

## Wykonanie drugiego studium przypadku dla ekonomicznych wartości usług ekosystemowych

30.06.2022



Wycena usług ekosystemowych świadczonych przez ekosystemy leśne  
- drugie studium przypadku

Projekt finansowany ze środków Mechanizmu Finansowego EOG 2014-2021 w ramach programu  
“Środowisko, Energia i Zmiany klimatu”



UNIwersytet Warszawski  
**Warszawski Ośrodek Ekonomii Ekologicznej**

Studium przypadku przygotował Zespół Warszawskiego Ośrodka Ekonomii Ekologicznej przy współpracy pracowników Biura Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej w składzie:

Dr hab. Marek Giergiczny, prof. UW

Mgr inż. Adam Wasiak (BULiGL)

Prof. dr hab. Tomasz Żylicz

Mgr inż. Borys Draus (BULiGL)

Dr hab. Zbigniew Szkop

Mgr Sviataslau Valasiuk

Raport sporządzony dla Koordynatora Projektu – Uniwersytet im Adama Mickiewicza w Poznaniu



***Usługi świadczone przez główne typy ekosystemów w Polsce – Podejście Stosowane***  
Projekt finansowany ze środków Mechanizmu Finansowego EOG 2014-2021

Warszawa 30.06.2022

## Wstęp

Wartość jest podstawową kategorią ekonomiczną. Współczesna ekonomia postuluje, że wartość wyraża się przede wszystkim w cenach rynkowych. Tak rozumiana wartość uzasadniona jest użytecznością dóbr, czyli korzyścią, jaką konsument odnosi dzięki zwiększeniu konsumpcji danego dobra. Według współczesnej ekonomii, nic – łącznie ze środowiskiem przyrodniczym – nie ma wartości, chyba, że bezpośrednio lub pośrednio służy zaspokajaniu ludzkich potrzeb. W tym sensie wartość ekonomiczna jest antropocentryczna. Nie oznacza to jednak, że wartość mają jedynie dobra i usługi o charakterze użytkowym. Ekonomisci dostrzegają, że ceny, a więc i wartości, zawierają składniki, z których część związana jest z bezpośrednim lub pośrednim użytkowaniem dóbr, a część zaś jedynie z satysfakcją z faktu, że coś istnieje. Pierwszy typ zwany jest wartością użytkową, drugi natomiast – wartością pozaużytkową.

Mając to na względzie, wartość "usług" dostarczanych przez ekosystemy należy rozumieć jako to, co ludzie są gotowi albo byliby gotowi poświęcić, aby z nich korzystać. Sprawa jest jednak skomplikowana, ponieważ w tym przypadku wybory nie są jasne. W przeciwieństwie do owoców, paliw czy robocizny, często nie występuje rynek, na którym owa wartość mogłaby się bezpośrednio ujawniać. Trzeba więc ją często szacować pośrednio, za pomocą wartości, które dadzą się obserwować na rynku bezpośrednio.

Usługi ekosystemowe należą do kilku szerokich kategorii zwanych zazwyczaj: zaopatrzeniowymi, regulacyjnymi oraz kulturowymi. Tylko w przypadku pierwszej kategorii – usług zaopatrzeniowych – ekonomista może łatwo polegać na cenach rynkowych. Dzięki rynkowi wiadomo, ile wart jest kilogram ziarna czy 1 m<sup>3</sup> drewna. Ale ekosystemy dostarczają zazwyczaj usług należących do kilku kategorii jednocześnie. Na przykład las dostarcza nie tylko drewna (jest to usługa zaopatrzeniowa), ale wielu innych usług np. przeciwdziała erozji (jest to usługa regulacyjna), zapewnia również miejsce do rekreacji (jest to usługa kulturowa). Jednak jedynie pierwszą usługę można wycenić bezpośrednio na rynku. Pozostałe dwie są tak samo realne jak korzyści z drewna, jednak oszacowanie ich wartości wymaga zastosowania innych metod wyceny, czym specjaliści gospodarki leśnej zaczynają się praktycznie interesować (Zanchi i Brady, 2019).

Oprócz usług zaopatrzeniowych, regulacyjnych i kulturowych wyróżnia się również tzw. usługi podtrzymujące. Są one niezbędne do tego, żeby pozostałe usługi mogły zostać wykorzystane, ale dają się one wycenić tylko pośrednio, przez wycenę poprzednich trzech kategorii, których realizację umożliwiły. Na przykład produkcja pierwotna, a zwłaszcza fotosynteza uważana jest za usługę podtrzymującą, ale jej osobna wycena nie jest praktykowana; powinna być bowiem uwzględniona w innych wartościach, przypisywanych ekosystemom w ramach dostarczanych przez nie korzyści.

Biorąc pod uwagę trudności metodologiczne związane z kwantyfikacją i mapowaniem usług ekosystemowych, w niniejszym opracowaniu skupiamy się jedynie na wartości rekreacyjnej, którą zalicza się do ekosystemowych usług kulturowych, i na jej związku z charakterystykami lasu. Nasza analiza została przeprowadzona dla lasów Aglomeracji Warszawskiej. Opracowanie składa się z następujących części:

- 1) W części pierwszej omówiono pojęcie całkowitej wartości ekonomicznej w kontekście lasów.
- 2) W części drugiej omówiono wskaźniki wartości rekreacyjnej lasów, które zostały wykorzystane do mapowania wartości rekreacyjnej. Część druga składa się z trzech podrozdziałów:

- a) Opis i oszacowanie wskaźników łączących cechy lasu z wartością rekreacyjną,
  - b) Opis i oszacowanie wskaźników łączących przestrzenne cechy lasów (powierzchnię i status ochronny) z wartością rekreacyjną,
  - c) Wskaźniki rzeczywistego wykorzystania rekreacyjnego i wartości na podstawie badania preferencji ujawnionych.
- 3) W części trzeciej zmapowano potencjał rekreacyjny i wartość rekreacyjną lasów Aglomeracji Warszawskiej. Dokonano tego za pomocą gotowości do płacenia oraz wskaźnika bazującego na nadwyżce konsumenta.

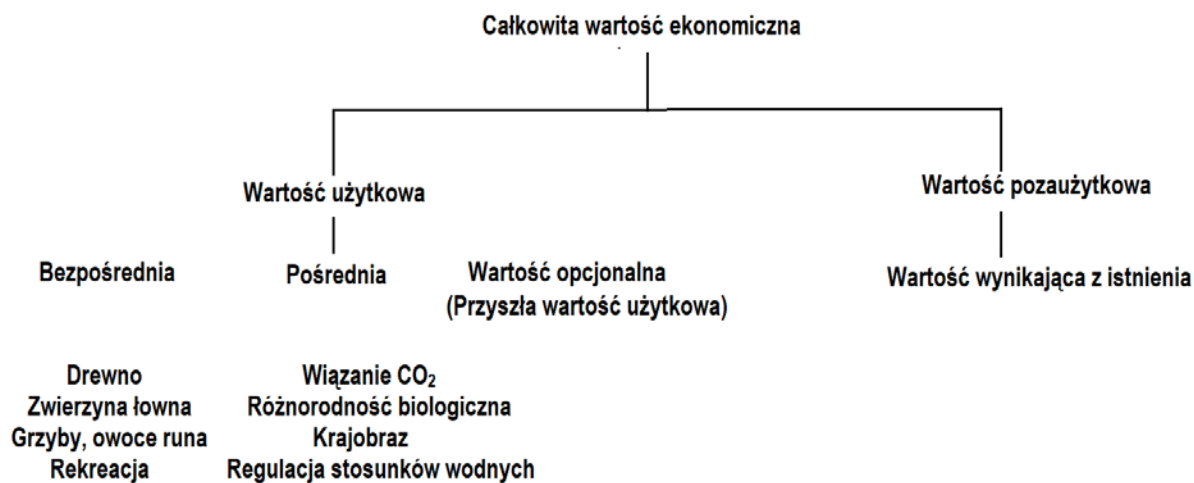
Bardziej szczegółowy opis części 1 i części 2a czytelnicy mogą znaleźć w Giergiczny i Żylicz (2021). W części 2a do estymacji wykorzystano dane zgromadzone przez Żylicza i Giergicznego w badaniu dla DGLP w 2013r. Na podstawie tych danych w niniejszym opracowaniu oszacowano nowy model, którego wyniki połączono z danymi z Banku Danych o Lasach. Metaanalizę w części 2b poszerzono o nowe badania do 2021. Część 2c wykorzystuje dane preferencji deklarowanych (niepublikowane) zgromadzone przez Giergicznego w 2018 r. Na tej podstawie dokonano oszacowania nadwyżek konsumenta dla Polski oraz Aglomeracji Warszawskiej. W części trzeciej dokonano połączenia wyników badań preferencji z danymi z Banku Danych o Lasach oraz dokonano mapowania wskaźników wartości rekreacyjnej.

## 1. Wartość ekonomiczna, wartość usług ekosystemowych, różne wskaźniki wartości

Przez wiele lat wartość lasu była tożsama z rynkową wartością surowców, które można było z niego pozyskać (drewno, zwierzyna łowna, owoce runa itp.). Ekonomisci od dawna zdawali sobie sprawę z istnienia innych składników wartości użytkowej. Jednak, ponieważ nie były one przedmiotem transakcji rynkowych, to gospodarując danym zasobem rzadko brano je pod uwagę. Od lat 50-tych ubiegłego wieku, w krajach wysoko rozwiniętych dzięki badaniom Hotellinga (1947) i opracowaniu podstaw metody kosztu podróży, przy szacowaniu wartości lasu ekonomiści zaczęli także uwzględniać korzyści rekreacyjne. Wraz z rozwojem metod statystycznych, a zwłaszcza opracowaniem teoretycznych podstaw metod preferencji deklarowanych zaczęto szacować inne komponenty wartości użytkowej, które w sposób pośredni przyczyniają się do poprawy dobrobytu np.: korzyści z tytułu różnorodności biologicznej, krajobrazowe, wiązania CO<sub>2</sub> i inne.

W 1967 roku John Krutilla zwrócił uwagę, że oprócz wartości użytkowej istnieje także wartość niezwiązana z żadnym użytkowaniem, tzw. wartość egzystencji. Zauważył on, że popyt na pewne dobra może istnieć pomimo braku intencji korzystania z nich, tak teraz, jak i w przyszłości. W przypadku miejsc przyrodniczo cennych komponent ten może stanowić istotną część całkowitej wartości ekonomicznej. Badania ekonomiczne wskazują, że dla wielu ludzi sama świadomość tego, że są jeszcze na Ziemi miejsca, gdzie istnieje dzika przyroda i że miejsca te będą mogły być podziwiane przez przyszłe pokolenia stanowi istotną wartość, potwierdzoną przez płacenie na rzecz ich ochrony. Dopiero suma tej wartości ze wszystkimi elementami wartości użytkowej stanowi o całkowitej wartości ekonomicznej dobra przyrodniczego (**Ryc. 1.1**).

**Ryc. 1.1.** Wartość usług ekosystemowych dostarczanych przez las



Od kilkudziesięciu lat ekonomiści posługują się pojęciem całkowitej wartości ekonomicznej (*Total Economic Value*, TEV), składa się ona z dwóch elementów, zwanych wartością użytkową (*Use Value*, UV) oraz pozaużytkową (*Non-Use Value*, NUV). Na przykład spacerowanie po lesie wiąże się z doświadczaniem wartości użytkowej. Jeśli jednak ktoś czerpie satysfakcję również z faktu, że las istnieje i zapewnia warunki do życia innym gatunkom, to doświadcza wartości pozaużytkowej. Zarówno UV jak i NUV mogą być klasyfikowane głębiej.

