



Analiza przestrzenna aktywności wybranych grup użytkowników Kampinoskiego Parku Narodowego w latach 2019-2023 na podstawie danych STRAVA

Spatial analysis of the activity of selected groups of users of the Kampinos National Park in 2019-2023 based on STRAVA data

**Mariusz Ciesielski¹  Anna Kętbłowska² • Szymon Jastrzębowski³ 
Jacek Marek⁴ • Kamil Choromański⁵  Tomasz Związek⁶ **

¹ Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Geomatyki

ul. Braci Leśnej 3, 05-090 Sękocin Stary

² Kampinoski Park Narodowy

ul. Tetmajera 38, 05-080 Izabelin

³ Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Hodowli Lasu i Genetyki Drzew Leśnych

ul. Braci Leśnej 3, 05-090 Sękocin Stary

⁴ Kampinoski Kolektyw Przewodnicki „ZaPuszczeni”

ul. Łąkowa 58h, 05-092 Łomianki

⁵ Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii

Plac Politechniki 1, 00-665 Warszawa

⁶ Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyckiego PAN

ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa

m.ciesielski@ibles.waw.pl (autor korespondencyjny) • akeblowska@kampinoski-pn.gov.pl •

s.jastrzebowski@ibles.waw.pl • jacekm.kpn@gmail.com • kamil.choromanski@pw.edu.pl •

twiazek@twarda.pan.pl

Zarys treści. Kampinoski Park Narodowy nie prowadzi na swoim terenie stałego monitoringu ruchu turystycznego. Nie jest tym samym znana liczba odwiedzających, a także wzorce ich przestrzennych zachowań, w tym również takich, które mogą naruszać obowiązujące przepisy w zakresie ochrony przyrody. Celem pracy była analiza aktywności użytkowników portalu STRAVA w latach 2019-2023 oraz określenie wielkości ruchu poza wyznaczonymi do tego celu obiektami liniowymi. Analizie poddano wszystkie obiekty liniowe (udostępnione i nieudostępnione do ruchu turystycznego) znajdujące się w bazie OpenStreetMap na obszarze Kampinoskiego Parku Narodowego. Kwantyfikacja obiektów liniowych pod kątem intensywności wykorzystania wykazała, że bez względu na rodzaj aktywności (spacerowanie, bieganie, jazda na rowerze) najbardziej intensywnie wykorzystywanymi obiektami liniowymi w parku są te położone w jego wschodniej części, graniczącej z m.st. Warszawą. Najwyższy poziom aktywności (10 decyl, oznaczający liczbę aktywności z przedziału 15 061-88 305) zaobserwowano na 839 odcinkach tras, z tego 4,9% stanowiły odcinki nieudostępnione dla ruchu. Przestrzenne wzorce są inne dla rowerzystów a inne dla spacerowiczów i biegaczy. Opracowana na podstawie rzeczywistych danych o użytkowaniu poszczególnych obiektów mapa intensywności aktywności może stanowić istotny element wspierania decyzji podejmowanych w zagadnieniach związanych z udostępnianiem parku społeczeństwu. Praca stanowi pierwsze tego typu podejście do skwantyfikowania intensywności ruchu turystycznego w parku narodowym w oparciu o obiektywne dane liczbowe.

Słowa kluczowe: monitoring, rekreacja, park narodowy, społecznościowa informacja geograficzna (VGI), bieganie, jazda na rowerze.

Keywords: monitoring, recreation, national park, Volunteered Geographic Information (VGI), running, cycling.

Wstęp

Obszarowe formy ochrony przyrody na terenach cennych przyrodniczo, w tym parki narodowe, na całym świecie są powoływane w dwóch głównych celach. Pierwszym z nich jest ochrona przyrody i różnorodności biologicznej, a drugim zaspokojenie potrzeb społeczeństwa związanych z rekreacją i turystyką (Ciapała et al., 2010). W ostatnich dekadach, ze względu na różne zmiany w sferze społeczno-ekonomicznej, zainteresowanie ludzi wypoczynkiem na terenach przyrodniczych i kontaktem z przyrodą znacznie wzrosło. Jest to wynik między innymi poprawy sytuacji materialnej i świadomości ekologicznej, dostępności wolnego czasu oraz zwrócenia większej uwagi na równowagę między pracą a życiem osobistym (Kaczmarska, 2014). Wpływ miało również dostrzeżenie pozytywnej roli zieleni i terenów przyrodniczych na zdrowie i dobrostan ludzi (Furuyashiki et al., 2019), zwłaszcza podczas pandemii COVID-19 (Nieżgoda i Markiewicz, 2022; Kruczek i Nowak, 2023). Wzrost liczby użytkowników terenów cennych przyrodniczo obserwuje się głównie w regionach silnie zurbanizowanych oraz o wysokich unikalnych walorach przyrodniczych (Cordell et al., 2005). Jak wskazują Reed i Merenlender (2008) w Stanach Zjednoczonych liczba osób korzystających z terenów przyrodniczych na potrzeby rekreacji wzrosła w latach 1960-2000 o 800%. Wzrost presji turystycznej na obszary chronione wydaje się być nieunikniony, co z kolei niesie ze sobą ryzyko niepożądanych efektów związanych z zanieczyszczeniem środowiska, zakłócaniem spokoju zwierząt, niszczeniem roślinności, w tym zbiorem płodów runa, zmniejszaniem bioróżnorodności i degradacją gleby oraz form geomorfologicznych, a także zwiększonym ryzykiem występowania pożarów (Marion et al., 2016). Zwiększony ruch ludzi na obszarach przyrodniczych może powodować nie tylko konflikty między potrzebami ochrony walorów przyrodniczych a potrzebami społeczeństwa, ale również między różnymi grupami użytkowników (Hunter, 2001). Jak wskazuje Jalinik (2016) zarządzanie obszarami cennymi przyrodniczo wymaga odpowiedniego pogodzenia interesów różnych grup interesariuszy z wymogami ochrony przyrody i przepisami prawnymi.

Rosnąca presja ze strony społeczeństwa na obszary cenne przyrodniczo przyczynia się do tego, że podmioty zarządzające tymi terenami zobowiązane są do wdrażania planów ochrony lub zarządzania, które z jednej strony zapewniają zachowanie walorów przyrodniczych, a z drugiej umożliwiają realizację potrzeb społeczności lokalnych i turystów związanych z różnymi formami wypoczynku (Ciapała et al., 2010; Eagles, 2014; Franceschinis et al., 2022). Wybór optymalnej strategii zarządzania obszarami cennymi przyrodniczo (np. strefowania czy też kanalizacji ruchu ludzi) i edukacji społeczeństwa w celu minimalizacji wpływu na ekosystemy wymaga dostępu do obiektywnych danych. Wiedza na temat zasobów przyrodniczych obszarów chronionych jest już obszerna i wciąż uzupełniana, a dynamika różnych procesów monitorowana. Natomiast informacje na temat mobilności społeczeństwa na terenach przyrodniczych nie są cyklicznie zbierane dla wszystkich obszarów, gdyż pomiar liczby osób odwiedzających nie jest prostym zadaniem (Cessford i Muhar, 2003; De Cantis et al., 2015).

Monitoring ruchu turystycznego na terenach przyrodniczych

Istotą monitoringu ruchu rekreacyjnego na terenach przyrodniczych jest znalezienie odpowiedzi na pięć głównych pytań: gdzie i kiedy ma miejsce aktywność, kto ją wykonuje, co robi i dlaczego to robi? (Willberg et al., 2021). Przez dziesięciolecia naukowcy i praktycy wypracowali wiele metod monitoringu bezpośredniego, jak i pośredniego (Cessford i Muhar, 2003).

W badaniach nad mobilnością społeczeństwa często wykorzystywano ankiety (Larcher et al., 2021). Respondenci deklarowali z jaką częstotliwością odwiedzają wybrany obiekt badawczy lub zaznaczali odwiedzone miejsca na mapie (w formie analogowej lub cyfrowej) (Korpilo et al., 2022). Prowadzono również badania łączące ankiety terenowe z rejestracją tras przez respondentów przy wykorzystaniu odbiorników z wbudowanym GPS (Taczanowska et al., 2017). Ankiety umożliwiały nie tylko rozpoznanie miejsc rekreacji i częstotliwości wizyt, ale również dostarczały bardzo szczegółowych danych demograficznych na temat respondentów (Jarský et al., 2021). Badania ankietowe prowadzono w różnych skalach przestrzennych (np. miasta, aglomeracji, kraju) i na różnych próbach badawczych (od kilkudziesięciu osób do kilku tysięcy osób) (Ciesielski i Stereńczak, 2018). W ostatnich latach stosowano również partycypacyjne systemy informacji geograficznej umożliwiające umiejscowienie interesujących kwestii (np. miejsce zamieszkania, kulturowe usługi ekosystemowe) na mapie (Fagerholm et al., 2022).

Mobilność społeczeństwa określa się również przy pomocy obserwacji bezpośrednich w terenie. Metodę tą stosowano podczas pandemii COVID-19 z zachowaniem procedury bezpieczeństwa (dystansu społecznego), w celach oszacowania liczby odwiedzających i stosowania się przez nich do zaleceń sanitarnych (Schneider et al., 2023). Ze względu na kosztochłonność i pracochłonność obserwacji bezpośrednich stosowane są one głównie do oceny dokładności metod obserwacji pośrednich. Obserwacje pośrednie prowadzi się przy wykorzystaniu specjalistycznych urządzeń na odpowiednio rozmieszczonych punktach pomiarowych (Rogowski, 2020). Praktyka pokazuje, że metody punktowe stosowane są głównie w zwartych obiektach przyrodniczych o określonej liczbie wejść do obiektu. Kamery video w lesie miejskim pod Wiedniem umiejscowione na wejściach do obiektu, umożliwiły ilościowe oszacowanie liczby korzystających z parku oraz rodzaj podejmowanych przez nich aktywności (Arnberger, 2006). Fotopułapki były stosowane zarówno w badaniach ukierunkowanych na monitoring ruchu społeczeństwa (Miller et al., 2017) jak również przy okazji badań nad zachowaniem zwierzyny (Cukor et al., 2021). Oprócz informacji ilościowej badacze podejmowali się manualnej lub zautomatyzowanej analizy treści zebranego materiału. Analiza ta umożliwia uzupełnienie danych ilościowych o dane jakościowe m.in. w zakresie liczby osób w grupie, płci, typu aktywności, wieku, kierunku przemieszczania czy zwracania uwagi na tablice i znaki informacyjne (Lupp et al., 2021). Wydaje się, że najczęściej stosowaną metodą punktową są czujniki pomiarowe (pyroelektryczne). Czujniki te rejestrują jedynie liczbę przejść (tzw. wejścia, wyjścia). Dane z czujników pomiarowych charakteryzują się błędem pomiaru wynoszącym od około 5% (Rogowski, 2017; 2020) do ponad 20% w zależności m.in. od natężenia ruchu (Greene-Roesel et al., 2008; Yang et al., 2010).

