Dachy zielone mogą zatrzymać od 25 do 80% wody opadowej i zmniejszyć tempo jej odpływu. Inne korzyści min. to: izolacja termiczna budynków, zwiększenie terenu biologicznie czynnego, zwiększenie bioróżnorodności, możliwość wykorzystania dachu jako dodatkowej przestrzeni. Ściany świetnie regulują temperaturę, poprawiają termoizolację i estetykę budynków.



Dach zielony, Pekin, Chiny



Zielona ściana

7.1.7 Infiltracja wody w połączeniu z zielenią przyuliczną

Obniżenie krawężnika (ang. kerb-cuts/water turnouts)

Nacięcia lub obniżenia w płycie krawężnika, umożliwiające spływ wody opadowej do przyległych BMPs (rowy i zlewnie infiltracyjne, niecki, pasy roślinności buforowej i in.). Są podstawową formą odprowadzenia wody z ulic i chodników. Warunkiem ich zastosowania jest **usytuowanie ciągów komunikacyjnych powyżej terenów zielonych (trawników, BMPs) odbierających wodę.**



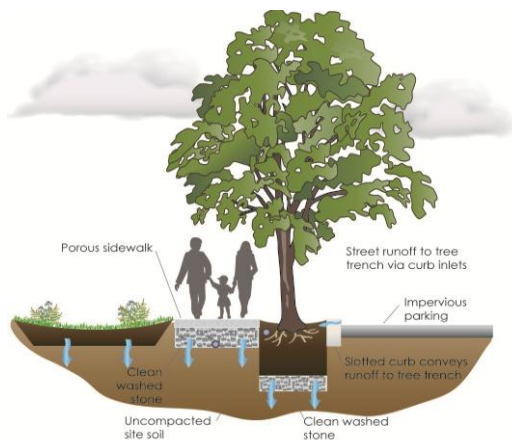
Portland, Oregon.



Portland

Zadrzewione rowy infiltracyjne / zadrzewione rigole (ang. Tree trench system)

Pas zadrzewień połączonych spójnym podziemnym systemem infiltracyjnym, umożliwiającym przepływ wody pomiędzy roślinami. Rigola wypełniona kamieniami i żwirem lub specjalnie przygotowanymi strukturami podtrzymującymi konstrukcje nawierzchni, przykryte są warstwą gleby. Woda przedostająca się przez wpusty w krawężnikach jest retencjonowana w warstwach drenażu zasilając drzewa przez podsiąkanie. W razie nawałnych opadów nadmiar wody może być, tak jak i w przypadku wszystkich strukturalnych BMPs, przechwytywany przez tradycyjne systemy kanalizacji.



Tree trench system

Tree trench system połączony z innymi rozwiązaniami

7.1.8 Wykorzystanie potencjału adaptacyjnego zielonej i błękitnej infrastruktury

Adaptacja do zmian klimatu obejmuje również rozwiązania całościowe, w oparciu o wykorzystanie potencjału naturalnego miejskich systemów przyrodniczych oraz planowanie przestrzenne. W procesie adaptacji powinno się stosować następujące założenia:

- Rola błękitnej i zielonej infrastruktury w kształtowaniu przestrzeni miejskiej jest tak samo istotna jak rola infrastruktury szarej (ciągi komunikacyjne, parkingi, budynki);
- Dla kształtowania błękitnej i zielonej infrastruktury znaczenie mają wszystkie elementy systemu przyrodniczego miasta, takie jak: rzeki, doliny rzeczne, zbiorniki wodne, naturalne i sztuczne obszary podmokłe, parki, skwery, sady, ogrody, ogródki działkowe, cmentarze, pasy zieleni przyulicznej, użytki ekologiczne i in.;
- Zapewnienie łączności powyższych elementów jest fundamentalne dla zapewnienia usług ekosystemowych, w tym oczyszczania i retencji wód opadowych;
- Najbardziej pożądane w mieście są duże powierzchnie zieleni, o możliwie zwartym kształcie, wobec braku możliwości tworzenia powierzchni dużych należy zadbać o to by terenów zielonych było wiele, jak najbliżej siebie i jak najlepiej ze sobą połączonych