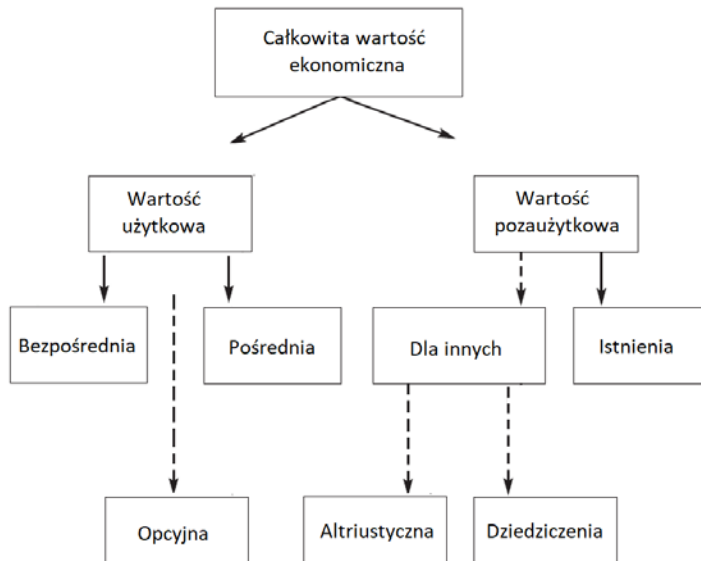
Wartość użytkowa składa się z bezpośredniej (*Direct Use Value*, DUV) oraz pośredniej (*Indirect Use Value*, IUV). Nawiązując do wcześniejszego przykładu, pierwsza obejmuje m.in. korzyści z tytułu rekreacji. Druga zaś – np. korzyści doświadczane przez rolnika użytkującego pole poniżej zalesionego wzgórza, który odnosi korzyści z tytułu regulacji stosunków wodnych. Można tu jeszcze dodać wartość opcjonalną. Jest to premia z tytułu zachowania zasobu dla przyszłych możliwych zastosowań, z których niektóre mogą nie być obecnie znane albo wykorzystywane. Jednak niektórzy ekonomiści uważają, że wartość opcjonalna powinna być uwzględniona w innych składnikach TEV, więc – unikając błędu podwójnego liczenia – w ogóle jej nie postulują.

Analiza wartości pozaużytkowej jest bardziej złożona. Wartość ta składa się z dwóch zasadniczych kategorii: wartości z tytułu istnienia (*Existence Value*, EV) oraz wartości dziedziczenia (*Bequest Value*, BV). Dociekając, dlaczego ktoś troszczy się o coś, czego nigdy nie zobaczy, ani nie wykorzysta można dojść do wniosku, że wartość owego czegoś wynika z faktu, że – być może – zasób będzie mógł być wykorzystany przez kolejne pokolenia. Jest to wartość dziedziczenia (BV). Jednak wówczas, gdy motyw dziedziczenia nie wchodzi w rachubę (np. nie ma się dzieci, ani innych potencjalnych następców) wartość może wynikać z samego faktu istnienia zasobu. Jest to wartość istnienia (EV).

W niektórych podręcznikach przytacza się nieco bardziej rozbudowaną klasyfikację. Polega ona na dodaniu tzw. wartości opcyjnej (*Option Value*), która odpowiada wcześniej wzmiankowanej wartości opcjonalnej oraz dodaniu wartości "altruistycznej" (*Altruism / For Others*). Są to kontrowersyjne dodatki. Wartość opcyjna była postulowana kilkadziesiąt lat temu, po zauważeniu, że jakieś dobro jest na razie bezużyteczne, ale – być może w przyszłości – ktoś zrobi z niego jakiś pożytek. Obecnie unika się tej koncepcji na skutek obaw o podwójne liczenie, choć w niektórych badaniach i tak bywa ona szacowana. Unika się jej, bo jeśli istnieje prawdopodobieństwo, że dobro przyniesie jakiś pożytek w przyszłości, to owo jego przyszłe wykorzystanie i tak powinno być gdzieś uwzględnione w formie wartości oczekiwanej. Natomiast element altruistyczny sprowadza się na **Ryc. 1.2.** do motywu dziedziczenia. Kilkadziesiąt lat temu definiowano jeszcze tzw. "wartość wikarialną" (*Vicarious Value*, VV), jako wartość z tytułu tego, że coś może przynosić pożytek komuś innemu. Jeśli jednak taki pożytek przynosi, to i tak powinna zostać uwzględniona gdzie indziej. Obawiając się więc podwójnego liczenia, ekonomiści na ogół rezygnują z tego typu wielkości. Składowe całkowitej wartości ekonomicznej przedstawiono na **Ryc. 1.2.**

Usługi ekosystemowe dostarczane przez lasy mają w dużym stopniu charakter dóbr nierynkowych. Jednak w myśl współczesnej ekonomii mają wartość, ponieważ zaspokajają (bezpośrednio lub pośrednio) potrzeby ludzi. W tym sensie ich wartość jest równie realna jak ta przypisywana typowym dobrom rynkowym, mającym charakter dóbr prywatnych. Współczesna ekonomia opracowała szereg metod umożliwiających szacowanie wartości dóbr nierynkowych.

**Ryc. 1.2.** Całkowita wartość ekonomiczna

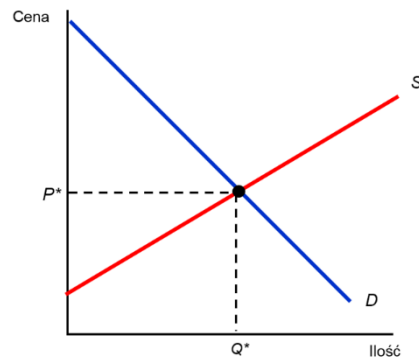


### 1.1. Jak mierzy się wartość ekonomiczną?

Ekonomiczna wartość dóbr jest szacowana na podstawie wyborów dokonywanych przez ludzi. W przypadku dóbr rynkowych wybory dokonywane są na rynku, na którym konfrontuje się ze sobą popyt i podaż. Popyt pochodzi od strony potencjalnych nabywców, którzy charakteryzują się tzw. gotowością do zapłacenia (*Willingness To Pay*, WTP) za to, co chcieliby nabyć. Natomiast podaż pochodzi od strony potencjalnych dostawców, którzy charakteryzują się tzw. gotowością do przyjęcia rekompensaty (*Willingness To Accept*, WTA) za oferowane do sprzedaży dobro.

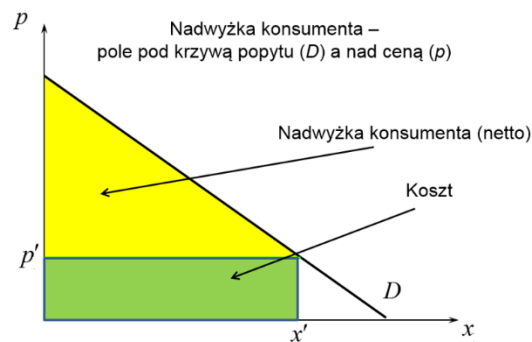
W rzeczywistości krzywe WTP ani WTA nie są obserwowane. W praktyce dla większości dóbr wystarczająco dobrym przybliżeniem przebiegu krzywych WTP i WTA są rynkowe krzywe popytu i podaży (**Ryc. 1.3**). Krzywa popytu (D) ma nachylenie ujemne – tzn. przy niższych cenach jest zgłaszany wyższy popyt, a krzywa podaży (S) ma nachylenie dodatnie – tzn. przy wyższych cenach jest oferowana wyższa podaż. Równowaga rynkowa ustali się przy cenie  $p^*$  dla ilości  $Q^*$ . Przy cenie  $p^*$  oferowana podaż będzie równa zgłaszanemu popytowi – rynek będzie w równowadze.

**Ryc. 1.3.** Równowaga rynkowa.



Na **Ryc. 1.4** zobrazowano nadwyżkę konsumenta (*Consumer Surplus*, CS) – dla liniowej krzywej popytu jest to pole trójkąta poniżej krzywej popytu i powyżej ceny.

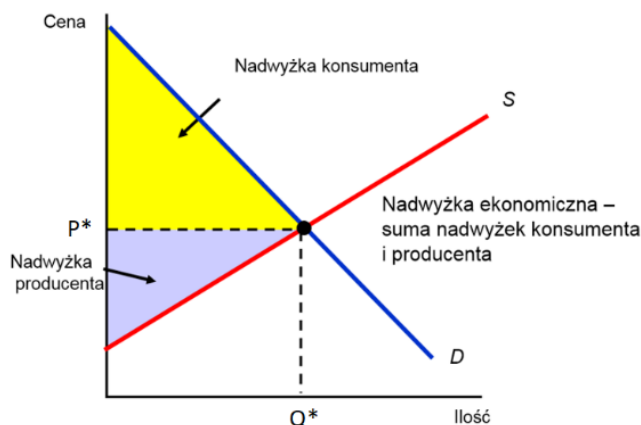
**Ryc. 1.4.** Nadwyżka konsumenta.



Nadwyżkę konsumenta można interpretować jako zysk z tytułu konsumpcji danego dobra (żółty obszar na powyższym rysunku). Jest ona miarą korzyści konsumenta z konsumpcji danego dobra. Analogiczną analizę można przedstawić dla podaży, co prowadzi do pojęcia nadwyżki producenta. Suma nadwyżki konsumenta i producenta jest nazywana nadwyżką ekonomiczną (**Ryc. 1.5**) – miarą ekonomicznej wartości dobra.

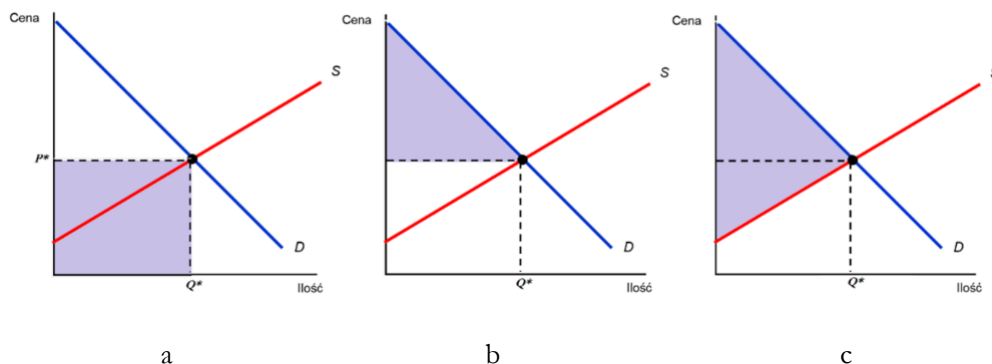


**Ryc. 1.5.** Nadwyżka ekonomiczna jako miara wartości dobra.



Wyceny ekonomiczne posługują się powyższymi pojęciami, choć nie zawsze jest jasne którymi. Na przykład przez łączną wartość drewna wyprodukowanego w krajowej gospodarce rozumie się zazwyczaj iloczyn jego ilości ( $Q$ ) oraz ceny ( $p$ ). Sytuację tę przedstawiono na **rycinie 1.6a**, gdzie rynkowa wartość dobra odpowiada iloczynowi  $p^*$  oraz  $Q^*$ , czyli rynkowej wartości nabycia  $Q^*$  jednostek drewna.

**Ryc. 1.6.** Rysunki pomocnicze.



Czasem jednak rozumie się wartość jako ogólną nadwyżkę konsumenta, czyli sumę nadwyżek netto poszczególnych nabywców (**Ryc. 1.6b**). Czasem, wreszcie rozumie się ją jako nadwyżkę ekonomiczną, czyli łącznie ogólną nadwyżkę konsumenta wraz z nadwyżką producenta (**Ryc. 1.6c**). Są to różne wielkości i dlatego w wycenach ekonomicznych powinno się wyjaśniać, któremu pojęciu odpowiada podawana liczba. Tylko w bardzo szczególnych okolicznościach (odpowiednie usytuowanie i nachylenia krzywych popytu i podaży) nadwyżka ekonomiczna podzielona przez ilość jednostek analizowanego dobra równa się jego cenie rynkowej; w ogólności nie musi być jej równa.