Obecnie w wybranych polskich parkach narodowych prowadzi się monitoring ruchu turystycznego, wykorzystując różne metodyki i zestawy danych. Zawilińska (2021) po-

dzieliła je na cztery grupy. Pierwszą stanowią dane ze sprzedaży biletów wstępu i innych opłat (np. Tatrzański Park Narodowy). Druga grupa metod wykorzystuje do zbierania danych pomiary automatyczne np. czujniki pyroelektryczne (Rogowski, 2017) i odbiorniki GPS (Taczanowska, et al., 2015). Spychała i Graja-Zwolińska (2014) wskazały, że metoda czujników pomiarowych była stosowana w czternastu polskich parkach narodowych, jednak w metodzie tej czujniki umieszczane są przy wybranych szlakach i nie obejmują wszystkich obiektów. Kolejną grupę metod monitoringu w polskich parkach narodowych stanowią bezpośrednie obserwacje w terenie. Metodą tą rejestruje się nie tylko liczbę osób, ale również m.in. liczbę samochodów na parkingach. Jest to metoda służąca również do weryfikacji danych pochodzących ze sprzedaży biletów czy pomiarów automatycznych (Dzioban, 2013). Metoda ta jest czasochłonna i wymaga zaangażowania dużej grupy pracowników lub wolontariuszy. Wśród jej zalet można wymienić możliwość połączenia obserwacji z badaniem ankietowym w terenie. Ostatnia grupa metod to metody pośrednie, bazujące np. na pojemności bazy noclegowej w pobliżu parku narodowego (Zawilińska, 2021). Zawilińska (2021) wskazała, że ze względu na wady i zalety metod pomiaru ruchu turystycznego oraz wewnętrzne uwarunkowania w parkach nie jest możliwe zastosowanie ujednoczonej metodyki pomiarów do wszystkich z nich. Należy wspomnieć, że oprócz zbierania danych ilościowych dotyczących liczby turystów, na obszarach parków prowadzono również celowane badania dotyczące dyspersji turystów poza przeznaczonymi do tego celu obszarami i szlakami. Badania te były prowadzone z wykorzystaniem obserwacji bezpośrednich w ściśle określone dni w odpowiednio wybranych przedziałach czasu m.in. w Ojcowskim Parku Narodowym (Witkowski et al., 2010) i Tatrzańskim Parku Narodowym (Bielański et al., 2017). Część prac, przy pomocy badań ankietowych, rozpoznawała świadomość turystów na temat zakazów obowiązujących na terenie parków narodowych (Kolasińska, 2010; Jodłowski et al., 2023).

Wciąż jednak wydaje się, że dane na temat mobilności turystów na obszarach chronionych są niewystarczające. Jodłowski (2019) wskazał, że przyczynami prowadzenia monitoringu ruchu turystycznego w ograniczonej formie są kosztochłonność i czasochłonność zbierania danych. Brak dostępu do danych może ograniczać możliwość świadomego podejmowania decyzji w zakresie ochrony przyrody oraz dostosowania zasobów parków i dostępnej infrastruktury do potrzeb wybranych grup społecznych. Brak wiarygodnych danych na temat mobilności społeczeństwa nie pozwala oszacować wpływu rekreacji na środowisko przyrodnicze. Trudno tym samym jest podejmować odpowiednie działania aby zminimalizować negatywne oddziaływanie różnych form aktywności fizycznej. Należy również pamiętać, że w Polsce, zgodnie z ustawą o ochronie przyrody (2004), poruszanie się po parkach narodowych jest ograniczone do miejsc wyznaczonych przez dyrektora parku narodowego. Odpowiednie zastosowanie metod monitoringu może zatem dostarczyć danych na temat naruszeń obowiązujących przepisów w zakresie ochrony przyrody w parkach narodowych. Dane na temat mobilności społeczeństwa to także narzędzie służące do wskazania korzyści ekonomicznych dla lokalnych społeczności z tytułu rekreacji i turystyki na obszarach cennych przyrodniczo (Eagles, 2014).

Mając na uwadze istotę monitoringu ruchu turystycznego na terenach przyrodniczych oraz zalety i wady dotychczas stosowanych metod, w ostatnich latach badacze zajmujący się tą problematyką zaczęli wykorzystywać nowy rodzaj danych, jakim są dane tworzone przez użytkowników telefonów komórkowych. Wśród tych danych można wyróżnić dane zbierane bezpośrednio przez operatorów telefonii komórkowych oraz dane społeczno-

ściowej informacji geograficznej (VGI). Dane VGI tworzone są przez użytkowników aplikacji telefonicznych i portali społecznościowych. Generowane przez użytkowników treści przed, w trakcie i po wizycie na terenach przyrodniczych mogą stanowić cenne źródło informacji na temat ruchu turystycznego na wybranych obszarach. Do danych VGI zalicza się wpisy (portal X, dawny Twitter) (Huang et al., 2022), zdjęcia z geolokalizacją (Facebook, Flickr, Instagram, iNaturalists) (Fox et al., 2020) i zarejestrowane trasy podczas wypoczynku czynnego (MapMyRide, Komoot, STRAVA) (Venter et al., 2020). W analizach mobilności społeczeństwa istotne są głównie dane, które zawierają tzw. odniesienie przestrzenne (geolokalizacja) w postaci opisu lub współrzędnych geograficznych, a także datę i godzinę ich wykonania (Ciesielski i Stereńczak, 2021). Dostęp do danych VGI uwarunkowany jest polityką prywatności portali. Część z nich udostępnia dane poprzez tzw. *Application Programming Interfaces* (Ghermandi i Sinclair, 2019). Odpowiednia konfiguracja zapytania do bazy umożliwia pobranie danych, które zostały określone przez ich twórców jako dostępne publicznie (Heikinheimo et al., 2017). Dostęp do baz zmienia się i badacze wskazują ten aspekt jako jedno z ograniczeń prowadzenia wieloletnich badań (Heikinheimo et al., 2020). Należy podkreślić, że portale i aplikacje nie udostępniają danych osobowych użytkowników (imię, nazwisko, miejsce zamieszkania, wiek). Każdy z użytkowników w bazie danych posiada przypisane ID lub nick, które stanowią podstawę analiz wygenerowanych przez nich treści (Balmford et al., 2015). Część z badaczy uważa jednak, że udostępnianie danych VGI przez portale, mimo iż nie narusza polityki prywatności jest wątpliwe pod względem etycznym (Fox et al., 2020). Podkreśla się, że wątpliwości te wynikają z braku wiedzy użytkowników na temat dalszego wykorzystania tworzonych przez nich danych. Ograniczeniem danych VGI jest fakt, że zwykle reprezentują zachowania wybranych grup (np. rowerzystów korzystających z aplikacji STRAVA) o określonej strukturze wiekowej (Heikinheimo et al., 2017), a także fakt, że nie wszyscy użytkownicy terenów przyrodniczych korzystają z aplikacji do rejestracji aktywności. Drugi rodzaj danych to dane zbierane przez operatorów telefonii komórkowych. Są to dane komercyjne (odpłatne), a ich zaletą jest wielkość próby związana z udziałem danego operatora na rynku. Koszt zakupu danych zależy od obszaru, profili użytkowników oraz rozdzielczości przestrzennej i czasowej. Należy wspomnieć, że pierwsze w Polsce prace koncepcyjne nad metodą badania ruchu turystycznego przy pomocy danych z telefonii komórkowej przygotował w 2009 r. Wiesław Alejziak (Alejziak, 2009). Zarówno dane VGI, jak i komercyjne dane od operatorów wykorzystywano z powodzeniem do: mapowania rozmieszczenia aktywności społeczeństwa na terenach przyrodniczych (Ahas et al., 2007; Ciesielski i Stereńczak, 2021), z uwzględnieniem zmienności czasowej (Heikinheimo et al., 2020), mapowania kulturowych usług ekosystemowych i ich wyceny (Donahue et al., 2018), oceny krajobrazu (Tenerelli et al., 2016), wpływu pandemii COVID-19 na zachowania społeczeństwa (Venter et al., 2020) czy relacji między rekreacją a zachowaniem zwierząt (Willemsen et al., 2014).

STRAVA – źródło danych o mobilności

Jednym z wymienionych źródeł danych jest portal STRAVA, z którego korzystają osoby rejestrujące swoje aktywności za pomocą aplikacji lub zegarków sportowych. Dane z portalu są przetwarzane głównie na potrzeby identyfikacji i scharakteryzowania wzorców przestrzennych poruszania się określonych grup użytkowników (Selala i Musakwa, 2016).

Dostępność informacji czasowej na temat aktywności umożliwia określenie zmienności czasowej natężenia ruchu oraz wpływu czynników pogodowych na jego wielkość (Lee i Seener, 2021). Informacje ze STRAVY były wykorzystywane również na potrzeby modelowania natężenia ruchu rowerowego oraz zapotrzebowania społeczeństwa na jazdę na rowerze (Roy et al., 2019). W celu przeprowadzenia modelowania niezbędna jest jednak kalibracja danych STRAVY przy wykorzystaniu pomiarów terenowych. Sun i Mobasheri (2017) użyli danych STRAVY do zbadania wpływu zmiennych środowiskowych na wielkość ruchu na wybranych odcinkach oraz wpływu wielkości zanieczyszczeń na poziom ruchu. Dane STRAVY są również narzędziem do oceny zasadności podejmowanych decyzji inwestycyjnych w zakresie budowy infrastruktury (Hong et al., 2020).

Cel pracy

Biorąc pod uwagę szacunkową wielkość ruchu rekreacyjnego na terenie Kampinoskiego Parku Narodowego (KPN) oraz brak stałego monitoringu w terenie, w niniejszej pracy zdecydowano się na wykorzystanie dostępnych danych z portalu STRAVA w celu określenia:

1. przestrzennego rozmieszczenia aktywności użytkowników portalu STRAVA z podziałem na typ aktywności: spacer, bieganie, jazda na rowerze,
2. wielkości ruchu poza wyznaczonymi do tego celu przez dyrektora parku narodowego obiektami liniowymi (znakowane piesze i rowerowe szlaki turystyczne).

Analizie poddano wszystkie obiekty liniowe (udostępnione i niedostępne do ruchu turystycznego) znajdujące się w bazie OSM na obszarze Kampinoskiego Parku Narodowego. Według wiedzy autorów jest to pierwsza w Polsce praca, która wykorzystuje dane ze STRAVY do analizy aktywności turystycznej na terenie parku narodowego.

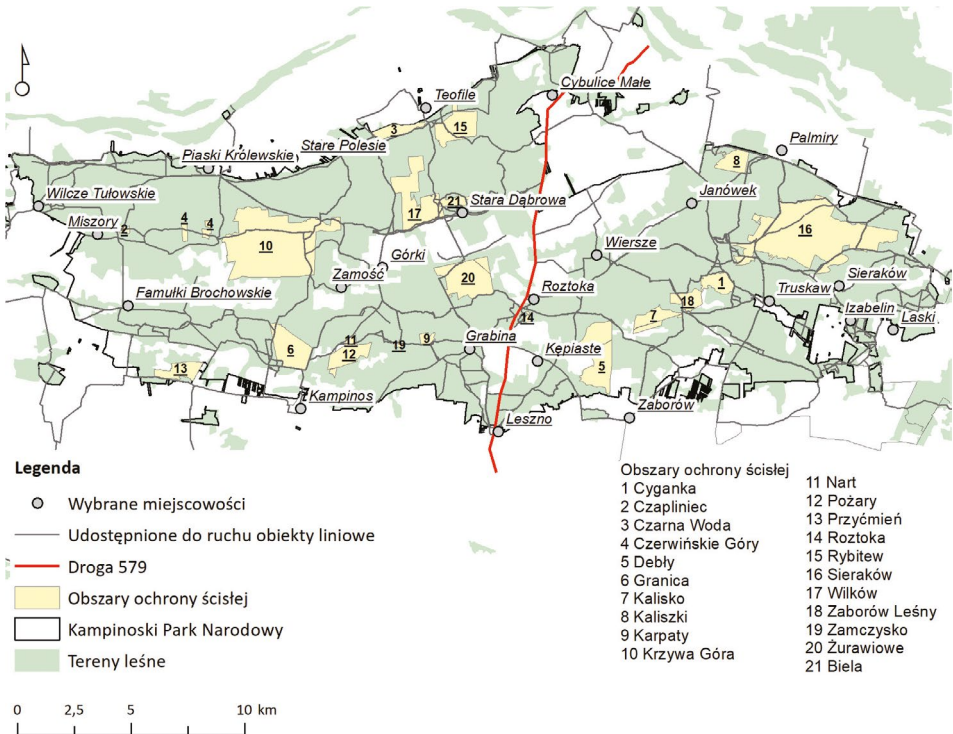
Materiały i metody

Obszar badań

Kampinoski Park Narodowy (KPN) utworzono w 1959 r. Położony jest na Nizinie Środkowomazowieckiej w Kotlinie Warszawskiej (Solon et al., 2018), a jego powierzchnia wynosi 38 544,33 ha, co czyni go drugim co do wielkości parkiem narodowym w Polsce. Blisko drugie tyle powierzchni zajmuje strefa ochronna parku w postaci otuliny (Andrzejewski, 2003). Dzięki charakterystycznej rzeźbie terenu, z kontrastującymi siedliskami pasów bagiennych i pasów wydmowych, park charakteryzuje duża różnorodność zbiorowisk roślinnych. Obszary mokradłowe porastają różnego typu łąki, pastwiska, zbiorowiska segetalne i ruderalne, szuwały, olsy i łągi. Większość pasów wydmowych zajmują tereny leśne sosnowe i sosnowo-dębowe. Szacuje się, że na terenie KPN występuje co najmniej połowa gatunków fauny Polski (ok. 16,5 tys.). Flora roślin naczyniowych jest dosyć dobrze rozpoznana i liczy ponad 1400 gatunków, przy czym udokumentowano wyginięcie wielu z nich. Około 300 gatunków roślin zaliczanych jest do rzadkich i chronionych prawem (Głowacki i Ferchmin, 2003). Brioflora i mykobiota dopiero od niedawna stały się obiektami kompleksowych badań i wciąż odkrywane są nowe gatunki dla parku, a spośród grzybów wielkoowocnikowych – nawet dla Polski. Do zadań parku, oprócz prowadzenia działań ochronnych w ekosystemach, należy również ochrona cennych obiektów historycznych

i kulturowych, w tym pozostałości po wojnach, powstaniach oraz bitwach. Na obszarze parku i jego sąsiedztwie znajduje się również wiele zabytków architektury sakralnej i świeckiej.