- Ograniczenie udziału powierzchni uszczelnionych w przestrzeni miejskiej jest jednym z podstawowych działań dla zwiększenia lokalnej infiltracji, retencji krajobrazowej, ograniczenia spływu powierzchniowego i zwiększenia lokalnego parowania;
- Koncentracja funkcji metropolitalnej, zagęszczenia ludności i zabudowy (miasta kompaktowe) wymaga równoczesnego zwiększenia ilości i jakości błękitnej i zielonej infrastruktury, dla podtrzymania oczekiwanej jakości życia.
- Uznanie zieleni za istotny elementem zachowania cyklu wody w mieście:
 - kształtuje mikroklimat, doczyszczcza wodę, powietrze i gleby, wspiera gospodarkę energooszczędną, tworzy systemy o znacznej zdolności samoregulacji;
 - ogranicza ryzyko podtopień i niweluje skutki susz i upałów;
 - rozwija się tylko tam gdzie ma zapewniony dostęp do wody, miasta są obszarami deficytów wody, zatem głównym odbiornikiem wód opadowych powinna być zieleń miejska.



8 Spis rysunków

Rysunek 1. Temperatura powierzchni przy temperaturze powietrza 0°C.....	26
Rysunek 2. Temperatura powierzchni przy temperaturze powietrza 10°C.....	27
Rysunek 3. Temperatura powierzchni przy temperaturze powietrza 20°C.....	28
Rysunek 4. Temperatura powierzchni przy temperaturze powietrza 30°C.....	29
Rysunek 5. Temperatura powierzchni przy uśrednionej temperaturze dziennej powietrza od -5°C do 5°C (zebrane dane od czerwca 2015 do czerwca 2016).....	31
Rysunek 6. Temperatura powierzchni przy uśrednionej temperaturze dziennej powietrza od 5°C do 15°C (zebrane dane od czerwca 2015 do czerwca 2016).....	32
Rysunek 7. Temperatura powierzchni przy uśrednionej temperaturze dziennej powietrza od 15°C do 25°C (zebrane dane od czerwca 2015 do czerwca 2016).....	33
Rysunek 8. Temperatura powierzchni przy uśrednionej temperaturze dziennej powietrza od 25°C do 35°C (zebrane dane od czerwca 2015 do czerwca 2016).....	34
Rysunek 9. Lokalizacja stanowisk o najwyższej temperaturze w czasie nocy. Wraz z ilościowym udziałem poszczególnych pikseli w siatce 100x100.	36
Rysunek 10. Lokalizacja najcieplejszych miejsc w Radomiu w czasie dnia wraz z ilościowym udziałem poszczególnych pikseli w siatce 100x100.....	37
Rysunek 11. Temperatura powierzchni przy temperaturze powietrza od 25°C do 35°C w podziale na dzielnice.....	39
Rysunek 12. Temperatura powierzchni przy temperaturze powietrza od 25°C do 35°C w poszczególnych osiedlach.....	40
Rysunek 13. Liczba interwencji straży pożarnej związanej z podtopieniami wraz z opadem stacji Różki i Łaziska w okresie 2004-2016.....	41
Rysunek 14. Roczna liczba interwencji straży pożarnej związanej z podtopieniami w latach 2004-2016.....	42
Rysunek 15. Liczba dni z klasą opadu oraz interwencji według klasy opadu w stacji Łaziska w latach 2004-2016.....	42
Rysunek 16. Liczba dni z klasą opadu oraz interwencji według klasy opadu w stacji Różki w latach 2004-2016.....	42
Rysunek 17. Interwencje straży pożarnej w zależności od wielkości opadu.....	43
Rysunek 18. Liczba interwencji straży pożarnej w poszczególnych osiedlach.....	43
Rysunek 19. Mapa podtopień od strony rzek w roku 2016 oraz prognozowanych w roku 2050 (opad o prawdopodobieństwie 1%, 24h).	46
Rysunek 20. Klasy ekspozycji przestrzeni miejskiej Radomia na podtopienia spowodowane przez rzeki w roku 2016 oraz prognozowane w roku 2050 (opad o prawdopodobieństwie 1%, 24h).	47
Rysunek 21. Zbiorcza mapa podtopień w roku 2016 i prognozowanych w roku 2050 spowodowanych przez kanalizację (prawdopodobieństwo opadu 20%, 24h).....	50
Rysunek 22. Zbiorcza mapa podtopień spowodowanych przez studzienki w roku 2016 i 2050 (prawdopodobieństwo opadu 10%, 24h).....	51
Rysunek 23. Mapa rozmieszczenia terenów zielonych.....	54
Rysunek 24. Udział procentowy terenów zieleni w poszczególnych osiedlach.....	55
Rysunek 25. Mapa rozmieszczenia klas potencjału adaptacyjnego w kwadratach 100x100.....	56