## 1.2. Szacowanie wartości w kontekście usług ekosystemowych

Zagadnienia dotyczące pomiaru wartości mają istotne znaczenie dla pomiaru wartości usług ekosystemowych. Znaczenie kapitału naturalnego i usług ekosystemów dla dobrobytu człowieka zostało w ostatnich latach docenione w wielu raportach (np. MEA, 2005; TEEB, 2010; UKNEA, 2014) i doprowadziło do interdyscyplinarnej debaty na temat tego jak szacować wartość ekonomiczną usług świadczonych przez ekosystemy (szczegółowa dyskusja w Droste i Bartkowski, 2017). Istnieją dwa główne podejścia w tym zakresie: pierwsze, oparte na ekonomii dobrobytu, w którym nacisk kładzie się na omówione w części 1.1 wskaźniki dobrobytu zgodne z teorią ekonomii (gotowość do płacenia, nadwyżka ekonomiczna); i drugie, postulujące zgodność miar szacujących wartość usług ekosystemowych z istniejącymi miarami mierzącymi aktywność ekonomiczną. W tym drugim przypadku główną uwagę poświęca się opracowaniu sposobów włączenia kapitału naturalnego i usług ekosystemów do krajowych systemów rachunkowości (Obst et al. 2016; United Nations i in. 2014). Zgodnie z tym podejściem, w rachunkowości narodowej można stosować tylko miary oparte na wartości wymiany (z ang. *exchange value*), co zwykle oznacza przychód (iloczyn ceny i ilości, ryc. 1.6a). Jednak oszacowanie przychodu wymaga znajomości cen, a te w przypadku dóbr nierynkowych nie istnieją.

Obliczanie wartości dóbr nierynkowych odbywa się za pomocą metod szacujących gotowość do płacenia lub nadwyżkę konsumenta, jednak wykorzystanie tych miar do mierzenia wartości dóbr nierynkowych i włączenia do systemu rachunków narodowych jest krytykowane przez specjalistów od rachunkowości, którzy postulują, aby w przypadku usług ekosystemów, które mają charakter dóbr nierynkowych, np. takich jak rekreacja stosować alternatywne miary, które byłyby możliwie bliskie cenom (Droste i Bartkowski 2018). Obst i in. (2014) postulują, aby wyceniać usługi ekosystemów według cen rynkowych, które wystąpiłyby, gdyby usługi te były przedmiotem swobodnego handlu i wymiany. Gdy ceny rynkowe nie są możliwe do zaobserwowania należy zastosować wycenę według ekwiwalentów cen rynkowych, aby zapewnić możliwie bliskie przybliżenie do cen rynkowych (UN, 2014). W praktyce w przypadku rekreacji oznacza to wykorzystanie kosztu dojazdu, tzn. koszt dotarcia do lasu traktuje się jako cenę, którą ludzi są gotowi zapłacić, aby dane miejsce odwiedzić.

## 2. Badanie preferencji względem charakterystyk lasów

Historycznie, zależność pomiędzy cechami lasu a wartością rekreacyjną w naukach leśnych oceniano za pomocą analiz eksperckich. Eksperci (zazwyczaj leśnicy, albo architekci krajobrazu) byli proszeni o ocenę w jakim stopniu dana cecha lasu zwana również charakterystyką (np. wiek drzewostanu, typ lasu, liczba gatunków drzew, obecność martwego drewna itp.) przekłada się na atrakcyjność rekreacyjną. Zaletą tego podejścia jest łatwość przeprowadzenia oraz niski koszt realizacji badania, wadą natomiast brak wyceny w pieniądzu oraz brak podstaw teoretycznych uzasadniających, dlaczego preferencje ekspertów miałyby odpowiadać preferencjom w badanej populacji.

W niniejszym opracowaniu, wykorzystano dane z badania wyboru warunkowego przeprowadzonego przez Żylicza i Giergicznego w 2013 oszacowano wskaźniki łączące charakterystyki lasu z wartością rekreacyjną. Żylicz i Giergiczny (2013) zaproponowali rozwiązanie, które jest alternatywą dla podejścia eksperckiego i bazuje na preferencjach deklarowanych (*stated preferences*, SP). W badaniu tym, posilując się specjalnie przygotowanymi wizualizacjami lasów, poproszono respondentów o wybór najlepszego lasu do rekreacji. Zaproponowane podejście pozwala na wycenę poszczególnych charakterystyk lasu w kategoriach gotowości do płacenia. Wykorzystane podejście oparte na preferencjach deklarowanych nie jest jednak wolne od ograniczeń. Najistotniejszym jest fakt, że dokonywane wybory mają charakter hipotetyczny, tzn. ludzie dokonują wyborów preferowanego lasu w badaniu ankietowym na podstawie pokazanych wizualizacji. Z drugiej strony, największą zaletą jest elastyczność tego podejścia, a zwłaszcza fakt, że pozwala na wycenę charakterystyk lasu w szerokim gradiencie badanych cech. Ma to duże znaczenie, jako że lasy w Polsce, na dużych obszarach, są jednorodne, dlatego analiza wykorzystująca rzeczywiste wybory ludzi, mogłaby z uwagi na homogeniczność lasów na znacznych obszarach naszego kraju, nie dostarczyć istotnych statystycznie oszacowań. Poza tym, w przypadku analizy rzeczywistych miejsc do rekreacji, z wykorzystaniem modeli dyskretnych, pojawiłoby się szereg problemów metodologicznych. Najważniejsze z nich to oprócz istotnego braku zmienności cech lasów na dużej powierzchni, to problem ze zdefiniowaniem przestrzeni wyboru. Przestrzeń wyboru to innymi słowy zbiór lasów, spośród których osoba dokonuje wyboru. Zbiór ten jest inny, gdy osoba wybiera las do rekreacji np. w środku tygodnia (z uwagi na ograniczenie czasowe ludzie mają wtedy tendencję do odwiedzenia najbliższego lasu), niż gdy wyjazd ma miejsce np. w weekend (w tym przypadku mogą to być już lasy w promieniu kilkudziesięciu kilometrów od miejsca zamieszkania). Dla każdej sytuacji wyboru zbiór taki musiałby zostać zdefiniowany. Problemów można uniknąć wykorzystując właśnie podejście oparte na preferencjach deklarowanych, gdzie wybory miejsca do rekreacji są dokonywane w kontrolowanych warunkach.

Istotną wartością dodaną obecnego opracowania, względem raportu Żylicz i Giergiczny (2013) oraz Giergiczny i in. (2015), jest to, że wskaźniki łączące cechy lasu z wartością rekreacyjną zostały oszacowane przy wykorzystaniu specyfikacji funkcji użyteczności, która umożliwia zintegrowanie oszacowanych parametrów z Bankiem Danych o Lasach. W celu lepszego przybliżenia czytelnikom wykorzystanych do mapowania charakterystyk w następnej części opisano cechy lasu i sposób w jaki dokonano wyceny poszczególnych poziomów w badaniu preferencji deklarowanych.

## 2.1. Wykorzystane cechy lasu wraz z poziomami

Badanie Żylicza i Giergicznego (2013) zostało przeprowadzone na 1000 osobowej reprezentatywnej próbie mieszkańców Polski. W badaniu tym, bazując na opracowaniu Edwards i in. (2012) dokonano wyceny następujących charakterystyk (wyceniane poziomy zostały podane w nawiasach, a w przypadku zmiennych jakościowych poziom bazowy został pogrubiony):

- Typ lasu (iglasty, mieszany, **liściasty**),
- Gatunki tworzące drzewostan - (1,2,4,5),
- Wiek (40, 70, 100 lat),
- Zróżnicowanie wieku (**jednowiekowy**, dwuwiekowy, różnowiekowy),
- Wysokość runa (**brak runa**, średnio-wysokie, wysokie),
- Rozmieszczenie drzew (**regularne**, średnio-regularne, nieregularne),
- Granica lasu (**regularna i wyraźna**, nieregularna i wyraźna, nieregularna i stopniowa),
- Martwe drewno (**brak**, średnio, dużo),
- Różnorodność lasu (**ten sam typ lasu i wiek**, ten sam typ lasu i różny wiek, różne typy lasu i różny wiek),
- Podszyt (**brak**, średnio-gęsty, gęsty),
- Intensywność gospodarki leśnej (brak śladów pozyskania drewna, rębnia częściowa, zrąb zupełny z pozostawionymi drzewami nasiennymi, **zrąb zupełny**),
- obecność infrastruktury rekreacyjnej i turystycznej (**brak**, miejsca piknikowe, ścieżki dydaktyczne),
- dodatkowa odległość, którą należy pokonać, aby dany las odwiedzić (5, 15, 30, 60 km).

Ponieważ badanie było skierowane do ‘przeciętnego’ mieszkańca Polski, dlatego starano się unikać języka technicznego. Z uwagi na dużą liczbę atrybutów, starano się opisać każdy z atrybutów prostym językiem i w możliwie syntetyczny sposób, co w przypadku niektórych atrybutów mogło prowadzić do uproszczeń.

Przeprowadzone badanie składało się z 3 części, w każdej z nich respondent widział 10 kart wyboru. Na każdej z kart były przedstawione 3 hipotetyczne lasy. Lasy zostały opisane za pomocą 9 cech. W każdej z tych trzech części 5 charakterystyk było wspólnych (4 atrybuty opisujące las i odległość), a 4 były specyficzne dla danej części. Jedną z cech była odległość od miejsca zamieszkania do prezentowanego lasu. Dla każdej karty respondent był proszony o wybór tego lasu, który zważywszy na odległość, chciałby najchętniej odwiedzić. Na każdej z kart wyboru znajdowała się także opcja: **Żaden**. Respondenci byli poinstruowani, że opcję tę mogą wskazać, jeżeli zważywszy na odległość, nie byłiby gotowi odwiedzić żadnego z pokazanych lasów.

## 2.2. Atrybuty wspólne dla trzech części badania

W każdej z trzech części lasy zostały opisane za pomocą 4 identycznych cech:

- Typu lasu,
- Liczby gatunków drzew tworzących las,
- Wiek najstarszych w lesie drzew,
- Zróżnicowania wieku drzew.

Każda z tych cech, wraz z odpowiadającymi poziomami, została opisana oraz przedstawiona respondentom za pomocą specjalnie przygotowanych grafik. Wykorzystane w badaniu opisy atrybutów wraz z poziomami zostały przedstawione poniżej (tekst kursywą).

### **Typ lasu**

*Typ lasu ma związek z rosnącymi w nim gatunkami drzew, wyróżnia się trzy podstawowe typy lasów:*

**Iglasty** – las, w którym rosną jedynie drzewa iglaste, jednego gatunku,

**Mieszany** – las, w którym rosną drzewa iglaste oraz liściaste, dwóch lub więcej gatunków,

**Liściasty** – las, w którym rosną jedynie drzewa liściaste, jednego lub więcej gatunków.

### **Liczba gatunków drzew tworzących las**

*Dużą część lasów w Polsce to jednogatunkowe lasy iglaste. W Polsce rosną także lasy wielogatunkowe, to znaczy takie, w których w danym miejscu rosną dwa i więcej gatunki drzew. Lasy takie są jednak w mniejszości. W przypadku lasów, które Pan(i) zaraz zobaczy liczbę gatunków drzew tworzących lasy może wynosić: **1, 2, 4, 5**.*

W badaniu chcieliśmy ocenić, czy liczba gatunków drzew tworzących las ma dla ludzi znaczenie. W tym celu stworzyliśmy w programie graficznym 405 wizualizacji lasów, które różniły się wymienionymi cechami.