Ze względu na dużą wartość przyrodniczą, a także znaczenie społeczne od 2000 r. tereny KPN wraz z otuliną tworzą Rezerwat Biosfery „Puszcza Kampinowska”, wchodzący w skład międzynarodowej Sieci Rezerwatów Biosfery, powstałej w ramach programu UNESCO „Człowiek i Biosfera” (Man and Biosphere – MAB). Od 2004 r. główny kompleks KPN jest także obszarem europejskiej sieci ekologicznej NATURA 2000 (kod PLC 140001). Najcenniejsze obszary parku zostały objęte ochroną ścisłą, w celu ochrony zachodzących tam procesów przyrodniczych (12% pow. parku). W opracowywanym projekcie Planu Ochrony (projekt Planu Ochrony KPN oraz Planu Zadań Ochronnych dla Obszaru Natura 2000 PLC 140001 Puszcza Kampinowska) planowane jest powiększenie obszarów ochrony ścisłej do łącznej powierzchni ponad 5800 ha, co stanowi ok. 15% powierzchni tej kategorii (Projekt, 2018). Największy obszar ochrony ścisłej – Sieraków – położony jest kilka kilometrów od granicy z Warszawą (ryc. 1). Ponad 70% powierzchni parku znajduje się w ochronie czynnej, gdzie dopuszcza się prowadzenie zabiegów ochronnych. Ponadto 18% objętych jest ochroną krajobrazową, z czego 8,3% znajduje się w czterech obszarach ochrony krajobrazowej, których celem jest zachowanie tradycyjnego, rolniczego krajobrazu Mazowsza. Pozostałe to grunty prywatne rozrzucone po parku (Kampinos, 2024). KPN jest jednym



Ryc. 1. Obszar badań – Kampinoski Park Narodowy
Study area – Kampinos National Park

z nielicznych parków narodowych na świecie, który bezpośrednio graniczy z metropolią (stolicą kraju). Bliskość Warszawy sprawia, że park ma szczególne znaczenie dla zapewnienia miejsca rekreacji mieszkańcom stolicy, jak również całej aglomeracji. KPN nie prowadzi stałego monitoringu ruchu, jednak według szacunków na podstawie frekwencji w obiektach parku i obserwacji w terenie (Zawilińska, 2021), park odwiedza ok. 1,5 mln osób rocznie. Biorąc pod uwagę trendy zachodzące w aglomeracji, takie jak suburbanizacja i wzrost liczby mieszkańców wynikający z migracji między regionami, można zakładać, że presja ta będzie rosła. Należy również wspomnieć o ogólnym trendzie zmian ruchu turystycznego w parkach narodowych, który jest efektem między innymi chęci kontaktu z przyrodą, potrzebą wypoczynku oraz odkryciu na nowo korzyści z obszarów przyrodniczych podczas pandemii (Nieżgoda i Markiewicz, 2022; Kruczek i Nowak, 2023)

Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom społecznym, obszar KPN jest udostępniany w celach naukowych, edukacyjnych, kulturowych, turystycznych i rekreacyjnych w sposób zapewniający ochronę przyrody, przy czym za wstęp do parku nie pobiera się opłat. Infrastruktura rekreacyjna w parku umożliwia uprawianie turystyki pieszej (ok. 350 km pieszych szlaków turystycznych), rowerowej (200 km szlaków rowerowych), narciarstwa biegowego i jazdy konnej. W przypadku turystyki konnej w KPN nie ma obecnie wydzielonych szlaków turystyki jeździeckiej. Ze względu na duże zapotrzebowanie tego typu aktywności, każdorazowo trasy są udostępniane jeźdźcom indywidualnym i do przejazdów zaprzęgami konnymi (Zarządzenie nr 15, 2020).

Źródła danych i metody badań

STRAVA jest to aplikacja telefoniczna na systemy Android i iOS służąca do monitorowania aktywności sportowej użytkowników. Aplikacja wykorzystuje informacje z odbiorników GPS wbudowanych w telefonie do rejestrowania przebiegu trasy i czasu aktywności (początek, koniec, czas trwania, data). Wykorzystanie GPS pozwala na uzyskanie szczegółowych danych czasowo-przestrzennych na temat aktywności zarejestrowanych użytkowników. Aplikacja STRAVA dla każdej aktywności gromadzi również metadane zawierające wiek użytkownika (z podziałem na klasy wieku 18-34, 35-54, 55-64 oraz ponad 65 lat), rodzaj podejmowanej aktywności oraz jej cel (np. wyścig, dojazd). Wymienione dane są zbierane przez aplikację na zasadzie opisu użytkowników oraz aktywności, mają więc charakter deklaracyjny i nie zawsze muszą być zgodne ze stanem faktycznym. Do aplikacji STRAVA możliwe jest również wgranie danych pochodzących z odbiorników zewnętrznych, takich jak zegarki sportowe (np. Garmin, Suunto, Polar). Warunkiem wgrania danych jest utworzenie synchronizacji pomiędzy urządzeniami.

Dane zbierane przez portal STRAVA są udostępniane wszystkim zainteresowanym w postaci tak zwanych map gęstości (*heat map*). Nie umożliwiają one szczegółowej analizy liczby aktywności oraz czasowego rozkładu w podziale na miesiące, dni, godziny. Polityka STRAVY umożliwia jednak utworzenie dostępu do bazy danych podmiotom zarządzającym danym obszarem (np. powiat). Dostęp ten tworzony jest na wniosek, i służy m.in. do analizy ruchu, modernizacji i planowania infrastruktury rekreacyjnej. Ze względu na ochronę danych osobowych portal STRAVA nie udostępnia danych wrażliwych oraz pojedynczych aktywności w postaci tzw. *tracków* (przebiegu tras). Trasy zarejestrowane i zamieszczone w aplikacji STRAVA ze względu na dokładność rejestracji przez urządzenia z zamontowanym odbiornikiem GPS mogą mieć różny przebieg. Dlatego przed udostępnieniem

danych portal STRAVA wykonuje automatyczną procedurę dociągania przebiegu tras do najbliższych segmentów dróg (obiektów geometrycznych o różnej długości w postaci liniowej) znajdujących się w ogólnodostępnej bazie danych tworzonych przez użytkowników – OpenStreetMap (OSM). W ujęciu globalnym liczba użytkowników STRAVA wzrosła z 70 mln w 2020 r. do ponad 120 mln w 2023 r. Od początku istnienia STRAVA (2010 r.) do aplikacji wgrano 10 mld aktywności. Obecnie średnio wgranych jest 40 mln treningów tygodniowo. Najpopularniejsze aktywności wgrywane do portalu STRAVA to kolarstwo i bieganie. W 2023 r. w województwie mazowieckim z aplikacji STRAVA korzystało 98,5 tysiąca osób (wzrost o 28,9% względem 2022 r.), którzy swoją aktywność zadeklarowali jako bieganie lub spacerowanie. Użytkownicy zarejestrowali 2,2 mln tego typu aktywności (wzrost o 23,9%). Struktura wiekowa wskazuje, że 42,7% stanowią osoby w wieku 18-34 lata, 53,2% w wieku 35-54 lata, 3,2% w wieku 55-64 lata oraz 1% osób ≥ 65 lat. Dwa miliony aktywności typu kolarstwo, jazda na rowerze elektrycznym w 2023 r. zarejestrowało 75,8 tys. osób (wzrost o 18,2%). Struktura wieku tej grupy użytkowników była następująca: 18-34 lata – 43,4%, 35-54 lata – 52,8%, 55-64 lata – 3,2% oraz ≥ 65 lat – 1% (STRAVA, 2024).

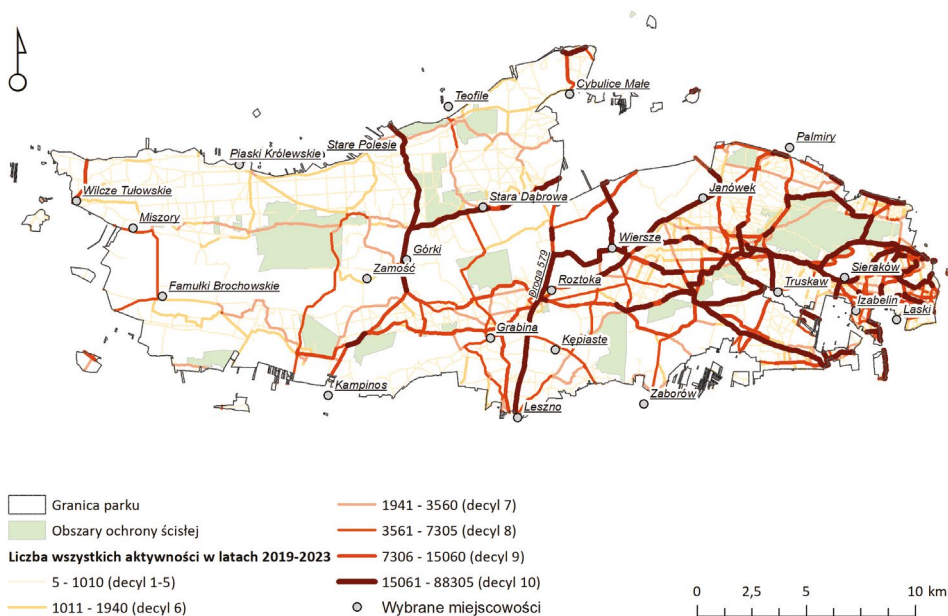
Udostępnione przez STRAVA dane dla obszaru województwa mazowieckiego docięto to granic KPN i poddano szczegółowej analizie z podziałem na rodzaj aktywności (bieganie, spacer oraz jazda na rowerze, rowerze elektrycznym). Według danych STRAVA, a także danych z parku trasy udostępnione stanowią 62,9% długości wszystkich obiektów liniowych. Analizą objęto lata 2019-23. Wygenerowano mapy intensywności wykorzystania segmentów OSM w podziale na 10 decyli (decyle 1-3 niski poziom aktywności, decyle 4-6 średni poziom aktywności, decyle 7-9 wysoki poziom aktywności, decyl 10 najwyższy poziom aktywności (Nogueira-Mendes et al., 2012)). Dla każdego pola podstawowego (1 km x 1 km) obliczono również gęstość dzienną aktywności mających miejsce poza wyznaczonymi trasami. Gęstość wyliczono na podstawie wzoru: $\text{suma (liczba aktywności} \times \text{długość segmentu)} / (\text{suma (długości segmentów w polu podstawowym)} \times \text{liczba dni w okresie analizy})$.