Rysunek 26. Mapa rozmieszczenia klas potencjału adaptacyjnego w jednostkach administracyjnych (osiedlach).	57
Rysunek 27. Mapa ekspozycji z uwzględnieniem potencjału adaptacyjnego w siatce 100x100.	58
Rysunek 28. Mapa ekspozycji z uwzględnieniem potencjału adaptacyjnego w osiedlach.	59
Rysunek 29. Ekspozycja na wysoką temperaturę z uwzględnieniem potencjału adaptacyjnego w siatce 100x100m.	60
Rysunek 30. Mapa ekspozycji z uwzględnieniem potencjału adaptacyjnego w osiedlach.	61
Rysunek 31. Rozmieszczenie infrastruktury sektora zdrowie publiczne w Radomiu.	70
Rysunek 32. Rozkład rozmieszczenia obiektów w Sektorze Zdrowie Publiczne w podziale na osiedla	71
Rysunek 33. Liczba mieszkańców Radomia w kwadracie 100 x 100 m.	72
Rysunek 34. Liczba mieszkańców w osiedlach.	73
Rysunek 35 Rozkład liczby mieszkańców Radomia w podziale na osiedla.	74
Rysunek 36 Rozkład liczby mieszkańców >65 roku życia w poszczególnych osiedlach	75
Rysunek 37. Liczba osób > 65 roku życia w kwadratach 100x100.	76
Rysunek 38. Liczba osób >65 roku życia na terenie osiedla	77
Rysunek 39 Rozkład liczby mieszkańców <5 roku życia w podziale na osiedla.	78
Rysunek 40. Mapa rozmieszczenia grupy wrażliwej – osoby <5 roku życia w kwadratach 100x100....	79
Rysunek 41. Liczba osób <5 roku życia na terenie osiedla.	80
Rysunek 42 Rozkład liczby mieszkańców bezrobotnych w podziale na osiedla.	81
Rysunek 43. Liczba osób bezrobotnych w kwadratach 100x100.	82
Rysunek 44. Liczba osób bezrobotnych na terenie osiedla.	83
Rysunek 45. Przestrzenne rozmieszczenie obszarów wrażliwości w kwadratach 100x100.	85
Rysunek 46. Wrażliwość mieszkańców poszczególnych osiedli na wysoką temperaturę	86
Rysunek 47. Klasy wrażliwości – liczba osób >65 roku życia w kwadratach 100 x 100 m.	88
Rysunek 48. Klasy wrażliwości – liczba osób >65 roku życia na terenie osiedla	89
Rysunek 49. Klasy wrażliwości – liczba osób <5 roku życia, w kwadratach 100 x 100 m.	91
Rysunek 50. Klasy wrażliwości – liczba osób <5 roku życia na terenie osiedla	92
Rysunek 51. Klasy wrażliwości – liczba osób bezrobotnych w kwadratach 100 x 100 m.	94
Rysunek 52. Klasy wrażliwości – liczba osób bezrobotnych na terenie osiedla	95
Rysunek 53. Podatność mieszkańców na temperaturę	97
Rysunek 54. Podatność mieszkańców w osiedlach na temperaturę	98
Rysunek 55. Podatność osób <5 roku życia na temperaturę	100
Rysunek 56. Podatność osób <5 roku życia w osiedlach na temperaturę	101
Rysunek 57. Podatność osób >65 roku życia na temperaturę	103
Rysunek 58. Podatność osób >65 roku życia w osiedlach na temperaturę	104
Rysunek 59. Podatność osób bezrobotnych na wysoką temperaturę	106
Rysunek 60. Podatność osób bezrobotnych w poszczególnych osiedlach na wysoką temperaturę ..	107
Rysunek 61. Rozmieszczenie mieszkańców Radomia na tle mapy podtopień	109
Rysunek 62. Rozmieszczenie mieszkańców Radomia > 65 roku życia na tle mapy podtopień	110
Rysunek 63. Rozmieszczenie mieszkańców Radomia < 5 roku życia na tle mapy podtopień	111
Rysunek 64. Rozmieszczenie osób bezrobotnych na tle mapy podtopień	112
Rysunek 65. Podatność infrastruktury sektora zdrowie publiczne na wysoką temperaturę	113