Ponieważ relacja pomiędzy wykorzystaną liczbą poziomów a możliwą liczbą kombinacji jest wykładnicza, ograniczyliśmy się jedynie do 4 poziomów liczby gatunków drzew (1, 2, 4, 5). Chcieliśmy, aby przedstawione poziomy reprezentowały skrajne sytuacje, tj. las jednogatunkowy i wielogatunkowy, który byliśmy w stanie zobrazować za pomocą specjalnie przygotowanych grafik. Ostatecznie respondentom przedstawiono następujące rodzaje lasów:

1. Las iglasty jednogatunkowy,
2. Las liściasty jednogatunkowy,
3. Las liściasty, który tworzą 4 gatunki drzew,
4. Las mieszany dwugatunkowy,
5. Las mieszany, który tworzy 5 gatunków drzew.

### **Wiek najstarszych w lesie drzew**

*Okolo 95% lasów w Polsce to lasy gospodarcze. Lasy takie, gdy osiągną odpowiedni wiek są wycinane i na ich miejscu jest sadzony młody las. Użytkowanie gospodarcze powoduje, że różne lasy różnią się między sobą wiekiem (różne fragmenty lasu są w różnej fazie wzrostu). Średni wiek lasów w Polsce to około 60 lat. W przypadku lasów, które Pan(i) zaraz zobaczy wiek najstarszych drzew w lesie może wynosić: **40, 70, 100 lat**.*

### **Zróznicowanie wieku lasu:**

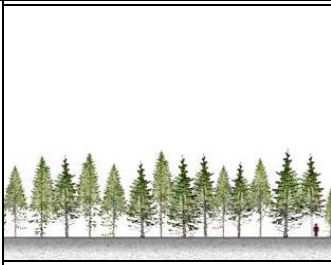
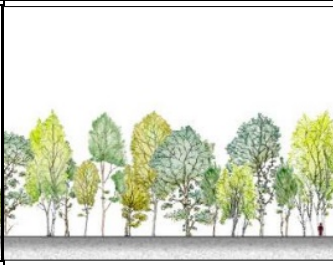
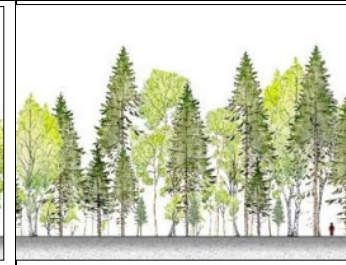
*Gospodarcze użytkowanie powoduje, że większość lasów w Polsce to lasy, które składają się z fragmentów lasu w tym samym wieku. W Polsce są także lasy różnowiekowe. Lasy takie powstają, kiedy drzewa wycinane są na niewielkich powierzchniach, na których las odnawia się naturalnie (nie jest sadzony sztucznie). Lasy które Pan(i) zaraz zobaczy mogą być:*

**Jednowiekowe** – wszystkie drzewa są w tym samym wieku i mają podobną wielkość,

**Dwuwiekowe** – drzewa w dwóch różnych klasach wieku, drzewa tego samego wieku mają zbliżoną wysokość oraz grubość,

**Różnowiekowe** – drzewa różniące się wiekiem, a co za tym idzie i wielkością.

**Ryc. 2.1.** Przykład wizualizacji czterech cech: typu lasu, liczby gatunków, wieku drzew oraz zróżnicowania wiekowego

			
<b>Typ lasu</b>	las iglasty	las liściasty	las mieszany
<b>Liczba gatunków</b>	1	4	2
<b>Najstarsze drzew</b>	40 lat	70 lat	100 lat
<b>Zróżnicowanie wieku</b>	las jednowiekowy	las dwuwiekowy	las różnowiekowy

### 2.3. Atrybuty specyficzne dla poszczególnych części badania CE (Choice Experiment)

Poza czterema wymienionymi cechami wspólnymi dla wszystkich części badania, stworzone na potrzebę badania lasy, różniły się dodatkowo 9 innymi cechami. W pierwszej części ankiety rozważono następujące trzy charakterystyki:

- **wysokość runa leśnego,**
- **rozmieszczenie drzew,**
- **kształt i rodzaj granicy lasu.**

W drugiej części badania lasy były opisane za pomocą trzech innych cech, mianowicie:

- **martwego drewna,**
- **różnorodności lasu,**
- **pozostałości po pracach leśnych.**

A w trzeciej części badania były to:

- **gęstość podszytu,**
- **sposób pozyskania drewna,**
- **infrastruktura rekreacyjna i turystyczna.**

Każdy z atrybutów specyficznych dla poszczególnych części badania, wraz z odpowiadającymi mu poziomami został opisany poniżej.

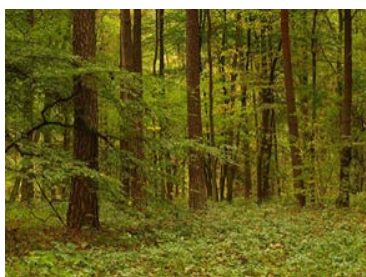
#### Wysokość runa leśnego

W ankiecie respondenci zostali poinformowani, że runo leśne to najniższa, przyziemna warstwa roślin i grzybów w lesie, przykrywająca jego dno. Atrybut ten został opisany za pomocą trzech poziomów: **brak runa**, **runo średnio-wysokie**, **runo wysokie**. Wymienione poziomy zostały zobrazowane za pomocą zdjęć i grafik przedstawionych na **Ryc. 5.2.Ryc.**

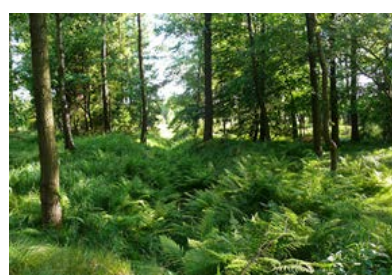
## 2.2. Runo



**Brak runa**



**Runo średnio-wysokie**



**Runo wysokie**



## Rozmieszczenie drzew

Kolejnym atrybutem specyficznym dla **części I** badania była regularność rozmieszczenia drzew. Respondenci byli poinformowani, że lasy mogą różnić się między sobą tym jak regularnie rozmieszczone są drzewa. W badaniu zdefiniowano następujące poziomy rozmieszczenia drzew:

**Regularne** – drzewa rosnące w liniach lub w układach zbliżonych do liniowych,

**Średnio-regularne** – drzewa są w miarę regularnie rozmieszczone, jednak nie rosną w jednej linii,

**Nieregularne** – drzewa rosną w nieregularnych układach, np. w kępach bądź w znacznym rozproszeniu.

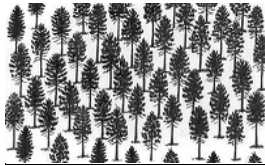
Poziomy te zostały zobrazowane za pomocą zdjęć i grafik na **Ryc. 5.3.**



Ryc. 2.3. Rozmieszczenie drzew



Regularne



Średnio-regularne



Nieregularne



### Kształt i granica lasu

Ostatnią cechą lasu, wykorzystaną w tej części badania był **kształt i rodzaj granicy lasu**. Cecha ta została zdefiniowana na trzech następujących poziomach:

- **Regularna granica i wyraźne przejście** – granica lasu ma kształt regularny (linie i kąty proste), a przejście pomiędzy lasem, a obszarem otaczającym jest wyraźne,
- **Nieregularna granica i wyraźne przejście** – granica lasu ma kształt nieregularny, a przejście pomiędzy lasem, a obszarem otaczającym jest wyraźne,
- **Nieregularna granica i stopniowe przejście** – granica lasu ma kształt nieregularny, a przejście pomiędzy lasem, a obszarem otaczającym jest płynne (poprzez niższe drzewa, krzewy),

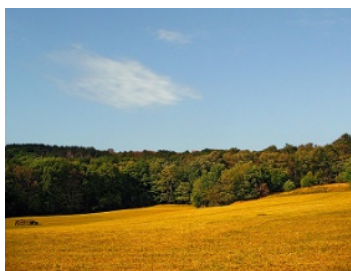
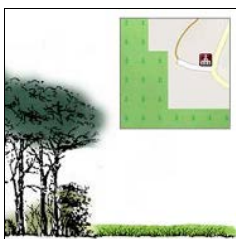
Zdjęcia i grafiki na **Ryc. 5.4** obrazują lasy różniące się rodzajem granicy las - strefa otaczająca.



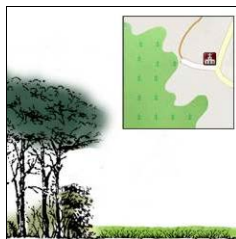
**Ryc. 2.4.** Granica pomiędzy lasem a strefą otaczającą



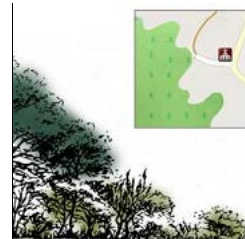
**Regularna granica  
i wyraźne przejście**



**Nieregularna granica  
i wyraźne przejście**



**Nieregularna granica  
i stopniowe przejście**



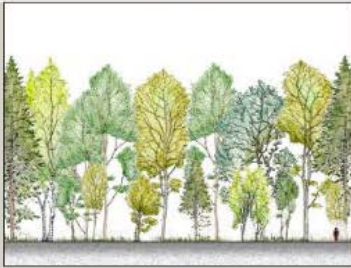
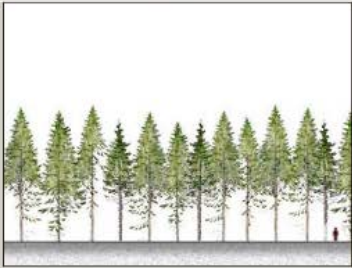
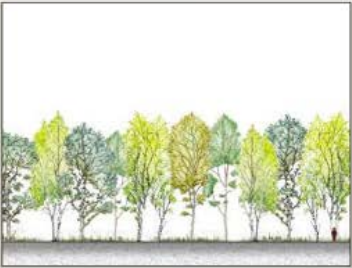






Dodatkowo, w przypadku tego atrybutu, chcieliśmy sprawdzić, czy i w jakim stopniu informacja o ekologicznej roli ekotonu (czyli granicy między sąsiadującymi ekosystemami) ma wpływ na preferencje. W tym celu 50% próby widziało następujący opis:

*Zanim przejdziemy do następnej cechy, chcieliśmy poinformować Pana(ia) o przyrodniczym znaczeniu strefy przejściowej pomiędzy lasem a obszarem otaczającym.*

- *Strefa przejściowa między lasem i terenami otwartymi, to siedlisko o wysokiej różnorodności biologicznej,*
- *W strefach przejściowych żyje zazwyczaj więcej gatunków zwierząt i roślin niż w sąsiadujących z nimi drzewostanach i rolniczych terenach otwartych. Szczególnie bogaty i różnorodny jest świat bezkręgowców zamieszkujących strefy przejściowe. Korzystają z tego liczne ptaki, żywiące się owadami,*
- *Strefy przejściowe chronią również sam las - zapewniają osłonę przed wiatrem i przed ekstremalnymi zmianami temperatury, zmniejszają zagrożenie pożarowe, chronią wnętrze lasu przed hałasem i zanieczyszczeniem powietrza,*
- *Rosnące w strefach przejściowych liczne gatunki krzewów mają wpływ na krajobraz poprzez kwitnienie, owocowanie i zmianę zabarwienia liści.*

Przykład karty wyboru dla **części I** został przedstawiony na **Ryc. 5.5**. Każdy z respondentów widział 10 takich kart.