Wyniki

łącznie na terenie KPN znajduje się 8437 odcinków obiektów liniowych różnego typu, które zostały zmapowane przez użytkowników portalu OSM w latach 2019-2023. Na wszystkich odcinkach, w okresie analizy, zanotowano co najmniej 5 aktywności. Niskim poziomem aktywności (5-225 aktywności) charakteryzowało się 2594 odcinków, w tym jedynie 9,1% pokrywało się ze szlakami udostępnionymi do użytkowania (tab. 1). 2518 odcinków zaklasyfikowano do 4-6 decyla, a więc były to odcinki o średnim poziomie aktywności (226-1940 aktywności). W tej klasie 31,2% stanowiły odcinki udostępnione do użytkowania. Wysoki poziom aktywności (decyle 7-9, 1941-15 060 aktywności) przypisano do 2494 odcinków, z których 60,7% to odcinki udostępnione. Najwyższy poziom aktywności (10 decyl) z przedziału 15 061 do 88 305 zaobserwowano na 839 odcinkach, z tego 797 (95,1%) stanowiły odcinki udostępnione. Przestrzenne wzorce aktywności wskazują, że część parku na zachód od drogi wojewódzkiej 579 charakteryzuje się niższym poziomem wykorzystania przez użytkowników STRAVA (ryc. 2).

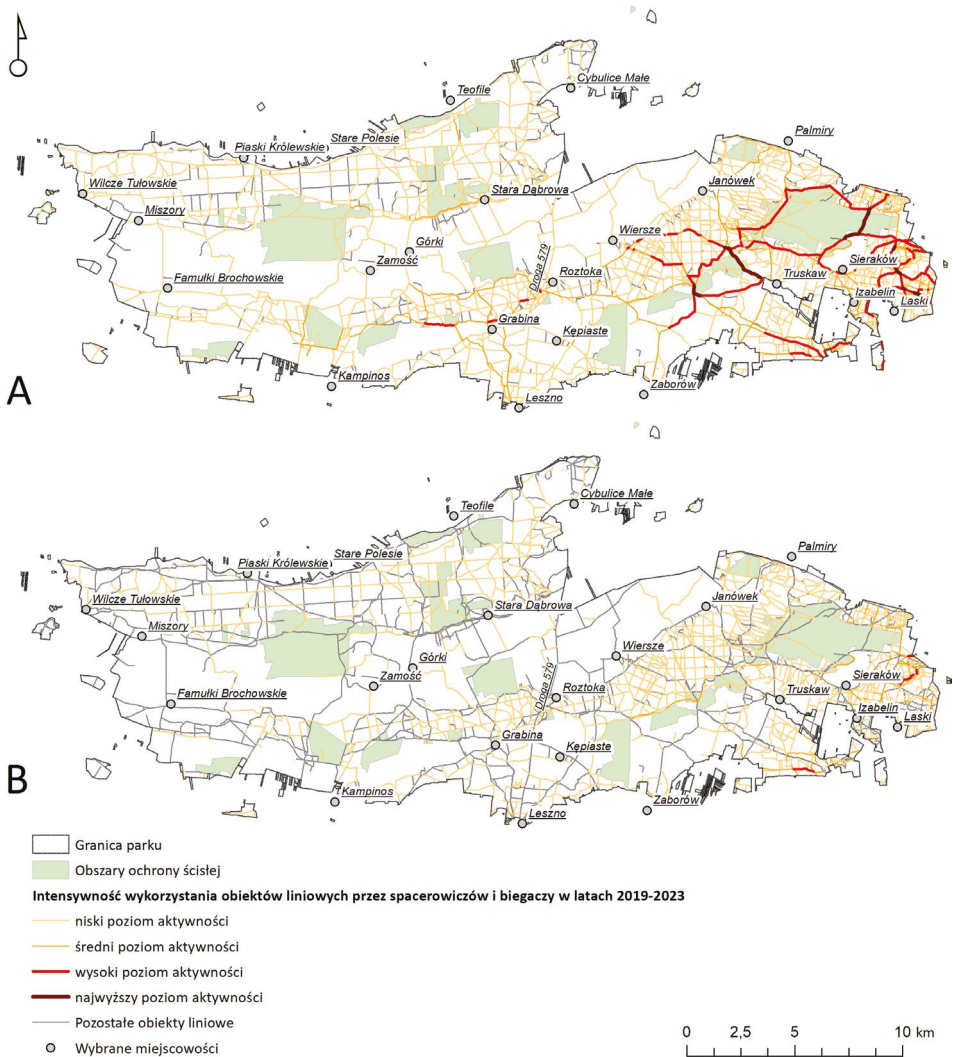
Tabela 1. Podsumowanie aktywności użytkowników STRAVA w latach 2019-2023
Summary of all STRAVA user activities in 2019-2023

Intensywność wykorzystania	Ogółem			Spacer lub bieganie			Jazda na rowerze		
	Liczba odcinków	Odcinki udostępnione (%)	Odcinki nieudostępnione (%)	Liczba odcinków	Odcinki udostępnione (%)	Odcinki nieudostępnione (%)	Liczba odcinków	Odcinki udostępnione (%)	Odcinki nieudostępnione (%)
Niska	2594	9,1	90,9	5894	32,6	67,4	2549	10,4	89,6
Średnia	2518	31,2	68,8	1182	68,7	31,3	2409	32,7	67,3
Wysoka	2494	60,7	39,3	511	95,3	4,7	2410	62,4	37,6
Najwyższa	832	95,1	4,9	57	100,0	0,0	799	95,4	4,6
Intensywność wykorzystania	Dł. odcinków (km)	Odcinki udostępnione (%)	Odcinki nieudostępnione (%)	Dł. odcinków (km)	Odcinki udostępnione (%)	Odcinki nieudostępnione (%)	Dł. odcinków (km)	Odcinki udostępnione (%)	Odcinki nieudostępnione (%)
Niska	796,0	5,6	94,4	1652	32,6	67,4	853,5	6,4	93,6
Średnia	659,0	33,4	66,6	257,4	72,3	27,7	622,0	35,4	64,6
Wysoka	600,0	65,2	34,8	108,8	96,5	3,5	579,0	65,9	34,1
Najwyższa	178,7	96,3	3,7	57,0	100,0	0,0	178,3	95,9	4,1



Ryc. 2. Przestrzenne rozmieszczenie wszystkich aktywności użytkowników STRAVA w latach 2019-2023
Spatial distribution of all STRAVA user activities in 2019-2023

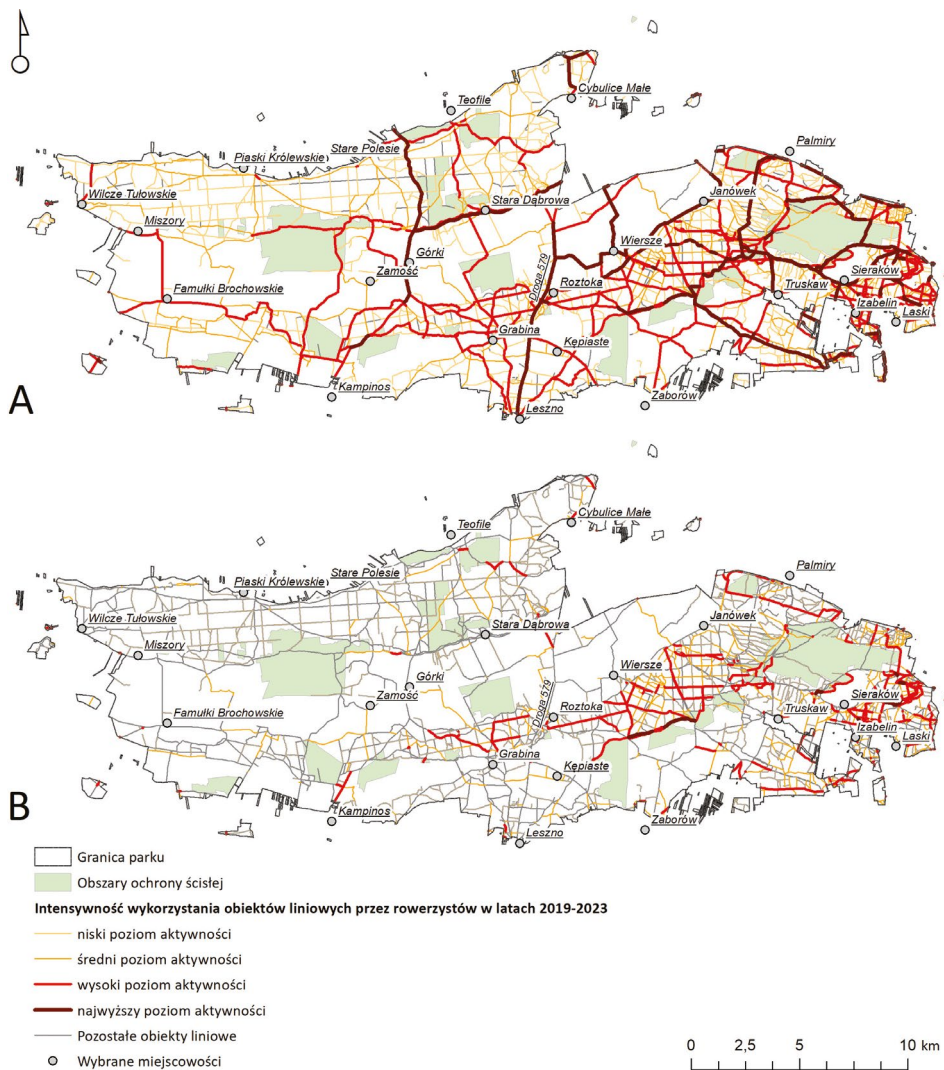
Aktywność typu spacer lub bieganie użytkownicy STRAVA zarejestrowali na 90,6% odcinków znajdujących się w bazie OSM. Niski poziom aktywności (1-1114 aktywności) zanotowano na 77,1% użytkowanych odcinków, z tego 67,4% stanowiły odcinki nieudostępnione dla społeczeństwa (3972 odcinki) (ryc. 3). Średnim poziomem aktywności (1115-3615 aktywności) charakteryzowało się 15,5% odcinków, w tym 31,3% to odcinki objęte zakazem wstępu (370 odcinków). Wysoki poziom aktywności (3616-9480 aktywności) zaobserwowano na 6,6% odcinków, z których jedynie 4,7% to odcinki nieudostępniowane (24 odcinki). Żaden odcinek nieudostępniowany nie był użytkowany w najwyższym



Ryc. 3. Intensywność wykorzystania wszystkich obiektów liniowych (A) oraz obiektów nieudostępniowanych (B) przez użytkowników portalu STRAVA podczas spacerów, biegania w latach 2019-2023
Intensity of use of all linear objects (A) and objects not open to the public (B) by STRAVA users when walking and running in 2019-2023

poziomie aktywności. Łącznie na odcinkach do tego przeznaczonych, najwyższy poziom aktywności (9481-13080 aktywności) zanotowano jedynie na 57 odcinkach.