Rysunek 66. Rozmieszczenie ośrodków sektora zdrowie publiczne i podtopienia studzienek przy opadzie o prawdopodobieństwie $p=10\%$ w 2016 i 2050 roku.	114
Rysunek 67. Rozmieszczenie ośrodków sektora zdrowie publiczne i podtopienia studzienek przy opadzie o prawdopodobieństwie $p=20\%$ w 2016 i 2050 roku.	115
Rysunek 68. Podatność infrastruktury sektora zdrowie publiczne na podtopienia.....	116
Rysunek 69. Rozmieszczenie elementów sektora transportu w Radomiu.....	124
Rysunek 70. Wrażliwość infrastruktury sektora transportu na wysokie temperatury	127
Rysunek 71. Zalane przejście dla pieszych wraz z przystankiem autobusowym na ulicy Maratońskiej (w okolicy mostu).	129
Rysunek 72. Zalana kładka dla pieszych na rogu ulic Trzcińskiej i Konopnej.	129
Rysunek 73. Zalany tunel w Al. Grzeczńskiego.	130
Rysunek 74. Podtopiona ulica w Radomiu.	130
Rysunek 75. Klasy wrażliwości infrastruktury sektora transportu na podtopienia.....	132
Rysunek 76. Rozkład elementów podsystemu transportu drogowego w podziale na osiedla.....	133
Rysunek 77. Podatność infrastruktury podsystemu drogowego na temperaturę – udział procentowy klas podatności.....	135
Rysunek 78. Rozkład elementów podsystemu kolejowego podatnego na temperaturę w podziale na osiedla	136
Rysunek 79. Podatność infrastruktury podsystemu kolejowego na temperaturę – udział procentowy klas podatności.....	136
Rysunek 80. Podatność infrastruktury sektora transportu na temperaturę.....	137
Rysunek 81. Rozkład elementów podsystemu drogowego podatnego na opad w podziale na osiedla	139
Rysunek 82. Podatność infrastruktury podsystemu drogowego na opad – udział procentowy klas podatności.....	140
Rysunek 83. Rozkład elementów podsystemu kolejowego podatnego na opad w podziale na osiedla	141
Rysunek 84. Podatność infrastruktury podsystemu kolejowego na opad – udział procentowy klas podatności.....	141
Rysunek 85. Podatność infrastruktury sektora transportu na podtopienia.....	142
Rysunek 86. Model struktury funkcjonalno - przestrzennej miasta zaproponowany w suikzp.....	144
Rysunek 87. Mapa wszystkich elementów sektora gospodarka przestrzenna	147
Rysunek 88. Klasy wrażliwości infrastruktury sektora gospodarka przestrzenna na wysokie temperatury	148
Rysunek 89. Klasy wrażliwości infrastruktury sektora gospodarka przestrzenna na podtopienia	151
Rysunek 90. Klasy wrażliwości infrastruktury sektora gospodarka przestrzenna wraz z obszarami podtopień w roku 2016 i 2050 (dla $Q=1\%$ i $t=24h$)	154
Rysunek 91. Klasy wrażliwości infrastruktury sektora gospodarka przestrzenna i studzienki kanalizacyjne narożne na podtopienia w 2016 i w 2050 roku przy opadzie $p=10\%$	155
Rysunek 92. Klasy wrażliwości infrastruktury sektora gospodarka przestrzenna i studzienki kanalizacyjne narożne na podtopienia w 2016 i w 2050 roku przy opadzie $p=20\%$	156
Rysunek 93. Podatność infrastruktury sektora gospodarka przestrzenna na wysokie temperatury .	158
Rysunek 94. Podatność infrastruktury sektora gospodarka przestrzenna na podtopienia	160