Ryc. 2.5. Przykład karty wyboru dla części I

	Las 1	Las 2	Las 3	
				
Typ lasu Liczba gatunków Wiek drzew Zróżnicowanie wieku Runo	Mieszany 5 gat 100 lat Dwuwiekowy Średnio-wysokie	Iglasty 1 gat 70 lat Jednowiekowy Brak	Lisciasty 4 gat 70 lat Jednowiekowy Średnio-wysokie	Żaden
Rozmieszczenie	Średnio-regularne 	Regularne 	Średnio-regularne 	
Granica	Regularna granica i wyraźne przejście 	Nieregularna granica i wyraźne przejście 	Nieregularna granica i stopniowe przejście 	
Odległość	60 km	5 km	15 km	
Twój wybór	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Który z pokazanych lasów, biorąc pod uwagę odległość, chciał(a)by Pan(i) najbardziej odwiedzić. W drugiej części badania lasy zostały opisane za pomocą następujących dodatkowych cech:

- Martwe drewno,
- Różnorodność przestrzenna lasu,
- Pozostałości po pracach leśnych.

## Martwe drewno

Respondentom przybliżono czym jest martwe drewno za pomocą następującego opisu:

*Pozostające w lesie, obumierające i martwe drzewa to martwe drewno. Obecnie w większości polskich lasów ilość martwego drewna jest niska lub nie ma go wcale. Jedynie na niewielkich powierzchniach część drzew jest pozostawiona do naturalnej śmierci i rozkładu. Przez martwe drewno w naszym badaniu rozumiemy pnie i kłody średniej i dużej wielkości, które zostaną za chwilę pokazane na zdjęciach.*

*Poziomy ilości martwego drewna są przedstawione na trzech poziomach:*

1. **Brak** - brak martwego drewna,
2. **Średni** – średniej wielkości fragmenty martwego drewna (średnica do 20 cm), średnio oddalone od siebie co około 30 m,
3. **Wysoki** – dużej wielkości fragmenty martwego drewna (średnica powyżej 30 cm), średnio oddalone od siebie co około 30 m.

*W polskich lasach w zależności od gatunku i warunków panujących w lesie, całkowity rozkład martwych drzew może trwać nawet 100 lat. Dlatego założyliśmy, że nawet w młodych lasach (40 lat) mogą także leżeć kłody dużych drzew, które wcześniej zostały pozostawione do naturalnej śmierci.*

Atrybut ten został zobrazowany za pomocą zdjęć i grafik przedstawionych na **Ryc. 5.6**.

**Ryc. 2.6.** Martwe drewno



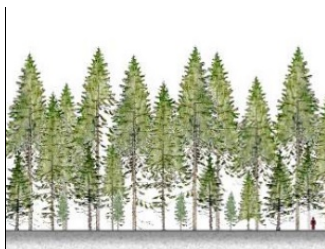
**Brak**



**Średni**



**Wysoki**



## Różnorodność przestrzenna lasu

Kolejną cechą opisaną w tej części było zróżnicowanie lasu. Cecha ta została przybliżona respondentom za pomocą następującego opisu:

*Przez **różnorodność lasu** rozumiemy zróżnicowanie typów lasu i wieku drzew w obrębie odwiedzanego lasu. Cechę tę zobrazowaliśmy tym, jak w trakcie spaceru las będzie się zmieniał. Rodzaje różnorodności lasu przedstawiliśmy na trzech poziomach:*




1. **Ten sam typ lasu i wiek** - w trakcie 5 km spaceru las cały czas jest bardzo podobny, to znaczy rosną w nim drzewa tego samego gatunku w tym samym wieku,
2. **Ten sam typ lasu i różny wiek** - w trakcie 5 km spaceru las jest bardzo podobny, jeżeli chodzi o rosnące w nim gatunki drzew. Jednak drzewa, w różnych częściach tego lasu, różnią się wiekiem oraz zróżnicowaniem wieku (las jednowiekowy, dwuwiekowy, różnowiekowy),
3. **Różne typy lasu i różny wiek** - w trakcie 5 km spaceru występuje każdy typ lasu (las iglasty, mieszany i liściasty). Fragmenty tego lasu różnią się także wiekiem. Innymi słowy, las taki składa się z mozaiki różnych lasów, które są jednorodne w obrębie małych powierzchni, a które różnią się pomiędzy sobą, tworzącymi je gatunkami (las iglasty, mieszany, liściasty) oraz wiekiem.

Aby przybliżyć Panu(i) tę cechę przygotowaliśmy wizualizację przedstawiającą widok z lotu ptaka nad lasem, w którym występują różne typy lasu, w różnym wieku. Tu: pokazywany była wizualizacja lasu (perspektywa z lotu ptaka).

Jeżeli na ekranie zobaczy Pan(i), że na przykład opisany las to: 40-letni, jednowiekowy las iglasty, a jednocześnie jego poziom zróżnicowania to: **Różne typy lasu i różny wiek**, to oznacza to, że większość powierzchni stanowi las danego typu, a resztę stanowią lasy innego typu i wieku.

Wymienione poziomy zostały zaprezentowane za pomocą ikon przedstawionych na **Ryc. 2.7**.

**Ryc. 2.7.** Różnorodność lasu

		
Ten sam typ lasu i wiek	Ten sam typ lasu i różny wiek	Różne typy lasu i różny wiek

### Pozostałości po pracach leśnych

Ostatnim atrybutem zaprezentowanym w tej części badania były pozostałości po pracach leśnych. Atrybut ten został przybliżony respondentom za pomocą następującego opisu:

Kolejną cechą są **pozostałości po pracach leśnych**. Przez pozostałości rozumiemy gałęzie i rzucające się w oczy nagromadzenia kory oraz trocin, które zostały po prowadzonych pracach leśnych. Cechy tej nie należy mylić z opisanym wcześniej martwym drewnem, przez które rozumieliśmy duże fragmenty martwych drzew.

Dla potrzeb badania cecha ta występuje na 3 poziomach:

1. **Brak** – w trakcie 5 kilometrowego spaceru po lesie takie pozostałości są niezauważalne,
2. **Średni** – w trakcie 5 kilometrowego spaceru, średnio co 1 km, można spotkać średnią ilość pozostałości po pracach leśnych,
3. **Wysoki** – w trakcie 5 kilometrowego spaceru, średnio co 1 km, można spotkać dużą ilość pozostałości po pracach leśnych.

Wymienione poziomy zostały zaprezentowane za pomocą ikon przedstawionych na **Ryc. 2.8**.



**Ryc. 2.8.** Pozostałości po pracach leśnych

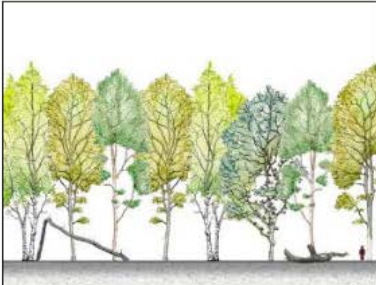
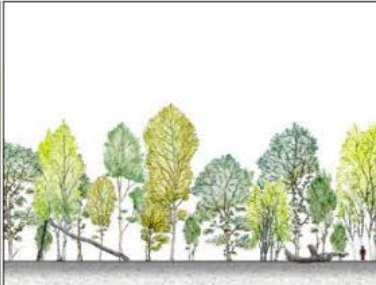
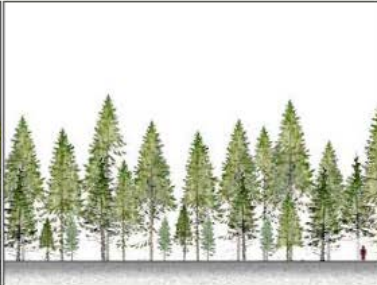








Podobnie jak w części I, również w części II, każdemu z respondentów zaprezentowano 10 kart. Przykład karty z części II jest przedstawiony na **Ryc. 2.9**.

W trzeciej części badania lasy zostały opisane za pomocą następujących nowych cech:

- gęstości podszytu,
- intensywności gospodarki leśnej.
- infrastruktury rekreacyjnej i turystycznej.

Ryc. 2.9. Przykład karty wyboru dla części II

	Las 1	Las 2	Las 3	
				
Typ lasu Liczba gatunków Wiek drzew Zróżnicowanie wieku Martwe drewno	Lisciasty 4 gat 100 lat Jednowiekowy Wysoki	Lisciasty 4 gat 70 lat Różnowiekowy Wysoki	Iglasty 1 gat 70 lat Różnowiekowy Brak	Zaden
Różnorodność lasu	Różne typy lasu i różny wiek 	Ten sam typ lasu i różny wiek 	Ten sam typ lasu i różny wiek 	
Pozostałości po pracach leśnych	Średni 	Średni 	Brak 	
Odległość	30 km	30 km	15 km	
Twój wybór	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Który z pokazanych lasów, biorąc pod uwagę odległość, chciałby Pan najbardziej odwiedzić.

## Gęstość podszytu

Podszyt został przybliżony respondentom za pomocą następującego opisu: *Podszyt to dolna warstwa roślinności w lesie (głównie krzewy, ale i młode drzewa do wysokości 4 m.). Dla potrzeb badania gęstość podszytu została opisana za pomocą trzech poziomów:*

1. **Brak** – brak podszytu, widoczność powyżej 50 m,
2. **Średnia gęstość** – podszyt średnio gęsty, średnie zagęszczenie krzewów i małych drzew, ogranicza widoczność do ok. 30 m,
3. **Wysoka gęstość** – podszyt gęsty, wysokie zagęszczenie krzewów i małych drzew, ogranicza widoczność do ok. 5 m.

Atrybut ten został zobrazowany za pomocą zdjęć i grafik przedstawionych na Ryc. 2.10.

Ryc. 2.10. Podszyt



Brak



Średnia gęstość



Wysoka gęstość



### Intensywność gospodarki leśnej

Kolejnym atrybutem prezentowanym w tej części był sposób pozyskania drewna. Atrybut ten został przybliżony respondentom za pomocą następującego opisu:

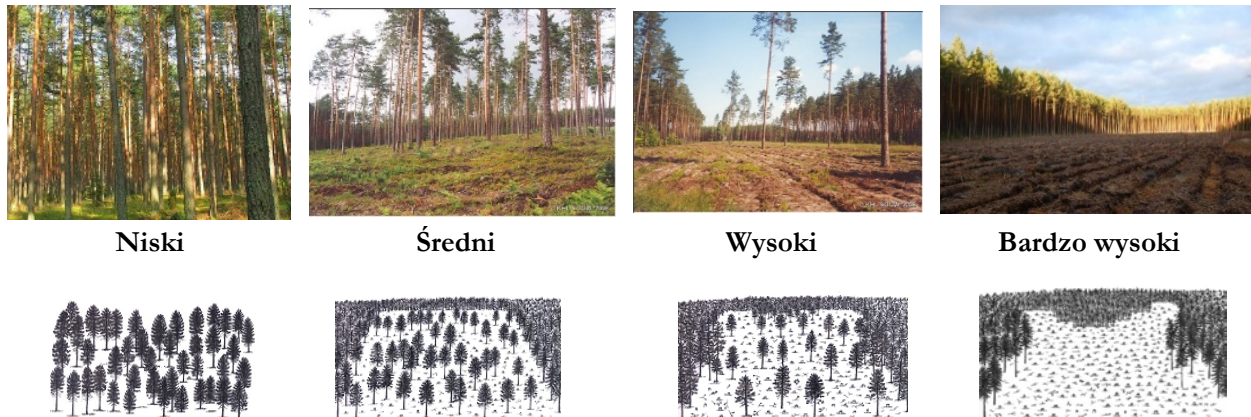
*Sposób pozyskania drewna ma potencjalnie duże znaczenia dla tego jak las wygląda. Prosimy, aby biorąc pod uwagę ten atrybut skupił(a) się Pan(i) jedynie na wizualnych, aspektach działań związanych z gospodarką leśną. Cecha ta zostanie przedstawiona na 4 poziomach.*

1. **Niski** - w trakcie 5 km spaceru po lesie brak widocznych śladów pozyskania drewna,
2. **Średni** - w trakcie 5 km spaceru po lesie widoczne ślady pozyskania drewna, średnio co 1 km spotyka się fragment lasu, w kształcie kwadratu o boku około 100 m, na którym wycięto większość drzew,
3. **Wysoki** - w trakcie 5 km spaceru, średnio co 1 km spotyka się fragment lasu, w kształcie kwadratu o boku około 100 m, na którym pozostawiono jedynie pojedyncze drzewa,
4. **Bardzo wysoki** - w trakcie 5 km spaceru, średnio co 1 km spotyka się fragment lasu, w kształcie kwadratu o boku około 100 m, z którego usunięto wszystkie drzewa.