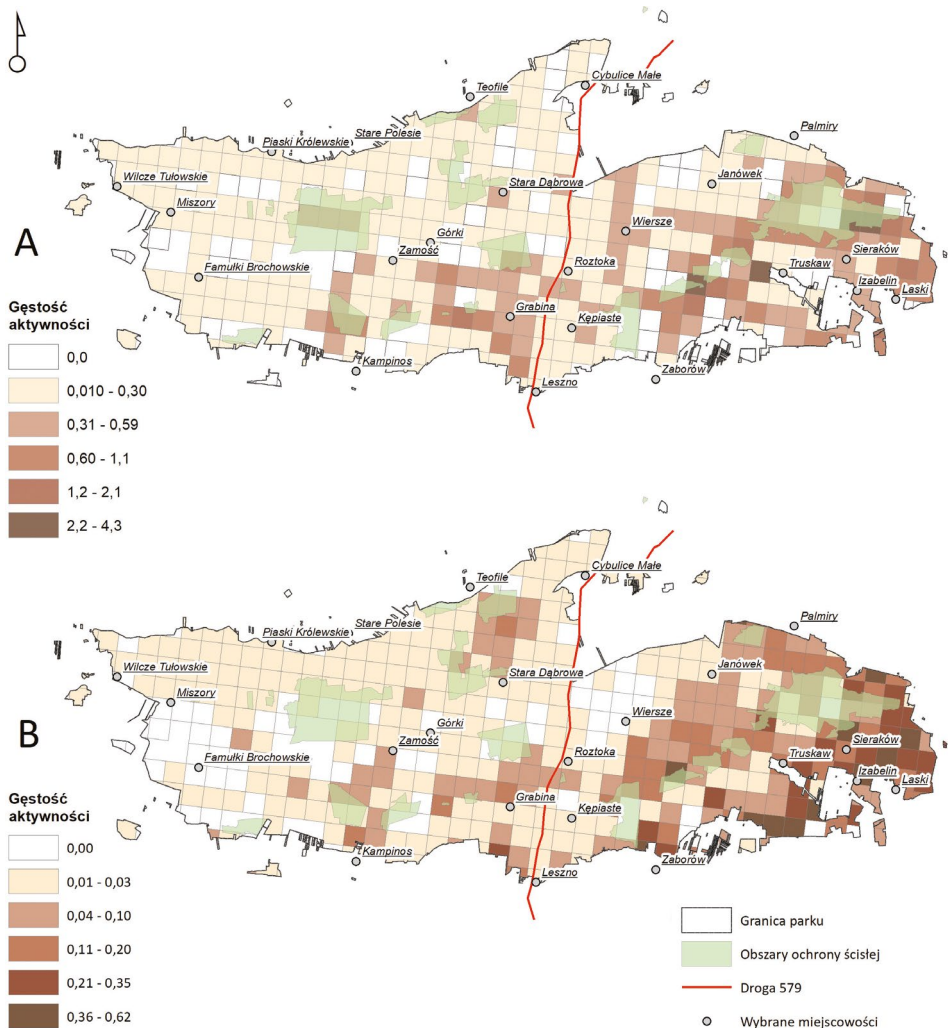
Jazda na rowerze została zarejestrowana na 96,8% wszystkich odcinków OSM, które wprowadzono do bazy OSM. Podobnie jak w przypadku spacerów i biegania najwięcej aktywności poza udostępnionymi odcinkami charakteryzowało się niskim poziomem aktywności (1-180 aktywności; 89,6% co stanowi, 2286 odcinków). Udział odcinków w pozostałych poziomach aktywności wyniósł 67,3% na poziomie średnim (181-1515 aktywności),



Ryc. 4. Intensywność wykorzystania wszystkich obiektów liniowych (A) oraz obiektów niedostępnych (B) przez użytkowników portalu STRAVA podczas jazdy na rowerze w latach 2019-2023
Intensity of use of all linear objects (A) and objects not open to the public (B) by STRAVA users when cycling in 2019-2023

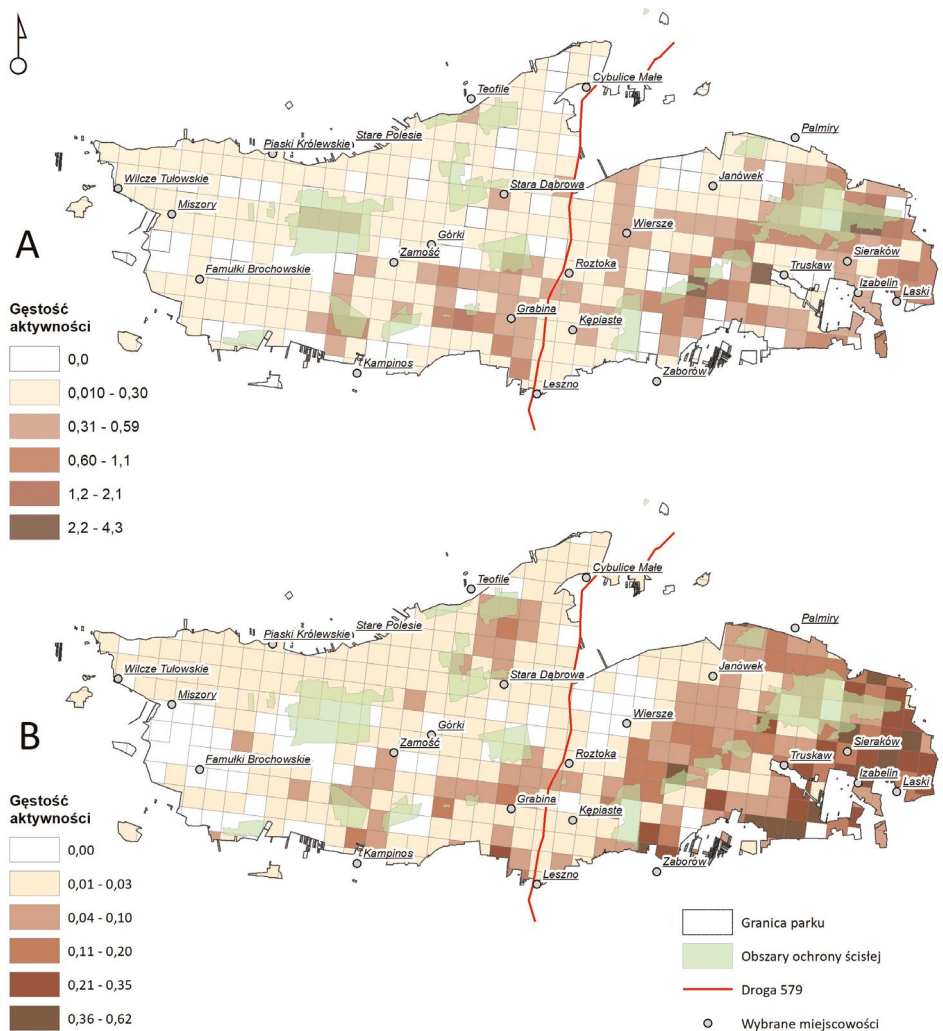
wysokim 37,6% (1516-12 540 aktywności), najwyższym 4,6% (12 541-82 275 aktywności) (ryc. 4). Widać wyraźnie, że zdecydowanie częściej w aplikacji/portalu STRAVA rejestrowane są przejazdy rowerem niż spacerowanie lub bieganie, co nie musi świadczyć o mniejszej ilości tych aktywności a jedynie o szerszym wykorzystaniu aplikacji przez rowerzystów niż pozostałych użytkowników.

Przestrzenne rozmieszczenie gęstości aktywności w polach podstawowych, które odbywały się poza udostępnionymi szlakami wskazuje, że część wschodnia parku charakteryzowała się większą gęstością niż część zachodnia parku. Widać to wyraźnie w każdym typie aktywności (ryc. 5 i 6). Aktywności rejestrowane były w różnych odległościach



Ryc. 5. Gęstość aktywności typu spacer/bieganie na trasach udostępnionych (A) i nieudostępnionych (B) w okresie 2019-2023 wg pól podstawowych na dzień
Density of walking/running activities on publicly accessible (A) and unavailable (B) routes during the period 2019-23 by basic fields per day

od oficjalnych szlaków, w tym także w obrębie obszarów ochrony ścisłej, co stanowi duże zagrożenie dla przyrody parku. Pasy wydymowe są dużo powszechniej wykorzystywane niż pasy bagienne, a grzbiety wałów wydymowych często są wykorzystywane nielegalnie, co stanowi szczególne zagrożenie erozją i niszczeniem siedlisk oraz stanowisk gatunków psammofilnych. Ponadto wyraźnie zaznacza się wykorzystanie linii oddziałowych, które często, chociaż nie zawsze, wykorzystywane są przez służby parku i straż pożarną jako drogi techniczne oraz przeciwpożarowe.



Ryc. 6. Gęstość aktywności typu jazda na rowerze na trasach udostępnionych (A) i niedostępnych (B) w okresie 2019-2023 wg pól podstawowych na dzień
Density of cycling activities on publicly accessible (A) and unavailable (B) routes during the period 2019-2023 by basic fields per day

Dyskusja

Brak systemu biletowania, rozmiar parku, istnienie zamieszkałych miejscowości i prywatnych gruntów wewnątrz parku oraz potencjalna możliwość wejścia na teren KPN w bardzo licznych miejscach jego otuliny (często łamiąc przepisy) powodują, że metody monitoringu stosowane w innych parkach narodowych, gdzie istnieją ustalone oficjalne wejścia, nie sprawdzają się. Szacunkowe dane na temat liczby odwiedzających KPN są według badaczy zaniżone i metodycznie niepoprawne (Dzioban, 2013). Dotychczas nieliczne badania naukowe dotyczące ruchu prowadzono w KPN na podstawie badań ankietowych w terenie oraz obserwacji (Dzioban, 2013, 2017). Miały więc one charakter punktowy i przedstawiały ściśle określone okresy. Dzioban (2013) na podstawie swoich pomiarów oszacowała jednak liczbę turystów, zbliżoną do danych podawanych w tamtym okresie przez park. Badania z wykorzystaniem danych społecznościowej informacji geograficznej z portali Endomondo, GPies.com, MapMyRide oraz Flickr przeprowadzili Ciesielski et al. (2022). Autorzy zmapowali przestrzenne rozmieszczenie aktywności i wyznaczyli miejsca o największym natężeniu ruchu. Wyniki tej pracy są zbieżne z przedstawionymi w prezentowanym artykule, jednak zostały uzyskane na podstawie znacznie mniejszego zbioru danych. Wykorzystanie aplikacji STRAVA do zmapowania aktywności umożliwiło uzyskanie danych dla całego obszaru KPN. Według wiedzy Autorów jest to pierwsze tego typu opracowanie dla parku narodowego w Polsce. Przestrzenny rozkład aktywności wyraźnie może wskazywać na odmienne preferencje różnych grup użytkowników – biegaczy i spacerowiczów oraz rowerzystów. Zaobserwowano również podział przestrzeni parku ze względu na intensywność wykorzystania na część wschodnią – na wschód od drogi wojewódzkiej nr 579, która charakteryzuje się większą intensywnością wykorzystania oraz część zachodnią o mniejszej intensywności ruchu turystycznego. Najprawdopodobniej związane jest to z większą liczbą osób zamieszkujących na terenach sąsiadujących od wschodu, czyli m.in. w dzielnicach Bielany i Bemowo, z dostępnością komunikacyjną wschodniej części parku dla mieszkańców całej Warszawy oraz bardziej rozbudowaną infrastrukturą rekreacyjną w tej części. Należy jednak podkreślić, że w pracy wykorzystano dane z jednego portalu, tzn. STRAVA.