Rysunek 95. Położenie elementów infrastruktury z sektora gospodarka wodna	167
Rysunek 96. Wrażliwość infrastruktury sektora gospodarka wodna na temperaturę.....	168
Rysunek 97. Wrażliwość infrastruktury sektora gospodarki wodnej na podtopienia.....	170
Rysunek 98. Wrażliwość infrastruktury sektora gospodarka wodna na temperaturę – udział procentowy klas wrażliwości.....	173
Rysunek 99. Klasy podatności sektora gospodarka wodna na temperaturę	174
Rysunek 100. Wrażliwość infrastruktury sektora gospodarka wodna na temperaturę – udział procentowy klas wrażliwości.....	176
Rysunek 101. Wrażliwość infrastruktury sektora gospodarki wodnej na podtopienia.....	177
Rysunek 102. Wrażliwość infrastruktury sektora gospodarki wodnej na podtopienia – podtopienia studzienek p-10%	178
Rysunek 103. Wrażliwość infrastruktury sektora gospodarki wodnej na podtopienia – podtopienia studzienek p-20%	179



9 Spis tabel

Tabela 1. Publikacje i dokumenty strategiczne wykorzystane w opracowaniu	6
Tabela 2. Zestawienie zidentyfikowanych problemów wynikających ze zmian klimatu.....	14
Tabela 3. Zestawienie wskaźników termicznych i ich przewidywanych zmian w perspektywie 2050 .	18
Tabela 4 Zestawienie wskaźników opadowych i ich przewidywanych zmian w perspektywie 2050 ...	21
Tabela 5 Zestawienie innych wskaźników klimatycznych i ich przewidywanych zmian w perspektywie 2050.....	23
Tabela 6. Klasy ekspozycji na wysokie temperatury w podziale na osiedla Radomia.....	38
Tabela 7. Zestawienie obszarów Radomia narażonych na podtopienia oraz klas ekspozycji w podziale na osiedla, obliczone dla opadu 1% o czasie trwania 24 godziny według danych dla roku 2016 i prognozowanych dla roku 2050r.....	44
Tabela 8. Zestawienie podtopień spowodowanych przez studzienki w roku 2016 i 2050 (prawdopodobieństwo opadu 10% i 20%, 24h).	48
Tabela 9. Klasy potencjału adaptacyjnego w podziale na osiedla Radomia.....	55
Tabela 10. Źródła i rodzaje pozyskanych dotyczących Sektora Zdrowie Publiczne w zakresie liczby i rozmieszczenia ludności, z uwzględnieniem grup szczególnie wrażliwych (<65 roku życia, < 5 roku życia, bezrobotni, bezdomni), rozmieszczenia infrastruktury zdrowia oraz rozmieszczenia ośrodków szkolnych i przedszkolnych.....	62
Tabela 11 Liczba obiektów infrastruktury w sektorze zdrowie publiczne.....	66
Tabela 12 Liczba obiektów infrastruktury w sektorze zdrowie publiczne w podzielne na osiedla.....	66
Tabela 13. Wrażliwość poszczególnych osiedli na wysoką temperaturą – całkowita liczba mieszkańców	87
Tabela 14 Wrażliwość poszczególnych osiedli na wysoką temperaturą – mieszkańcy powyżej 65 roku życia	90