Wymienione poziomy zostały zaprezentowane za pomocą ikon przedstawionych na **Ryc. 2.11**.

Intensywność gospodarki leśnej jest w naukach leśnych definiowana odmiennie od tego, w jakim kontekście pojęcie to zostało użyte w kwestionariuszu. Jednak, tak jak podkreślaliśmy to już wcześniej, z uwagi na dużą liczbę atrybutów oraz z uwagi na fakt, że badanie było skierowane do 'przeciętnego' mieszkańca, staraliśmy się opisać każdy z atrybutów prostym językiem i w możliwie syntetyczny sposób, co w przypadku niektórych atrybutów, mogło prowadzić do nieprecyzyjnych z perspektywy specjalisty nazw bądź opisów. Chcieliśmy również podkreślić, że bezpośrednie wywiady z respondentami, w trakcie grup fokusowych potwierdziły, że dla badanych nazwa tego atrybutu była spójna z prezentowanymi poziomami.

Ryc. 2.11. Sposób pozyskania drewna



### Infrastruktura turystyczna i rekreacyjna

Ostatnim atrybutem charakterystycznym dla tej części była obecność infrastruktury turystycznej i rekreacyjnej. Atrybut ten został przybliżony respondentom za pomocą następującego opisu:

*Atrakcyjność rekreacyjna lasów może być związana z obecnością miejsc przystosowanych do rekreacji i wypoczynku. Cecha ta zostanie przedstawiona na 3 poziomach:*

1. **Brak** – brak miejsc przystosowanych do wypoczynku,
2. **Średni** – w lesie znajdują się miejsca piknikowe oraz wiaty,
3. **Wysoki** – w lesie znajdują się miejsca piknikowe, wiaty oraz wytyczone są ścieżki dydaktyczne.

Wymienione poziomy zostały zaprezentowane za pomocą ikon przedstawionych na Ryc. 2.12.



**Ryc. 2.12.** Infrastruktura turystyczna i rekreacyjna



Podobnie jak w części I i II, również w części III, każdemu z respondentów zaprezentowano 10 kart. Przykład karty z części III jest przedstawiony na **Ryc. 2.13**.

**Ryc. 2.13.** Przykładowa karta z części III.

	Las 1	Las 2	Las 3	
Typ lasu Liczba gatunków Wiek drzew Zróżnicowanie wieku Gęstość podszytu	Lisciasty 1 gat 70 lat Jednowiekowy Średnia gęstość	Mieszany 2 gat 70 lat Dwuwiekowy Wysoka gęstość	Mieszany 5 gat 100 lat Różnowiekowy Brak	Żaden
Intensywność gospodarki leśnej	Wysoka 	Bardzo wysoka 	Wysoka 	
Infrastruktura turystyczna i rekreacyjna	Brak 	Średni 	Brak 	
Odległość	5 km	15 km	60 km	
Twój wybór	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Który z pokazanych lasów, biorąc pod uwagę odległość, chciał(a)by Pan(i) najbardziej odwiedzić.

### Odległość

Wspólnym atrybutem dla wszystkich części, który został wykorzystany do oszacowania krańcowych stóp substytucji była **Odległość**. Zmienna ta została przedstawiona za pomocą następującego opisu:

*Ostatnią cechą jaką będzie Pan(i) brał(a) pod uwagę w tej części badania jest odległość jaką musiałby(łaby) Pan(i) pokonać, aby odwiedzić wskazany las. Wyniki podobnych badań wykazują, że ludzie zazwyczaj mają skłonność do przeszacowywania jak daleko byliby gotowi pojechać. Dlatego prosimy o uważne porównanie wszystkich opcji.*

*Dokonując wyboru, proszę brać pod uwagę odległość, którą musiałby(łaby) Pan(i) pokonać, aby do tego lasu dojechać. Proszę pamiętać, że dojazd wiąże się z kosztem oraz wymaga czasu oraz że wydane na dojazd pieniądze mogłyby zostać spożytkowane na inne cele. To samo dotyczy czasu, to znaczy czas poświęcony na podróż do wskazanego lasu mógłby zostać przeznaczony na inne zajęcia.*

***Dlatego w każdym przypadku prosimy się zastanowić czy wizyta w danym lesie, zważywszy na odległość, jest rzeczywiście Pana(i) zdaniem tego warta.***

*Jeśli uzna Pan(i), że nie byłby(łaby) gotów(a) odwiedzić żadnego z prezentowanych lasów to proszę wskazać opcję: **Żaden**, która nie wiąże się z żadnymi wydatkami ani z koniecznością poświęcenia czasu.*

#### **2.4. Metoda wyboru warunkowego (CE)**

Metoda wyboru warunkowego polega na przedstawianiu respondentom różnych sytuacji wyboru. Umiejętnie przygotowana, pozwala na oszacowanie preferencji wobec różnych wersji dostarczanego dobra nierynkowego. Wprawdzie opiera się na preferencjach deklarowanych (a więc niekoniecznie rzeczywistych), ale wykorzystanie zaawansowanej wiedzy statystycznej pozwala na dość wiarygodne odtworzenie preferencji respondentów. W badaniu metodą wyboru warunkowego (CE) respondenci proszeni są o wskazanie preferowanej alternatywy ze zbioru  $J$  możliwych opcji. Zakłada się, że respondent wybiera tę opcję, która dostarcza mu najwyższego poziomu użyteczności. Użyteczność respondenta składa się z dwóch komponentów: składnika deterministycznego -  $V_{ni}$  i części stochastycznej -  $\varepsilon_{ni}$

$$U_{ni} = V_{ni} + \varepsilon_{ni}.$$

Prawdopodobieństwo  $P_{ni}$ , że osoba  $n$  wybierze alternatywę  $i$  zamiast innej alternatywy  $j$  w danym zbiorze dopuszczalnych alternatyw jest równe:

$$P_{ni} = \Pr(V_{ni} + \varepsilon_{ni} > V_{nj} + \varepsilon_{nj} \forall j \neq i)$$

Jeżeli założy się, że  $\varepsilon_{nj}$  mają niezależny i identyczny rozkład Gumble'a, to prawdopodobieństwo  $P_{ni}$  można zapisać za pomocą tzw. formuły logitowej (McFadden 1974):

$$P_{ik} = \frac{e^{\beta'x_{ni}}}{\sum_j e^{\beta'x_{nj}}}$$

Gdzie  $x$  jest wektorem zmiennych opisujących alternatywy, a  $\beta$  jest wektorem parametrów. Standardowy wielomianowy model logitowy (*Multinomial Logit Model*, MNL) posiada pewne ograniczenia (Train 2003):

- Wykazuje niezależność od pozostałych alternatyw (z ang. Independence from Irrelevant Alternatives; IIA),
- Za pomocą MNL można wyrazić tylko systematyczne zróżnicowanie preferencji, jednak nie losowe zróżnicowanie preferencji,
- Za pomocą MNL nie można skutecznie modelować wyborów, w których losowa część użyteczności jest skorelowana w czasie.

Modelem, przy pomocy którego można uchylić wymienione ograniczenia MNL jest tzw. wielomianowy mieszany model logitowy (*Multinomial Mixed Logit*, MMNL). W przypadku modelu MMNL prawdopodobieństwo może być wyrażone jako całka formuły logitowej po zbiorze możliwych wartości parametrów  $\beta$ . W przypadku modelu MMNL prawdopodobieństwo, że osoba  $n$  wybierze alternatywę i przyjmuję następującą formę:

$$P_{ni} = \int \frac{e^{\beta'_n x_{ni}}}{\sum_j e^{\beta'_n x_{nj}}} f(\beta|b, \Omega) d\beta,$$

gdzie:  $\frac{e^{\beta'_n x_{ni}}}{\sum_j e^{\beta'_n x_{nj}}}$  jest standardową formułą logitową, a  $f(\beta|b, \Omega)$  jest gęstością losowych parametrów ze

średnią  $b$  i kowariancją  $\Omega$ . W tym sensie wielomianowy model logitowy może być traktowany jako specjalny przypadek modelu MMNL, w którym wektor  $\beta$  jest stały.

MMNL jest bardzo elastycznym modelem, bo przy jego pomocy można przybliżyć praktycznie każdy model użyteczności losowej (McFadden i Train 2000). MMNL pozwala na kontrolowanie sytuacji, w których losowa część użyteczności jest skorelowana w czasie. Przykładowo prawdopodobieństwo, że osoba  $n$  dokona sekwencji  $T$  wyborów można wyrazić za pomocą następującego wyrażenia (Train 2009):

$$P_{ni} = \prod_{t=1}^T \left[ \frac{e^{\beta'_n x_{nit}}}{\sum_j e^{\beta'_n x_{njt}}} \right]$$

Ponieważ wektor  $\beta_n$  jest nieznany, bezwarunkowe prawdopodobieństwo  $P_{ni}$  jest równe całce po wszystkich możliwych wartościach  $\beta_n$ , to jest:

$$P_{ni} = \int \prod_{t=1}^T \left[ \frac{e^{\beta'_n x_{nit}}}{\sum_j e^{\beta'_n x_{njt}}} \right] f(\beta|b, \Omega) d\beta,$$

gdzie  $f(\beta|b, \Omega)$  oznacza gęstość losowych parametrów ze średnią  $b$  i macierzą kowariancji  $\Omega$ . Funkcja wiarygodności (czyli funkcja obrazująca prawdopodobieństwo tego, że badane zjawisko jest rzeczywiście scharakteryzowane przez przyjęte parametry) w tej sytuacji ma następującą postać:

$$LL(\Omega) = \sum_{n=1}^N \ln \left( \int_{\beta} \prod_{t=1}^T P_{n,t}(j_{n,t} | \beta) f(\beta | \Omega) d\beta \right)$$

Panelowa wersja MMNL (czyli wersja uwzględniająca fakt, że respondent dokonuje wyboru więcej niż raz) jest obecnie często stosowanym narzędziem wykorzystywanym do analizowania danych pochodzących z CE, ponieważ zwykle respondenci odpowiadają na więcej niż jedno pytanie.

## 2.5 Wyniki badania preferencji deklarowanych

Dane wykorzystane w badaniu zostały zgromadzone 2011. Badanie ankietowe zostało przeprowadzone na reprezentatywnej próbie 4000 mieszkańców Polski - 2000 osób w półroczu zimowym (listopad-kwiecień) i 2010 w półroczu letnim (maj-październik) w 2011 r. Badanie przeprowadzono w formule bezpośrednich wywiadów (*Computer-Assisted Personal Interview*, CAPI) przez profesjonalną firmę badawczą.

W pracy oszacowano model z parametrami losowymi w przestrzeni WTP (Train, 2009) za pomocą pakietu Apollo w R (Hess i DePalma, 2021). Założono, że wszystkie badane cechy mają rozkład normalny w populacji, a parametr przy odległości ma rozkład ujemny log-normalny. Oszacowanie parametrów w przestrzeni WTP oznacza, że uzyskane wyniki należy interpretować jako odległości, które ludzie są gotowi pokonać, aby odwiedzić las o danych cechach. Przykładowo oszacowanie dla poziomu: *Miejsca piknikowe i ścieżki dydaktyczne/szlaki turystyczne* wynosi 27,4 km (Tabela 2.2.) oznacza to, że respondenci w badanej próbie byłoby gotowi średnio pojechać 27,4 km dalej, aby *ceteris paribus* odwiedzić las, w którym infrastruktura turystyczna jest na najwyższym poziomie (tj. są *miejsca piknikowe i ścieżki dydaktyczne/szlaki turystyczne*) względem lasu, w którym infrastruktury turystycznej nie ma.