Dane STRAVY umożliwiły również wskazanie miejsc, w których dochodzi do naruszeń zakazu poruszania się poza przeznaczonymi do tego celu miejscami, a więc obszarów potencjalnie narażonych na większe zagrożenie dla przedmiotów ochrony parku. Istotne jest, że dzięki szczegółowości danych OSM praktycznie każdy obiekt liniowy w KPN został zmapowany i przypisano mu informację o aktywności. Należy jednak pamiętać, że zgodnie z zastosowanym sposobem udostępniania danych informacja o rzeczywistym przebiegu aktywności wynikająca ze śladu gpx została dociągnięta do segmentu OSM. Rzeczywisty przebieg aktywności mógł w znacznym stopniu przebiegać poza szlakami. Odsetek aktywności poza wyznaczonymi szlakami był stosunkowo duży, natomiast widać, że większość istniejących obiektów liniowych było wykorzystywanych w celach rekreacyjnych. Podobne mapowanie wykorzystania nieformalnych obiektów liniowych przeprowadzili przy wykorzystaniu danych GPSies, Wikiloc i MapMyFitness Norman i Pickering (2017). Campelo i Nogueira-Mendes (2016) w analizach posiłkowali się danymi GPSies i Wikiloc. W pracy zwrócili szczególną uwagę na nieformalne trasy wykorzystywane przez rowerzystów górskich (MTB), którzy używali tras do tak zwanych „downhill”, która jest zabronioną aktywnością na tamtym obszarze. Należy podkreślić, że w polskich parkach narodowych prowadzono prace nad rozpoznaniem wielkości ruchu poza wyznaczonymi

szlakami (np. turystów poza szlakami pieszymi oraz narciarskimi w Ojcowski Parku Narodowym oraz Pienińskim Parku Narodowym (Witkowski et al., 2010), narciarzy wysokogórskich w Tatrzańskim Parku Narodowym (Bielański et al., 2017). W pracy Witkowskiego et al. (2010) próbowano rozpoznać przyczyny nielegalnej dyspersji, do których, w zależności od obszaru badań, należały m.in. duże natężenie ruchu turystycznego oraz łatwość przemieszczania się poza szlakami. Jednak Spornbauer et al. (2023) podkreślili, że badania dotyczące wykorzystania nieformalnych ścieżek stanowią rzadkość, tym samym brak jest opracowań na temat wpływu rekreacji na stan środowiska na ścieżkach i w ich bezpośrednim otoczeniu. Czynnikiem powodującym zwiększenie wykorzystania nieformalnych ścieżek u użytkowników STRAVA może być możliwość komentowania aktywności oraz tworzenie tak zwanych segmentów. Są to specjalne odcinki, na których użytkownicy ze sobą wirtualnie rywalizują. Portal STRAVA udostępniania dla tych odcinków tabele z rekordami z podziałem na grupy użytkowników. Tego typu segmenty można tworzyć w dowolnym miejscu. Norman i Pickering (2017) wskazali, że społecznościowe aspekty aplikacji Wikiloc, takie jak możliwość komentowania, mogą wpływać na wzrost wykorzystania nieformalnych obiektów liniowych. Realizacja aktywności poza obszarami do tego przeznaczonymi w KPN wskazuje na konflikt między celami ochrony przyrody a użytkowaniem parku przez społeczeństwo. Tym bardziej zasadne jest analizowanie danych przestrzennych, najlepiej z możliwie wielu dostępnych portali/aplikacji, w celu identyfikacji wzorców mobilności społeczeństwa, co jest kluczowe dla skutecznego zarządzania obszarem KPN.

Portal STRAVA, ze względu na swoją politykę prywatności, udostępnił dane zbiorcze, przypisane do segmentów OSM w określonych interwałach czasowych. Brak dostępu do danych surowych (ślady gpx), pozbawionych informacji umożliwiających identyfikację użytkowników, spowodował że nie było możliwe wskazanie miejsc startu aktywności i ich przebiegu oraz opracowania kierunków przemieszczania się. Dlatego zdecydowano się na opracowanie ilościowe, które przedstawia przestrzenną kwantyfikację ruchu. Ze względu na brak danych referencyjnych, pochodzących z pomiarów naziemnych, np. z czujników pomiarowych, w pracy nie było możliwości zbudowania modeli regresyjnych, które wskazywałyby na błąd szacowania rzeczywistej liczby użytkowników na podstawie danych STRAVA. Według badań średni błąd procentowy wspomnianych modeli był zróżnicowany i wynosił od 10,4% do 59% (Miah et al., 2022). Modele charakteryzują się mniejszym błędem dla danych zagregowanych miesięcznie lub rocznie w porównaniu do danych dziennych i tygodniowych (Venter et al., 2021). Zastosowanie opracowanych lokalnie modeli w innych lokalizacjach zdaniem Jean-Louis et al. (2024), ze względu na specyficzne uwarunkowania i zmienne, nie jest możliwe.

Dane z portalu STRAVA pochodzą od określonej grupy użytkowników. Są to osoby aktywnie wypoczywające, tzn. spacerowicze, biegacze oraz rowerzyści, którzy rejestrują swoje aktywności przy pomocy aplikacji STRAVA. Struktura wieku użytkowników wskazuje na znaczną nadreprezentację osób w wieku 18-54 lata oraz niedoszacowanie grupy starszych użytkowników (>54 lat) (Lee i Sener, 2021). Młodsze pokolenia częściej korzystają z narzędzi i platform cyfrowych w celu poprawy wrażeń związanych z rekreacją na świeżym powietrzu (Cook i Karvonen, 2023). Roy et al. (2019) wskazali natomiast, że z aplikacji STRAVA korzystają osoby bardziej zamożne. Brak reprezentatywności próby powoduje, że wszystkie formowane wnioski należy odnosić jedynie do analizowanej populacji (Conrow et al., 2018).

Wykorzystanie danych tworzonych przez użytkowników aplikacji telefonicznych budzi również zastrzeżenia natury etycznej wśród badaczy ze względu na brak wiedzy użytkowników o wtórnym wykorzystaniu danych (Ciesielski et al. 2022). Należy jednak podkreślić, że portale i aplikacje nie udostępniają danych osobowych (np. imię i nazwisko), miejsca zamieszkania a dana osoba pojawia się w bazie jako zanonimizowane ID. Ponadto udostępnienie danych związane jest z zaakceptowaną polityką prywatności. Pomimo ograniczeń, dane z portalu STRAVA mogą być wykorzystywane jako ważne narzędzie budowania strategii zarządzania infrastrukturą i modelowania ruchu (Slater et al. 2020). Z drugiej strony, nieetyczne jest również ignorowanie przepisów ochrony przyrody przez użytkowników oraz wielokrotne ich łamanie. Takie postępowanie może być zarówno wynikiem braku odpowiedniej edukacji i świadomości na temat zasad poruszania się po terenie chronionym, jak i działaniem celowym, wynikającym z dostępności terenu i łatwości dostarcia do interesujących użytkownika fragmentów tras (segmentów).

Rozpoznanie znajomości przepisów regulujących ruch turystyczny w wybranych parkach narodowych przez odwiedzających było przedmiotem pracy Jodłowskiego et al. (2023). Autorzy wykazali, że nastawienie turystów do ograniczeń było ogólnie pozytywne i przestrzegają oni wszystkich lub większości przepisów. Wynik ten może stać w sprzeczności ze znajomością poszczególnych regulacji, gdyż niektóre z nich nie były znane blisko połowie ankietowanych. Zachętą do poruszania się poza wyznaczonymi trasami może być również przekonanie użytkowników o anonimowości oraz swego rodzaju poczucie bezkarności, wynikające z braku nieuchronności kary za naruszenie przepisów dotyczących ochrony przyrody na obszarze KPN. Intensywne wykorzystywanie nielegalnych ścieżek w obrębie obszarów ochrony ścisłej może stanowić poważne zagrożenie dla antropofobnej fauny, która z założenia w tych strefach/obszarach powinna znajdować spokój i nie być narażana na stres ze strony człowieka. Natomiast wykorzystywanie tras wiodących przez wydmy może prowadzić do intensywnej erozji podłoża i niszczenia siedlisk przyrodniczych (np. zajmujących niewielkie powierzchnie w parku i szczególnie zagrożonych w skali Europy muraw) oraz stanowisk i populacji gatunków roślin rzadkich i chronionych (np. sasanki łąkowej, goździka piaskowego, smagliczki pagórkowej) (Projekt, 2018).

Wnioski i wytyczne praktyczne

Uzyskane wyniki mogą w istotny sposób przyczynić się do lepszego rozpoznania obszarów, w których dochodzi do szczególnie groźnych dla przyrody parku konfliktów na linii człowiek – ochrona przyrody. Jednym z zadań służb ochrony przyrody powinno być dążenie do minimalizowania negatywnego wpływu człowieka na ekosystemy. Uzyskane wyniki dość precyzyjnie wskazują miejsca w których kumuluje się największa aktywność użytkowników serwisu STRAVA. Powszechność tego typu aplikacji oraz popularność urządzeń rejestrujących aktywność fizyczną pozwala sądzić, że informacje uzyskane z tego serwisu nie będą istotnie różnić się od innych tego typu baz danych. W związku z tym wiedza na temat poruszania się odwiedzających park narodowych może przyczynić się do dynamicznego reagowania Służby Parku Narodowego, zwłaszcza Straży Parku, dostosowywania istniejącej infrastruktury, oznakowania i rozbudowy sieci szlaków turystycznych aby ograniczać sytuacje, w których odwiedzający obszar chroniony będą poruszać się po niedostępnych obiektach liniowych (np. po tak zwanych „drogach pożarowych”) stwarzając zagrożenie

nie dla przedmiotów ochrony parku. Oprócz konieczności wyraźnego oznakowania takich obiektów w terenie, opracowywania map turystycznych obszarów chronionych i stosowania tablic informacyjnych przez służby parku, należy także zadbać o to, aby także mapy pochodzące z innych źródeł, zarówno analogowe, jak i cyfrowe, zawierały treści zgodne z przepisami obowiązującymi na terenie parku narodowego. Stosowane obecnie rozwiązania kanalizujące ruch turystyczny poza obszarami niedostępnymi (zamykanie dróg ściętymi drzewami, stawianie płotków itp.) spotykają się z wyraźną dezaprobatą głównie ze strony rowerzystów. Odrębnym problemem wydaje się odnotowywanie aktywności sportowej także w obszarach ochrony ścisłej, które ze względu na swój "dziki" charakter, stanowią bardzo atrakcyjne miejsce do penetrowania, w tym do uprawiania kolarstwa i biegów przełajowych. Praktyczną implikacją wynikającą z przeprowadzonej analizy może być także możliwość skoncentrowania sił i środków KPN zarówno w kontekście przeprowadzanych kontroli przez Straż Parku, jak i działań edukacyjno-informacyjnych. Na podstawie gęstości aktywności biegowej i rowerowej celowym wydaje się częstsze monitorowanie wschodniej części KPN.

Z punktu widzenia działań z zakresu ochrony przyrody, przeprowadzona analiza stwarza także możliwość do prowadzenia badań nad wpływem człowieka (w tym przypadku aktywności sportowych) na przekształcanie ekosystemów oraz na populacje roślin, zwierząt i grzybów. Aktywność poza wyznaczonymi obszarami, a zwłaszcza w obszarach ochrony ścisłej, niesie ze sobą wiele zagrożeń. Wchodzenie do ostoi zwierząt powoduje ich niepokoienie i płoszenie, a więc dodatkową aktywność i konieczność przemieszczania się, co w parku narodowym o tak gęstej sieci dróg i szlaków, dodatkowo utrudnia jej bytowanie. Odwiedzający mogą stać się również wektorem dyspersji inwazyjnych gatunków obcych, których diaspory (np. nasiona, ukorzeniające się pędy) w sposób nieświadomy przenoszą. Kolejnym problemem jest niszczenie gatunków rzadkich i chronionych roślin poprzez ich wydeptywanie, zrywanie oraz zmianę warunków glebowych (ubijanie gleby, erozja podłoża).

Podsumowanie

W pracy przedstawiono możliwość wykorzystania danych STRAVA do mapowania przestrzennego rozmieszczenia ruchu na obiektach liniowych w KPN. Opracowana na podstawie rzeczywistych danych o użytkowaniu poszczególnych obiektów mapa intensywności aktywności może stanowić istotny element wspierania decyzji podejmowanych w zagadnieniach związanych z udostępnianiem parku społeczeństwu. Dane ilościowe w przyszłości należy uzupełnić badaniami jakościowymi, które uzupełnią wiedzę na temat czynników determinujących wybór terenów parku w celach rekreacji, przyczyn poruszania się poza wyznaczonymi obiektami a także oczekiwań społecznych dotyczących sposobu zagospodarowania rekreacyjnego parku z uwzględnieniem ochrony przyrody. Dalsze prace powinny również dotyczyć zbudowania modelu wyjaśniającego zależność pomiędzy liczebnościami danych ze STRAVY a rzeczywistym wykorzystaniem. W tym celu na obszarze parku należałoby rozmieścić w sposób metodyczny czujniki pomiarowe.

