

Wojciech Radziun

Streszczenie rozprawy doktorskiej pt.

## **Opady atmosferyczne na obszarze Łodzi i województwa łódzkiego w okresie 1961-2016**

Opady atmosferyczne były już przedmiotem analizy wielu naukowców. Głównym celem tego opracowania jest charakterystyka opadów atmosferycznych na tle cyrkulacji atmosferycznej w województwie łódzkim oraz analiza incydentów opadowych w skali lokalnej w oparciu o sieć punktów pomiarowych na obszarze aglomeracji łódzkiej. Poprzednie analizy opadów na tym obszarze będą poszerzone i zaktualizowane o dane opadowe z początku XXI wieku.

Średni rozkład opadów atmosferycznych w okresie 1961-2015 wskazuje na ich pewne zróżnicowanie na obszarze województwa łódzkiego. Suma roczna opadów atmosferycznych w wieloleciu wynosi od 550 mm na północy do 650 mm na południu badanego obszaru. Najwyższe opady występują w lipcu, a najniższe w styczniu. Opady atmosferyczne są znacznie zróżnicowane w poszczególnych porach roku. Najwyższe sumy występują latem i są dwukrotnie wyższe od sum w zimie, co świadczy o kontynentalnym reżimie opadowym. Sumy opadów wiosną charakteryzują się najniższym zróżnicowaniem przestrzennym w województwie łódzkim. Biorąc pod uwagę wydajność opadu (średnia suma na dzień z opadem ze wszystkich punktów), to osiągnęła ona najwyższe wartości w lecie. Zima cechuje się dwukrotnie niższymi wartościami niż latem.

Duża częstość zachodniej adwekcji wilgotnych mas powietrza znad Atlantyku w zimie jest przyczyną najwyższego udziału dni z opadem w województwie łódzkim o tej porze roku.

Najwyższe wartości 95-percentyla wystąpiły latem ze względu na częste występowanie opadów konwekcyjnych.

Odchylenie procentowe od średniej wieloletniej sumy rocznej opadów atmosferycznych w województwie łódzkim przeciętnie wahało się w granicach od -50% do 50% r. Zima charakteryzowała się pewnymi, 2-3 letnimi nadwyżkami i niedoborami opadów atmosferycznych występującymi naprzemiennie. Odchylenia procentowe od średniej wieloletniej zimą przeciętnie są dwukrotnie wyższe od odchyień średniej wieloletniej sumy rocznej. Wiosną najdłuższy okres z niedoborem opadów atmosferycznych wystąpił od początku lat 60-tych do początku lat 90-tych. Dłuższy okres w lecie z deficytem opadów

odnotowano od początku lat 80-tych do początku lat 90-tych. Letnie opady powyżej normy występowały od końca lat 60-tych do początku lat 80-tych. Jesienią zaobserwowano naprzemienne dekadowe nadwyżki i niedobory opadów atmosferycznych.

Odchylenie standardowe opadów atmosferycznych w województwie łódzkim ma tendencje do wzrostu z północy na południe z najwyższymi wartościami latem. Najwyższe wartości odchylenia latem mogą być efektem dużej frekwencji opadów typu konwekcyjnego o tej porze roku. Zimą z kolei odchylenie standardowe było najniższe, czego przyczyną mogą być częste opady, ale niezbyt obfite.

Zimą odnotowano najmniejsze zróżnicowanie sum dobowych opadów atmosferycznych w województwie łódzkim, w wieloleciu 1961-2015. Zapewne wpływa na to duża częstość opadów o małej intensywności z chmur warstwowych o tej porze roku. Latem zróżnicowanie było największe, czego wynikiem może być duża frekwencja opadów z chmur Cumulonimbus, które charakteryzują się dużą intensywnością, lecz niedużym zasięgiem przestrzennym.

Zimą i wiosną na przeważającej części województwa łódzkiego odnotowano przyrost rocznych sum opadów na rok, latem i jesienią z kolei tendencja była odwrotna.

We wszystkich sezonach, najwyższe średnie sumy dobowe opadów wystąpiły podczas typów cyklonalnych. Zima charakteryzowała się najwyższymi opadami dobowymi podczas typu cyrkulacji atmosferycznej cyklonalnej zachodniej (Wc). Latem średnie sumy dobowe opadów były dwukrotnie wyższe, niż zimą i charakteryzowały się najwyższymi wartościami podczas cyrkulacji atmosferycznej typu SEc i SWc. We wszystkich sezonach, podczas typów antycyklonalnych wystąpiły najniższe średnie sumy dobowe opadów z minimum podczas typu Na, czego powodem jest mała wilgotność mas powietrza arktycznego napływającego z północy. W województwie łódzkim najczęściej opady występują podczas adwekcji północno-zachodniej, zachodniej i południowo-zachodniej, co pokazuje duży wpływ Atlantyku w generowaniu opadów atmosferycznych w województwie łódzkim. Najmniejszą częstością charakteryzują się opady podczas adwekcji z kierunków: NE, E i SE w zależności od sezonu, przyczyną są suche masy powietrza kontynentalnego przenoszone z powyższych kierunków. Opady rzędu 1,1-5,0 mm (opad słaby) przeważają w rozkładzie częstości sum opadów w ciągu roku, szczególnie wyraźnie widoczne jest to zimą i jesienią. Latem obserwuje się wzrost, w stosunku do pozostałych pór roku, częstości opadów umiarkowanych (5,1-10,0 mm) i silnych (>10,0 mm), czego powodem jest wzrost frekwencji opadów konwekcyjnych o charakterze intensywnym.