W przypadku charakterystyk zmniejszających atrakcyjność rekreacyjną lasów największe znaczenie ma intensywność gospodarki leśnej. Dla poziomu: *Obecność zrębów zupełnych* oszacowanie wynosi -48 km. Oznacza to, że średnio, w badanej próbie respondenci byłoby gotowi pojechać 48 km dalej, aby uniknąć odwiedzenia lasu, w którym są liczne zręby zupełne (*w trakcie 5 km spaceru, średnio co 1 km spotyka się fragment lasu, w kształcie kwadratu o boku około 100 m, z którego usunięto wszystkie drzewa*), jeżeli lasem, który mogliby alternatywnie odwiedzić byłby las, w którym brak jest widocznych śladów pozyskania, i który został zdefiniowany jako poziom bazowy.

We wszystkich oszacowanych modelach założono, że funkcja użyteczności jest liniowa, tzn., że nie występują interakcje pomiędzy cechami lasu. Podejście takie jest istotnym uproszczeniem, ponieważ jest możliwe, że parametry związane z pewnymi cechami zależą od poziomu innych cech. Przykładowo, możliwe, że martwe drewno jest inaczej postrzegane w lesie iglastym a inaczej w lesie liściastym czy mieszanym. Oszacowane przez nas modele nie pozwalają na zmierzenie takiego efektu. W **tabeli 2.1** opisano w jaki sposób zakodowano zmienne wykorzystane w badaniu, a w tabeli 2.2 przedstawiono oszacowania modelu z parametrami losowymi w przestrzeni WTP.

**Tabela 2.1.** Nazwy i poziomy atrybutów wykorzystanych w badaniu

Atrybut	Poziomy	Typ zmiennej oraz poziom odniesienia
Typ lasu	Las iglasty	Zmienna zero-jedynkowa, z <i>lasem iglastym</i> będącym poziomem odniesienia
	Las liściasty	
	Las mieszany	
Liczba gatunków drzew		Zmienna ciągła
Wiek najstarszych drzew	40, 70, 100	Zmienna ciągła
Zróżnicowanie wiekowe	Jednowiekowy	Zmienna zero-jedynkowa, z <i>lasem jednowiekowym</i> będącym poziomem odniesienia
	Dwuwiekowy	
	Różnowiekowy	
Runo	Brak	Zmienna zero-jedynkowa z poziomem: <i>Brak</i> będącym poziomem odniesienia
	Runo średnio-wysokie	
	Runo wysokie	
Rozmieszczenie	Regularne	Zmienna zero-jedynkowa z poziomem odniesienia: Regularne
	Średnio-regularne	
	Nieregularne	
Granica lasu (ekoton)	Regularna + wyraźna	Zmienna zero-jedynkowa, z poziomem odniesienia: Regularna + wyraźna
	Nieregularna + wyraźna	
	Nieregularna + stopniowa	
Martwe drewno	Brak	Zmienna zero-jedynkowa, z poziomem odniesienia: Brak
	Średni	
	Wysoki	
Różnorodność lasu	Ten sam typ i wiek	Zmienna zero-jedynkowa, z poziomem odniesienia: Ten sam typ i wiek
	Ten sam typ i różny wiek	
	Różny typ i wiek	
Pozostałości po pracach leśnych	Brak	Zmienna zero-jedynkowa, z poziomem odniesienia: Ten sam typ i wiek
	Średni	
	Wysoki	
Podszyt	Brak	Zmienna zero-jedynkowa, z poziomem odniesienia: Brak
	Średnia gęstość	
	Wysoka gęstość	
Intensywność gospodarki leśnej	Niska	Zmienna zero-jedynkowa, z poziomem odniesienia: Bardzo wysoka
	Średnia	
	Wysoka	
	Bardzo wysoka	
Infrastruktura turystyczna i rekreacyjna	Brak	Zmienna zero-jedynkowa, z poziomem odniesienia: Brak
	Średni	
	Wysoki	
Odległość (w km)	5, 15, 30, 60	Zmienna ciągła

**Tabela 2.2.** Oszacowania modelu z parametrami losowymi (*Multinomial Mixed Logit*). Oszacowania w przestrzeni WTP wyniki należy interpretować jako dodatkową odległość jaką ludzie byliby gotowi pokonać, aby odwiedzić las o danych cechach

Zmienna	rozkład	Średnia				Odchylenie standardowe			
		Coef.	sign.	st.err.	p-value	coef.	sign.	st.err.	p-value
Mieszany	n	5.8045	***	0.9415	0.0000	21.2097	***	0.7021	0.0000
Iglasty	n	4.3799	***	0.7765	0.0000	12.2501	***	0.5647	0.0000
Gatunki	n	5.5066	***	0.2096	0.0000	1.6875	***	0.1805	0.0000
Dwuwiekowy	n	2.3106	***	0.7181	0.0013	1.8141	**	0.8473	0.0323
Różnowiekowy	n	7.5386	***	0.6526	0.0000	1.9195	**	0.7931	0.0155
Zmienność_śred	n	5.6418	***	1.0245	0.0000	1.4285		1.3079	0.2747
Zmienność_wysoka	n	13.3561	***	0.9488	0.0000	2.9478	**	1.2190	0.0156
Martwe drewno_śred	n	3.0705	***	0.9923	0.0020	1.8630		1.2184	0.1263
Martwe drewno_wysok	n	-4.7268	***	0.9348	0.0000	5.3945	***	1.1842	0.0000
Podszyt_śred	n	1.8824	**	0.9080	0.0382	5.8551	***	1.3807	0.0000
Podszyt_wysoki	n	-8.6741	***	1.1142	0.0000	15.3887	***	1.1918	0.0000
Pozostałości_śred	n	-1.2331		0.9878	0.2119	5.2296	***	1.2804	0.0000
Pozostałości_wysok	n	-24.7054	***	1.1155	0.0000	15.4193	***	1.2198	0.0000
Rozmieszczenie_nieregu_śred	n	2.1739	*	1.3045	0.0956	0.5618		1.3961	0.6874
Rozmieszczenie_nieregu_wysok	n	5.3738	***	1.1175	0.0000	1.2327		1.4008	0.3789
Runo_śred	n	5.7786	***	1.0994	0.0000	0.3749		1.3073	0.7743
Runo_wysok	n	-9.7577	***	1.0401	0.0000	17.9161	***	1.1345	0.0000
Ekoton_śred	n	2.7222	**	1.1107	0.0142	7.7467	***	1.0946	0.0000
Ekoton_wysok	n	-0.1130		1.0604	0.9152	1.3537		1.4790	0.3600
Piknik	n	20.8834	***	1.1502	0.0000	1.2728		1.4393	0.3765
Piknik_szlaki	n	27.4074	***	1.2009	0.0000	13.1467	***	1.3473	0.0000
Intensywność_niska	n	-10.4523	***	1.2487	0.0000	2.6791		1.6749	0.1097
Intensywność_śred	n	-25.5878	***	0.9996	0.0000	2.9505	**	1.4625	0.0436
Intensywność_wysoka	n	-48.0188	***	1.8062	0.0000	25.8433	***	1.9089	0.0000
Wiek (w latach)	n	3.6263	***	0.1344	0.0000	3.8247	***	0.0967	0.0000
Odległość (w km)	1	-3.2407	***	0.0166	0.0000	0.5405	***	0.0158	0.0000

Model diagnostics	
LL at convergence	-25608.47
LL at constant(s) only	-33743.05
McFadden's pseudo-R <sup>2</sup>	0.2411
Ben-Akiva-Lerman's pseudo-R <sup>2</sup>	0.3697
AIC/ <i>n</i>	2.0344
BIC/ <i>n</i>	2.0518
<i>n</i> (observations)	25229
<i>r</i> (respondents)	841
<i>k</i> (parameters)	54

Z przedstawionych wyników widać, że do poprawy atrakcyjności rekreacyjnej lasu przyczyniają się:

- obecność miejsc przystosowanych do rekreacji (miejsca piknikowe, wiaty, ścieżki dydaktyczne/szlaki turystyczne),
- wiek lasu,
- las mieszany,
- liczba gatunków drzew,
- zróżnicowanie lasu (różne typy lasu w różnym wieku),
- zróżnicowanie wiekowe (las różnowiekowy),
- nieregularne rozmieszczenie drzew,
- średni poziom martwego drewna.

Natomiast do zmniejszenia atrakcyjności rekreacyjnej lasu w największym stopniu przyczyniają się:

- obecność zrębów zupełnych (w mniejszym stopniu inne poziomy związane z użytkowaniem gospodarczym lasu),
- widoczne pozostałości po pracach leśnych (takich jak wycinka, lub trzebież),
- drzewa rosnące w rzędach,
- wysokie runo,
- gęsty podszyt oraz wysoki poziom martwego drewna.



### 3. Związek pomiędzy korzyściami rekreacyjnymi a cechami lasu – metaanaliza

Oprócz związku wartości rekreacyjnej z cechami lasów (oszacowanego za pomocą badania wyboru warunkowego), w raporcie postanowiono uwzględnić możliwie dużo innych cech opisujących las, które mogą mieć związek z korzyściami rekreacyjnymi jakie ludzie odnoszą z wizyt w lesie. Przeprowadzona w tej części analiza bazuje na podejściu Żylicz i Giergiczny (2013) i Giergiczny i in. (2014), z tą różnicą, że tutaj zmienną zależną jest gotowość do płacenia (WTP) lub nadwyżka konsumenta (CS) na osobę oraz że w modelu ekonometrycznym wykorzystano również wyniki badań opublikowane po 2011.

Głównym celem przeprowadzonej meta-analizy było zbadanie czy istnieje związek pomiędzy korzyściami rekreacyjnymi a innymi niż uwzględnione w badaniu wyboru warunkowego charakterystykami lasów. Zaktualizowana baza zawiera badania preferencji ujawnionych i deklarowanych zrealizowane w krajach europejskich począwszy od 1970 roku do 2021. Uwzględniono 57 badań, z ośmiu krajów, które zawierają łącznie 302 indywidualne oszacowania. Oszacowano tak zwaną meta-analizę, w której zmienną zależną jest gotowość do płacenia (WTP, willingness to pay) lub nadwyżka konsumenta (CS, consumer surplus) na osobę. Meta-analiza wymaga zgromadzenia możliwie dużej liczby badań. W tym przypadku były to tylko i wyłącznie badania szacujące WTP lub CS z tytułu wizyty w lesie. Zakłada się, że zmienność w oszacowanych WTP lub CS może być wyjaśniona za pomocą zmiennych metodologicznych (zmiennych charakteryzujących zastosowaną metodę badania) oraz charakterystyk badanych obiektów. W tym przypadku są to charakterystyki odwiedzanych lasów.

#### 3.1. Opis zmiennych wykorzystanych w metaanalizie

Wykorzystane zmienne objaśniające można podzielić na dwa rodzaje: **zmienne charakteryzujące wyceniany obiekt** oraz **zmienne metodologiczne**. Oznaczenia zmiennych metodologicznych zostały wyjaśnione poniżej. Dzięki włączeniu możliwie dużej liczby badań, mamy duże zróżnicowanie pod względem charakterystyk badanych obiektów. Dzięki temu jest możliwe zbadanie relacji pomiędzy cechami lasów a miarami dobrobytu. W takim podejściu wszystkie inne zmienne metodologiczne, charakteryzujące różne podejścia, są kontrolowane za pomocą zmiennych zero-jedynkowych.