Publikacja przygotowana w ramach projektu badawczego Narodowego Centrum Nauki w ramach konkursu OPUS w programie Weave 2021/43/I/HS4/01451, „Big data w mo-

onitoringu ruchu turystycznego i waloryzacji kulturowych usług ekosystemowych na terenach leśnych w obrębie metropolii warszawskiej i wiedeńskiej”.

Ryciny i tabele, pod którymi nie zamieszczono źródeł, są opracowaniami własnymi Autorów artykułu.

Piśmiennictwo

- Ahas, R., Aasa, A., Mark, Ü., Pae, T., & Kull, A. (2007). Seasonal tourism spaces in Estonia: Case study with mobile positioning data. *Tourism Management*, 28(3), 898-910.
<https://doi.org/10.1016/j.tourman.2006.05.010>
- Alejskiak, W. (2009). TelsKART© – Nowa metoda pomiaru wielkości ruchu turystycznego. *Folia Turistica*, 21, 95-136.
- Andrzejewski, R. (red.) (2003). Kampinoski Park Narodowy, t. 1: Przyroda Kampinoskiego Parku Narodowego. Izabelin: Kampinoski Park Narodowy.
- Arnberger, A. (2006). Recreation use of urban forests: An inter-area comparison. *Urban Forestry & Urban Greening*, 4(3-4), 135-144. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2006.01.004>
- Balmford, A., Green, J.M.H., Anderson, M., Beresford, J., Huang, C., Naidoo, R., Walpole, M., & Manica, A. (2015). Walk on the Wild Side: Estimating the Global Magnitude of Visits to Protected Areas. *PLOS Biology*, 13(2), e1002074. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002074>
- Bieleński, M., Adamski, P., Ciapała, Sz., & Olewiński, M. (2017). Poza szlakowa turystyka narciarska w Tatrzańskim Parku Narodowym. *Studia i Materiały CEPL w Rogowie*, 52(3), 45-52.
- Campelo, M.B., & Nogueira-Mendes, R.M. (2016). Comparing webshare services to assess mountain bike use in protected areas. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 15, 82-88.
<https://doi.org/10.1016/j.jort.2016.08.001>
- De Cantis, S., Parroco, A.M., Ferrante, M., & Vaccina, F. (2015). Unobserved tourism. *Annals of Tourism Research*, 50, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2014.10.002>
- Cessford, G., & Muhar, A. (2003). Monitoring options for visitor numbers in national parks and natural areas. *Journal for Nature Conservation*, 11(4), 240-250. <https://doi.org/10.1078/1617-1381-00055>
- Ciapała, S., Zielonka, T., & Kmieciak-Wróbel, J. (2010). Metody zapobiegania nielegalnej dyspersji turystów i związanej z nią erozji gleby w Tatrzańskim Parku Narodowym. *Folia Turistica*, 22, 67-89.
- Ciesielski, M., & Stereńczak, K. (2018). What do we expect from forests? The European view of public demands. *Journal of Environmental Management*, 209, 139-151.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.12.032>
- Ciesielski, M., & Stereńczak, K. (2021). Using Flickr data and selected environmental characteristics to analyse the temporal and spatial distribution of activities in forest areas. *Forest Policy and Economics*, 129, 102509. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102509>
- Ciesielski, M., Dobrowolska, E., & Krok, G. (2022). Tourism and recreation in Polish national parks based on social media data. *Acta Scientiarum Polonorum Administratio Locorum*, 21(4), 513-528. <https://doi.org/10.31648/aspal.7820>
- Cordell, H.K., Green, G.T., Leeworthy, V.R., Stephens, R., Fly, M.J. & Betz, C.J. (2005). United States of America: outdoor recreation. W: G. Cushman, A.J. Veal, & J. Zuzanek (red.), *Free time and leisure participation: international perspectives*. Wallingford, UK: CABI Publishing.

- Conrow, L., Wentz, E., Nelson, T., & Pettit, C. (2018). Comparing spatial patterns of crowdsourced and conventional bicycling datasets. *Applied Geography*, 92, 21-30.
<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.01.009>
- Cook, M., & Karvonen, A. (2024). Urban planning and the knowledge politics of the smart city. *Urban Studies*, 61(2), 370-382. <https://doi.org/10.1177/00420980231177688>
- Cukor, J., Linda, R., Mahlerová, K., Vacek, Z., Faltusová, M., Marada, P., Havránek, F., & Hart, V. (2021). Different patterns of human activities in nature during Covid-19 pandemic and African swine fever outbreak confirm direct impact on wildlife disruption. *Scientific Reports*, 11(1), 20791. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-99862-0>
- Donahue, M.L., Keeler, B.L., Wood, S.A., Fisher, D.M., Hamstead, Z.A., & McPhearson, T. (2018). Using social media to understand drivers of urban park visitation in the Twin Cities, MN. *Landscape and Urban Planning*, 175, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.02.006>
- Dzioban, K. (2013). Wielkość ruchu turystycznego w Kampinoskim Parku Narodowym. *Studia i Materiały CEPL w Rogowie*, 52(3), 90-103.
- Dzioban, K. (2017). Wielkość ruchu turystyczno-rekreacyjnego w Kampinoskim Parku Narodowym od strony polany i ścieżki dydaktycznej w Lipkowie w latach 2015-2017 – analiza porównawcza. *Studia i Materiały CEPL w Rogowie*, 52(3), 70-76.
- Eagles, P.F.J. (2014). Research priorities in park tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, 22(4), 528-549. <https://doi.org/10.1080/09669582.2013.785554>
- Fagerholm, N., García-Martín, M., Torralba, M., Bieling, C., & Plieninger, T. (2022). Public participation geographical information systems (PPGIS): Participatory research methods for sustainability – toolkit #1. *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society*, 31(1), 46-48.
<https://doi.org/10.14512/gaia.31.1.10>
- Fox, N., August, T., Mancini, F., Parks, K.E., Eigenbrod, F., Bullock, J.M., Sutter, L., & Graham, L.J. (2020). “photosearcher” package in R: An accessible and reproducible method for harvesting large datasets from Flickr. *SoftwareX*, 12, 100624. <https://doi.org/10.1016/j.softx.2020.100624>
- Franceschinis, C., Swait, J., Vij, A., & Thiene, M. (2021). Determinants of Recreational Activities Choice in Protected Areas. *Sustainability*, 14(1), 412. <https://doi.org/10.3390/su14010412>
- Furuyashiki, A., Tabuchi, K., Norikoshi, K., Kobayashi, T., & Oriyama, S. (2019). A comparative study of the physiological and psychological effects of forest bathing (Shinrin-yoku) on working age people with and without depressive tendencies. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 24(1), 46. <https://doi.org/10.1186/s12199-019-0800-1>
- Ghermandi, A., & Sinclair, M. (2019). Passive crowdsourcing of social media in environmental research: A systematic map. *Global Environmental Change*, 55, 36-47.
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.02.003>
- Głowacki, Z., & Ferchmin, M. (2003). Chronione, rzadkie i zagrożone gatunki roślin naczyniowych Kampinoskiego Parku Narodowego i jego otuliny. W: R. Andrzejewski (red.), *Kampinoski Park Narodowy, t. 1: Przyroda Kampinoskiego Parku Narodowego* (s. 259-274). Izabelin: Kampinoski Park Narodowy.
- Greene-Roesel, R., Diogenes, M.C., Ragland, D.R., & Lindau, L.A. (2008). Effectiveness of a Commercially Available Automated Pedestrian Counting Device in Urban Environments: Comparison with Manual Counts. UC Berkeley: Safe Transportation Research & Education Center. Pobrane z: <https://escholarship.org/uc/item/2n83w1q8> (10.09.2024).

- Heikinheimo, V., Minin, E.D., Tenkanen, H., Hausmann, A., Erkkonen, J., & Toivonen, T. (2017). User-Generated Geographic Information for Visitor Monitoring in a National Park: A Comparison of Social Media Data and Visitor Survey. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(3), 85. <https://doi.org/10.3390/ijgi6030085>
- Heikinheimo, V., Tenkanen, H., Bergroth, C., Järv, O., Hiippala, T., & Toivonen, T. (2020). Understanding the use of urban green spaces from user-generated geographic information. *Landscape and Urban Planning*, 201, 103845. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103845>
- Hong, J., McArthur, D.P., & Livingston, M. (2020). The evaluation of large cycling infrastructure investments in Glasgow using crowdsourced cycle data. *Transportation*, 47(6), 2859-2872. <https://doi.org/10.1007/s11116-019-09988-4>
- Huang, J.-H., Floyd, M.F., Tateosian, L.G., & Aaron Hipp, J. (2022). Exploring public values through Twitter data associated with urban parks pre- and post- COVID-19. *Landscape and Urban Planning*, 227, 104517. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104517>
- Hunter, I.R. (2001). What do people want from urban forestry? – The European experience. *Urban Ecosystems*, 5, 277-284. <https://doi.org/10.1023/A:1025691812497>
- Jalinik, M. (2016). Zarządzanie turystyką na obszarach cennych przyrodniczo. Turystyka na obszarach cennych przyrodniczo. *Zeszyty Naukowe. Turystyka i Rekreacja*, 1(17), 227-238.
- Jarský, V., Palátová, P., Riedl, M., Zahradník, D., Rinn, R., & Hochmalová, M. (2022). Forest Attendance in the Times of COVID-19—A Case Study on the Example of the Czech Republic. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5), 2529. <https://doi.org/10.3390/ijerph19052529>
- Jean-Louis, G., Eckhardt, M., Podschun, S., Mahnkopf, J., & Venohr, M., 2024. Estimating daily bicycle counts with Strava data in rural and urban locations. *Travel Behaviour and Society*, 34, 100694. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2023.100694>
- Jodłowski, M. (2019). *Udostępnianie górskich parków narodowych w Europie*. Kraków: Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ.
- Jodłowski, M., Kruczek, Z., Szromek, A., & Gmyrek, K. (2023). Postawy turystów wobec zasad udostępniania parków narodowych w polskich Karpatach. *Studia Periegetica*, 42(2), 7-30. <https://doi.org/10.58683/sp.385>
- Kaczmarek, A. (2014). Wybrane czynniki rozwoju turystyki. W: U. Zagóra-Jonszta (red). *Kategorie i teorie ekonomiczne oraz polityka gospodarcza*. Katowice: Studia Ekonomiczne/Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach.
- Kampinos, 2024. Kampinoski Park Narodowy – ochrona czynna. Pobrane z: <https://kampn.gov.pl/ochrona-czynna> (13.09.2018).
- Kolasińska, A. (2010). Postawy turystów w odniesieniu do ochrony przyrody w świetle badań ankietowych na przykładzie pienińskiego parku narodowego. *Folia Turistica*, 22, 207-216.
- Korpilo, S., Kaaronen, R.O., Olafsson, A.S., & Raymond, C.M. (2022). Public participation GIS can help assess multiple dimensions of environmental justice in urban green and blue space planning. *Applied Geography*, 148, 102794. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2022.102794>
- Kruczek, Z., & Nowak, K. (2023). Wpływ pandemii COVID-19 na funkcjonowanie wybranych atrakcji turystycznych w Polsce. *Warsztaty z Geografii Turyzmu*, 13, 37-50.
- Larcher, F., Pomatto, E., Battisti, L., Gullino, P., & Devecchi, M. (2021). Perceptions of Urban Green Areas during the Social Distancing Period for COVID-19 Containment in Italy. *Horticulturae*, 7(3), 55. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7030055>