Prawdopodobieństwo wystąpienia opadu w województwie łódzkim jest najwyższe podczas cyrkulacji cyklonalnej we wszystkich porach roku, na co wpływ mają fronty atmosferyczne i związane z nimi opady. W zimie, podczas typów: Wc, NWc, Nc i NEc wystąpiły najwyższe wartości prawdopodobieństwa wystąpienia opadu w województwie łódzkim. Wiosną prawdopodobieństwo pojawienia się opadu było najwyższe podczas typów Wc i NWc. Latem największym prawdopodobieństwem wystąpienia opadu cechował się typ SWc. Jesienią prawdopodobieństwo wystąpienia opadu atmosferycznego było najwyższe podczas typu Ec, dodatkowo ten typ cechował się najwyższymi sumami dobowymi. Najniższym prawdopodobieństwem wystąpienia opadów w województwie łódzkim cechowały się typy antycyklonalne z minimum podczas typów SEa (wiosna, lato i jesień) i Sa (zima). Napływ suchych mas powietrza znad Azji Mniejszej nie sprzyja powstaniu opadu. W zimie uwidacznia się najwyższe prawdopodobieństwo wystąpienia opadów bardzo słabych (0,1-1,0 mm), z maksymalnymi wartościami podczas adwekcji z kierunku zachodniego. We wszystkich sezonach najniższym prawdopodobieństwem cechują się opady umiarkowane (5,1-10,0 mm) i silne (>10,0 mm), których najwyższe wartości występują w okresie letnim.

Największą współzależność występowania makrotypów cyrkulacji (NAO, EA, EA/WR, SCA, POL) z opadami atmosferycznymi w województwie łódzkim odnotowano jesienią i zimą. Najsilniejszym wpływem na średnie sumy opadów atmosferycznych w województwie łódzkim cechuje się makrotyp SCA i POL, najslabszym EA/WR. Przeważały korelacje słabe.

Na podstawie wybranych incydentów opadowych w aglomeracji łódzkiej stwierdzono, że geneza opadu jest decydującym czynnikiem, który wpływa na przebieg intensywności opadu. Pokazano, że przebieg wzrostu warstwy opadu z chmur warstwowych był jednostajny. W przypadku chmur Cumulonimbus, przebieg warstwy opadu był bardziej dynamiczny i najwyższe wzrosty warstwy opadu wystąpiły od 30 do 75% czasu jego trwania.

W trakcie wybranych incydentów opadowych na obszarze Łodzi podczas wytypowanych kierunków adwekcji (NW, W i SW) w czasie 60 minut obserwuje się wyraźne zróżnicowanie rozkładu czasowo-przestrzennego średniego udziału procentowego opadu. Maksymalny średni udział procentowy opadu występuje po zawietrznej stronie miasta podczas analizowanych kierunków adwekcji. Podczas napływu mas powietrza z zachodu najwyższą intensywnością opadu jest zagrożona wschodnia część Łodzi (35-40 minuta trwania opadu), w przypadku adwekcji mas powietrza z południowego-zachodu jest to wschodni i północno-wschodni obszar miasta (40-45 i 45-50 min czasu trwania opadu), a

podczas adwekcji północno-zachodniej południowa część Łodzi (15-20 min czasu trwania opadu).

W chłodnym półroczu podczas napływu mas powietrza z najbardziej deszczonośnych kierunków (NW, W i SW) najwyższymi wartościami 95-tego percentyla sumy opadu dobowego cechowała się zachodnia i północno-zachodnia część Łodzi z kierunku NW. W ciepłym półroczu najwyższe wartości 95-tego percentyla sumy dobowej opadów atmosferycznych wystąpiły podczas adwekcji SW w zachodniej, wschodniej i południowej części miasta. W strefach peryferyjnych miasta zaobserwowano najwyższe wartości 95-tego percentyla sumy dobowej opadów atmosferycznych, podczas gdy w jego centrum zazwyczaj odnotowywano jego najniższe wartości.

Wzrost średniej rocznej temperatury powietrza w Polsce powoduje spadek częstości opadów długotrwałych, w konsekwencji nasila się zjawisko suszy w ostatnich latach. Jednocześnie obserwowane jest, szczególnie latem, nasilenie opadów intensywnych. Dynamizm powyższych zjawisk w ostatnich latach sugeruje, iż istotne jest uwzględnienie analiz opadów atmosferycznych w oparciu o dane z początku XXI wieku, które niniejsza praca uzupełnia.