Tabela 15 Podział osiedli na klasy wrażliwości dzieci poniżej 5 roku życia na wysokie temperatury ...	93
Tabela 16 Podział osiedli na klasy wrażliwości bezrobotnych na wysokie temperatury	96
Tabela 17 Podatność mieszkańców Radomia na wysokie temperatury	99
Tabela 18 Podatność osób <5 roku życia na wysokie temperatury na terenie Radomia.....	102
Tabela 19 Podatność osób >65 roku życia na wysokie temperatury na terenie Radomia.....	105
Tabela 20 Podatność bezrobotnych mieszkańców Radomia na wysokie temperatury w poszczególnych osiedlach.....	108
Tabela 21. Źródła danych dotyczących sektora Transportu	117
Tabela 22. Liczba, powierzchnia i kilometrów infrastruktury związanej z sektorem transportu.	122
Tabela 23. Wrażliwość infrastruktury sektora transportu drogowego na temperaturę.....	125
Tabela 24. Wrażliwość infrastruktury sektora transportu kolejowego na temperaturę	126
Tabela 25. Wrażliwość infrastruktury podsystemu lotniczego na wysokie temperatury	126
Tabela 26. Wrażliwość infrastruktury sektora transportu drogowego na podtopienia.....	128
Tabela 27. Wrażliwość infrastruktury podsystemu kolejowego na podtopienia.....	131
Tabela 28. Wrażliwość infrastruktury sektora transportu lotniczego na podtopienia	131
Tabela 29. Podatność infrastruktury podsystemu drogowego na wysokie temperatury	134
Tabela 30. Podatność infrastruktury podsystemu transportu kolejowego na temperaturę	136
Tabela 31. Podatność infrastruktury podsystemu transportu lotniczego na temperaturę	138



Tabela 32. Podatność infrastruktury podsystemu drogowego na podtopienia.....	139
Tabela 33. Podatność infrastruktury podsystemu transportu kolejowego na opad.....	141
Tabela 34. Klasyfikacja terenu w sektorze gospodarka przestrzenna.....	145
Tabela 35. Klasy wrażliwości infrastruktury sektora gospodarka przestrzenna na wysokie temperatury	149
Tabela 36. Klasy wrażliwości infrastruktury sektora gospodarka przestrzenna na podtopienia	152
Tabela 37. Klasy podatności elementów sektora gospodarka przestrzenna na podtopienia	159
Tabela 38. Łączna powierzchnia terenów o różnych klasach podatności sektora gospodarka przestrzenna na podtopienia	161
Tabela 39. Parametry elementów z sektora gospodarka wodna	162
Tabela 40. Długość kanalizacji deszczowej w podziale na typ i materiał	162
Tabela 41. Wrażliwość infrastruktury sektora gospodarka wodna na temperaturę	169
Tabela 42. Wrażliwość infrastruktury sektora gospodarka wodna na podtopienia	171
Tabela 43. Podatność infrastruktury sektora gospodarka wodna na temperaturę	172
Tabela 44. Podatność infrastruktury sektora gospodarka wodna na podtopienia	175