- Lee, R.J., Sener, I.N., & Mullins, J.A. (2016). An evaluation of emerging data collection technologies for travel demand modeling: From research to practice. *Transportation Letters*, 8(4), 181-193. <https://doi.org/10.1080/19427867.2015.1106787>
- Lee, K., & Sener, I.N. (2021). Strava Metro data for bicycle monitoring: a literature review. *Transport Reviews*, 41(1), 27-47. <https://doi.org/10.1080/01441647.2020.1798558>
- Lupp, G., Kantelberg, V., Förster, B., Honert, C., Naumann, J., Markmann, T., & Pauleit, S. (2021). Visitor Counting and Monitoring in Forests Using Camera Traps: A Case Study from Bavaria (Southern Germany). *Land*, 10(7), 736. <https://doi.org/10.3390/land10070736>
- Marion, J.L., Leung, Y.-F., Eagleston, H., & Burroughs, K. (2016). A Review and Synthesis of Recreation Ecology Research Findings on Visitor Impacts to Wilderness and Protected Natural Areas. *Journal of Forestry*, 114(3), 352-362. <https://doi.org/10.5849/jof.15-498>
- Miah, M.M., Hyun, K.K., Mattingly, S.P., & Khan, H. (2023). Estimation of daily bicycle traffic using machine and deep learning techniques. *Transportation*, 50(5), 1631-1684. <https://doi.org/10.1007/s11116-022-10290-z>
- Miller, A.B., Leung, Y.-F., & Kays, R. (2017). Coupling visitor and wildlife monitoring in protected areas using camera traps. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 17, 44-53. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2016.09.007>
- Niezgoda, A., & Markiewicz, E. (2022). Produkt turystyczny w parkach narodowych – skutki pandemii COVID-19. *Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego*, 36(2), 177-189. <https://doi.org/10.24917/20801653.362.11>
- Nogueira-Mendes, R., Silva, A., Grilo, C., Rosalino, L.M., & Silva, C.P. 2012. MTB monitoring in Arrábida natural Park, Portugal. W: P. Fredman et al. (red.), *6th International Conference on Monitoring and Management of Visitors in Recreational and Protected Areas* (s. 32-33).
- Norman, P., & Pickering, C.M. (2017). Using volunteered geographic information to assess park visitation: Comparing three on-line platforms. *Applied Geography*, 89, 163-172. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.11.001>
- Projekt, 2018. Projekt Planu ochrony Kampinoskiego Parku Narodowego. Pobrane z: <https://kampan.gov.pl/bip/plan-ochrony> (13.09.2018).
- Reed, S.E., & Merenlender, A.M. (2008). Quiet, Nonconsumptive Recreation Reduces Protected Area Effectiveness. *Conservation Letters*, 1(3), 146-154. <https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2008.00019.x>
- Rogowski, M. (2017). Piesza turystyka górską w Parku Narodowym Gór Stołowych. *Turyzm/Tourism*, 27(2), 95-104. <https://doi.org/10.18778/0867-5856.27.2.09>
- Rogowski, M. (2020). Monitoring System of tourist traffic (MSTT) for tourists monitoring in mid-mountain national park, SW Poland. *Journal of Mountain Science*, 17(8), 2035-2047. <https://doi.org/10.1007/s11629-019-5965-y>
- Roy, A., Nelson, T.A., Fotheringham, A.S., & Winters, M. (2019). Correcting Bias in Crowdsourced Data to Map Bicycle Ridership of All Bicyclists. *Urban Science*, 3(2), 62. <https://doi.org/10.3390/urbansci3020062>
- Schneider, I.E., Budruk, M., Shinew, K., Wynveen, C.J., Stein, T., VanderWoude, D., Hendricks, W.W., & Gibson, H. (2023). COVID-19 compliance among urban trail users: Behavioral insights and environmental implications. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 41, 100396. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2021.100396>

- Selala, M., & Musakwa, W. (2016). Potential of STRAVA data to contribute in non-motorised transport (NMT) planning in Johannesburg. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLI-B2, XXIII ISPRS Congress, 12-19 July 2016, Prague, Czech Republic
- Slater, S.J., Christiana, R.W., & Gustat, J. (2020). Recommendations for Keeping Parks and Green Space Accessible for Mental and Physical Health During COVID-19 and Other Pandemics. *Preventing Chronic Disease*, 17, E59. <https://doi.org/10.5888/pcd17.200204>
- Solon, J., Borzyszkowski, J., Bidłasik, M., Richling, A., Badora, K., Balon, J., Brzezińska-Wójcik, T., Chabudziński, Ł., Dobrowolski, R., Grzegorzczak, I., Jodłowski, M., Kistowski, M., Kot., R., Krąż, P., Lechnio, J., Macias, A., Majchrowska, A., Malinowska, E., Migoń, P., ... & Ziąja, W. (2018). Physico-geographical mesoregions of Poland: verification and adjustment of boundaries. *Geographia Polonica*, 91(2), 143-170. <https://doi.org/10.7163/GPol.0115>
- Spernbauer, B.S., Monz, C., D'Antonio, A., & Smith, J.W. (2023). Factors influencing informal trail conditions: Implications for management and research in Urban-Proximate parks and protected areas. *Landscape and Urban Planning*, 231, 104661. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104661>
- Spychała, A., & Graja-Zwolińska, S. (2015). Monitoring ruchu turystycznego w parkach narodowych. *Barometr Regionalny. Analizy i Prognozy*, 12(4), 171-177. <https://doi.org/10.56583/br.995>
- STRAVA, 2024. Dane udostępnione przez portal STRAVA na zasadach licencji (10.09.2024).
- Sun, Y., & Mobasher, A. (2017). Utilizing Crowdsourced Data for Studies of Cycling and Air Pollution Exposure: A Case Study Using Strava Data. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(3), 274. <https://doi.org/10.3390/ijerph14030274>
- Taczanowska, K., Zięba, A., Brandenburg, C., Muhar, A., Preisel, H., Zięba, S., Krzeptowski, J., Hibner, J., Makaruk, W., Sostmann, H., Latosińska, B., Graf, C., Benitez, R., Bolos, V., Gonzalez, L.M., Garcia, X., Toca-Herra, J.L., & Ziobrowski, S. (2015). Czasoprzestrzenny rozkład ruchu w rejonie kopuły Kasprowego Wierchu w sezonie letnim 2014. W: A. Chrobak, T. Zwijacz-Kozica (red.), *Nauka Tatrom*, t. 3, Człowiek i Środowisko. Zakopane: Wydawnictwa Tatrzńskiego Parku Narodowego, 127-136.
- Taczanowska, K., Latosińska, B., Hibner, J., Czachs, C., Monteiro Neto, L., Muhar, A., & Brandenburg, C. (2017). Creation of Indicators and Tools for Measuring the Usage Effectiveness of State Forests' Tourist Infrastructure – final Report. University of Natural Resources and Life Sciences Vienna.
- Tenerelli, P., Demšar, U., & Luque, S. (2016). Crowdsourcing indicators for cultural ecosystem services: A geographically weighted approach for mountain landscapes. *Ecological Indicators*, 64, 237-248. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.12.042>
- Ustawa o ochronie przyrody z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz.U. z 2023 r. poz. 1336, z późn. zm)
- Venter, Z.S., Barton, D.N., Gundersen, V., Figari, H., & Nowell, M. (2020). Urban nature in a time of crisis: Recreational use of green space increases during the COVID-19 outbreak in Oslo, Norway. *Environmental Research Letters*, 15(10), 104075. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abb396>
- Venter, Z.S., Barton, D.N., Gundersen, V., Figari, H., & Nowell, M.S. (2021). Back to nature: Norwegians sustain increased recreational use of urban green space months after the COVID-19 outbreak. *Landscape and Urban Planning*, 214, 104175. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104175>

- Willberg, E.S., Tenkanen, H., Poom, A., Salonen, M., & Toivonen, T. (2021). *Comparing spatial data sources for cycling studies – a review* [Preprint]. SocArXiv. <https://doi.org/10.31235/osf.io/ruy3j>
- Willemsen, L., Cottam, A.J., Drakou, E.G., & Burgess, N.D. (2015). Using Social Media to Measure the Contribution of Red List Species to the Nature-Based Tourism Potential of African Protected Areas. *PLOS ONE*, 10(6), e0129785. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129785>
- Witkowski, Z., Mroccka, A., Adamski, P., Bielański, M., & Kolańska, A. (2010). Nielegalna dyspersja turystów – problem parków narodowych i rezerwatów przyrody w Polsce. *Folia Turistica*, 22, 35-65.
- Yang, H., Ozbay, K., & Bartin, B. (2010). Investigating the Performance of Automatic Counting Sensors for Pedestrian Traffic Data Collection. Proc., 12th World Conference on Transport Research, Lisbon, Portugal, WCTR Society, Lyon, France.
- Zarządzenie nr 15/2020 dyrektora Kampinoskiego Parku Narodowego z dnia 31.07.2020 r. w sprawie udostępniania Kampinoskiego Parku Narodowego
- Zawilińska, B. (2021). Metody badania ruchu turystycznego i konsumpcji usług turystycznych w polskich parkach narodowych. *Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego*, 35(3), 41-61.

Summary

The growing pressure from society on naturally valuable areas means that the entities managing these areas are obliged to implement sustainable development plans that, on the one hand, ensure the preservation of natural values, and on the other hand, meet the needs of local communities and tourists in relation to various forms of recreation. Choosing the optimal strategy for managing naturally valuable areas (e.g. zoning or channeling human traffic) and educating the public to minimize the impact on the ecosystem requires access to objective data. While knowledge about the natural resources of protected areas is extensive and constantly updated, and the dynamics of various processes are monitored, information about the societal mobility in natural areas is rare. In some Polish national parks, permanent traffic monitoring is also absent. An example of such a park is the Kampinos National Park (KPN), located near Poland's largest city. It is estimated that around 1.5 million people visit the park every year.

Considering the estimated volume of recreational traffic in KPN and the lack of permanent on-ground monitoring, this study decided utilized available data from the STRAVA portal, covering the period from 2019-2023, to determine:

1. The spatial distribution of activities by STRAVA users, categorised by activity type: walking, running, and cycling.
2. The traffic volume outside of the linear facilities designated for this purpose by the Director of the National park (marked hiking and cycling trails).

All linear facilities (available and unavailable for tourist traffic) in the KPN area, as recorded in the OpenStreetMap (OSM) database, were analyzed. The data provided by STRAVA was analyzed in detail on an annual basis, broken down by type of activity (running, walking, cycling, electric bicycle). The analysis covered the years 2019-2023. Maps showing the intensity of use of OSM segments were created, categorized into 10 deciles (deciles 1-3 indicating low activity level, deciles 4-6 medium activity level, deciles 7-9 high activity level, and decile 10 the highest activity level). Daily activity density was also calculated for

each basic field activity taking place outside the designated linear objects. Density was calculated using the following formula: $\text{Sum (number of activities} \times \text{object length)} / (\text{sum (object lengths)} \times \text{number of days in the analysis period})$.

The quantification of linear objects in terms of intensity of use showed that, regardless of activity type (walking, running, cycling), the most intensively used linear objects in the park are located in the eastern part bordering the capital, Warsaw. The highest level of activity (10th decile, i.e. the number of activities in the range 15061-88305) were recorded on 839 linear objects, 4.9% of which were not open to traffic. Spatial patterns differed among cyclists, walkers and runners. Activities such as walking or running were registered by STRAVA users on 90.6% of the linear objects in the OSM database. No unavailable linear object was used at the highest activity level. Overall, the highest activity level (9481-13080 activities) was recorded on only 57 linear objects. Cycling was recorded on 96.8% of all OSM linear objects entered into the OSM database. The highest activity (12541-82275 activities) was recorded on 4.6% of them (37 linear objects). It is clear that STRAVA users in KPN recorded cycling activities much more frequently than walking or running.

This paper presents the possibility of using STRAVA data to map the spatial distribution of traffic on linear objects in KPN. An activity intensity map developed based on actual data on the use of individual facilities can be an important element in supporting decisions related to public access to the park. In the future, quantitative data should be complemented by qualitative research that completes the knowledge of the factors determining the selection of park areas for recreational purposes, the reasons for migration from designated facilities, and societal expectations regarding the development of the recreational park while considering nature conservation. Further work should also focus on creating a model that explains the relationship between STRAVA data volumes and actual use.