##### Zmienne charakteryzujące wyceniany obiekt

**Wysokość** – najwyższy położony punkt na terenie badanego lasu. Część autorów wskazuje, że lasy położone na terenach o dużej różnicy wzniesień są preferowane przez respondentów (Bateman i Jones 2003). Dlatego zdecydowaliśmy się na wykorzystanie w regresji zmiennej, która będzie opisywała zróżnicowanie terenu. Wydaje się, że lepszą od wysokości miarą byłoby wykorzystanie deniwelacji na obszarze danego lasu, jednak z uwagi na duże kłopoty z określeniem wysokości najniższego położonego punktu, porzuciliśmy na wysokości.

**PN (park narodowy)** – jest zmienną zero-jedynkową, przyjmującą wartość 1, gdy badany obiekt jest parkiem narodowym i 0, gdy nie jest, 1/3 wszystkich miejsc uwzględnionych w badaniu ma status parku narodowego. Zdecydowaliśmy się na włączenie tej zmiennej, ponieważ należy oczekiwać, że lasy położone na terenach parków narodowych charakteryzują się wyższymi walorami przyrodniczymi niż lasy nie objęte tą formą

ochrony. Dlatego parametr przy tej zmiennej może dostarczyć informacji na temat preferencji respondentów odnośnie lasów cennych przyrodniczo.

**Miejski** – zmienna zero-jedynkowa, przyjmująca wartość 1, gdy badany obiekt jest położony na terenie lub w bezpośrednim sąsiedztwie miasta. Około 13% wszystkich obiektów w badanej próbie to lasy miejskie.

**Powierzchnia** – powierzchnia lasu w ha. Jak widać z **tabeli 3.1** powierzchnia badanych lasów jest w przedziale 23 – 90,000 ha ze średnią powierzchnią 20,400 ha.

**Liściaste** – udział drzew liściastych (w procentach). Ponieważ nie byliśmy w stanie dotrzeć do danych dla pojedynczych lasów, zdecydowaliśmy się na wykorzystanie średnich na poziomie regionalnym (EFISCEN Inventory Database 2021).

**PKB\_PPP/osobę** – dochód na osobę z uwzględnieniem parytetu siły nabywczej, w regionie, gdzie las się znajduje (dane EUROSTAT dla roku, z którego pochodzi dane badanie)

**Rok** – rok przeprowadzenia badania.

**Kraj** – zmienne zero-jedynkowe kodujące kraj, w którym przeprowadzono badanie, 61% oszacowań pochodzi z Wielkiej Brytanii.

### Zmienne metodologiczne

**RP** – zmienna zero-jedynkowa, przyjmuje wartość 1, gdy badanie zostało przeprowadzone metodą preferencji ujawnionych (rzeczywiste decyzje, w szczególności metoda kosztu podróży) oraz 0, gdy badanie zostało przeprowadzone metodą preferencji deklarowanych (hipotetyczny rynek). 61% wszystkich oszacowań pochodzi z badań RP.

**Wartość opcyjna** – (z ang. *option value*), odnosi się jedynie do badań preferencji deklarowanych. Wartość opcyjna to wartość związana z gotowością do płacenia za możliwość korzystania z dobra teraz i w przyszłości (przez daną osobę lub przyszłe pokolenia) – zob. też objaśnienia w podrozdziale 1.1.

**Czas** – zmienna zero-jedynkowa, przyjmująca wartość 1, jeżeli w modelu uwzględniona została alternatywna wartość czasu.

**MNW** – metoda estymacji, dotyczy metody kosztu podróży, zmienna MNW przyjmuje wartość 1, gdy model oszacowany za pomocą metody największej wiarygodności. Alternatywnie w starszych badaniach stosowano MNK (metodę najmniejszych kwadratów).

**DC** – (z ang. *Dichotomous Choice*), co tłumaczy się jako wybór dwudzielny. Zmienna ta identyfikuje sposób zadawania pytania w przypadku metody wyceny warunkowej. Dwa najczęściej spotykane formaty to: pytanie otwarte (z ang. *Open Ended*) i właśnie pytanie dwudzielne (DC). W przypadku pytania otwartego respondenci proszeni są o bezpośrednie podanie swojej gotowości do płacenia (maksymalnej kwoty, którą byliby gotowi zapłacić, aby móc odwiedzić dane miejsce). W przypadku formatu DC respondent jest informowany o koszcie zobaczenia danego miejsca i jest proszony o odpowiedzenie czy jest gotów taki koszt ponieść.

**DB** – jest wariantem pytania DC. W tej wersji respondent jest proszony o odpowiedzenie na sekwencję dwóch pytań DC. Poziom kosztu w drugiej iteracji zależy od tego czy respondent zaakceptował koszt z pierwszej

iteracji. Zazwyczaj stawkę się podwaja, jeżeli na pierwsze pytanie odpowiedział twierdząco i zmniejsza o 50% jeżeli nie zaakceptował początkowego poziomu kosztu.

**Strefowy** – zmienna identyfikująca typ modelu kosztu podróży (ZTCM), przyjmuje wartość 1 jeżeli oszacowany model jest strefowy.

Statystyki opisowe zmiennych wykorzystanych w metaanalizie zostały przedstawione w **tabeli 3.1**.

**Tabela 3.1.** Statystyki opisowe zmiennych wykorzystanych w badaniu

Zmienna	Średnia	Odchylenie standardowe	Min	Max
Zmienna zależna				
WTP (Euro)	5,21	7,96	0,14	57,69
Zmienne charakteryzujące badany obiekt				
Wysokość (m n.p.m.)	654,53	947,76	17	3558
Park Narodowy	0,34	0,46	0	1
Las Miejski	0,14	0,34	0	1
Powierzchnia (ha)	11634,26	22377,92	23	90000
Liściaste (% powierzchni)	27,13	24,05	0,69	87,28
PKB_PPP/osobę (Euro)	22443,73	4537,35	8800	35300
Rok badania	1996	7,62	1970	2021
Niemcy	0,03		0	1
Irlandia	0,05		0	1
Włochy	0,14		0	1
Polska	0,05		0	1
Hiszpania	0,06		0	1
Północna Irlandia	0,04		0	1
Austria	0,02		0	1
Wielka Brytania	0,61		0	1
Zmienne metodologiczne				
RP (badanie RP względem SP)	0,61	0,49	0	1
Wartość Opcyjna	0,07	0,26	0	1
Wartość Czasu	0,25	0,44	0	1
Metoda Największej Wiarygodności	0,09	0,28	0	1
DC (wybór dwudzielny)	0,07	0,25	0	1
DB (wariant sekwencyjny)	0,11	0,31	0	1
OE (pytanie otwarte)	0,19	0,39	0	1
Strefowy model TC	0,44	0,50	0	1

### 3.2. Model ekonometryczny - metaanaliza

Oszacowania podobnie jak w przypadku modelu kosztu podróży dokonano za pomocą modelu panelowego następującej postaci:

$$\ln\_WTP = \alpha + \beta X_i + \mu_i + e_{it} ,$$

gdzie **ln\_WTP** jest logarytmem WTP (lub CS), a **X** jest zbiorem zmiennych objaśniających zawierających zmienne metodologiczne i charakterystyki wycenianego lasu. Składnik losowy składa się z dwóch

komponentów: błędu na poziomie badania  $\mu_i$  i błędu na poziomie oszacowania  $e_{it}$ . Zakłada się, że obydwa składniki losowe mają rozkład normalny ze średnią równą 0 i wariancjami odpowiednio równymi:  $\sigma_\mu$  i  $\sigma_e$ .

### 3.3. Metaanaliza – wyniki

Wyboru postaci funkcyjnej modelu dokonano na podstawie tzw. przekształcenia Boxa-Coxa, które umożliwia przeprowadzenie sformalizowanej procedury wyboru między modelem liniowym a potęgowym. Pełne wyniki modelu zostały przedstawione w **tabeli 3.2**.

**Tabela 3.2.** Wyniki meta-analizy

	Parametr	Statystyka t-studenta	p-wartość
ln_Wysokość	0,010	0,22	0,826
<b>Park narodowy</b>	<b>0,248</b>	<b>2,00</b>	<b>0,045</b>
<b>Miejski</b>	<b>-0,386</b>	<b>-2,22</b>	<b>0,027</b>
<b>ln_Powierzchni</b>	<b>0,168</b>	<b>3,76</b>	<b>0,000</b>
Liściaste	0,0052	2,36	0,018
ln_PKB_osobę	0,133	0,52	0,605
Rok	0,034	1,92	0,055
Niemcy	-0,188	-0,45	0,650
Irlandia	0,878	1,23	0,219
Włochy	0,761	2,68	0,007
Polska	0,343	0,59	0,554
Hiszpania	0,941	2,53	0,012
Irlandia Północna	0,735	1,03	0,304
Austria	0,689	1,49	0,135
Zmienne metodologiczne			
RP	0,420	1,98	0,049
Wartość opcyjna	0,520	2,99	0,003
Czas podróży	0,699	6,66	0,000
MNW	-0,871	-4,04	0,000
DC	0,079	0,25	0,804
DB	0,403	0,78	0,433
OE	0,144	0,52	0,600
Model strefowy	0,351	2,15	0,031
Stała	-66,986	-1,91	0,056
N	302		
Liczba grup	56		
R <sup>2</sup> wewnątrzgrupowe	0,37		
R <sup>2</sup> pomiędzy grupami	0,61		
R <sup>2</sup> Łączne	0,47		

W opracowaniu pomijamy interpretację zmiennych metodologicznych i ich związku z WTP. Szczegóły tej analizy zostały omówione w opracowaniach Żylicz i Giergiczny (2013) oraz w Giergiczny i in. (2014). W tej części opracowania skupimy się na zmiennych mających związek z cechami lasu, a zwłaszcza tych, które zostały wykorzystane w mapowaniu (tj. status ochronny, las miejski i powierzchnia lasu).

Wyniki z **tabeli 3.2** wskazują, że *ceteris paribus* nadwyżka konsumenta na osobę związana z wizytami na terenie parków narodowych jest średnio o 25% wyższa niż na terenie lasów poza parkami. W przypadku lasów miejskich (tj. lasów położonych na terenie miast lub w bezpośrednim sąsiedztwie) respondenci osiągają o 40% niższe korzyści niż w przypadku lasów położonych z dala od miast. Otrzymane wyniki wskazują również, że

respondenci *ceteris paribus* preferują większe kompleksy leśne. Ponieważ zmienna *Powierzchnia* została zlogarytmowana, to parametr przy tej zmiennej należy interpretować jako elastyczność (w języku ekonomicznym). Otrzymane oszacowanie 0,17 oznacza, że wizyta w lesie o powierzchni większej o 1% powoduje zwiększenie nadwyżki konsumenta o 0,17%.

#### 4. Szacowanie nadwyżki ekonomicznej z tytułu wizyty w lesie – metoda kosztu podróży

Dane wykorzystane w badaniu zostały zgromadzone w 2018 r. Badanie ankietowe zostało przeprowadzone na reprezentatywnej próbie 2000 mieszkańców Polski. W badaniu wzięły udział jedynie osoby, które zadeklarowały, że w ciągu ostatniego roku odbyły przynajmniej jedną wizytę do lasu w celu rekreacyjnym. Aby uniknąć łączenia korzyści rekreacyjnych z innymi korzyściami do oszacowania nadwyżki ekonomicznej wykorzystano jedynie te podróże, których jedynym celem było odwiedzenie lasu. W badaniu uwzględniono jedynie wizyty jednodniowe. W próbie ogólnopolskiej osób spełniających te warunki było 1440, w tym obserwacji dla Aglomeracji Warszawskiej 122. W badaniu respondenci byli pytani o szczegółowe informacje dotyczące ostatniego odwiedzonego lasu, w tym: odległość od miejsca zamieszkania do odwiedzonego lasu, całkowitą liczbę wizyt do tego lasu w ciągu ostatnich 12 miesięcy, środek transportu, czas podróży, spędzony czas na miejscu, cel wizyty, kiedy wizyta w lesie miała miejsce (dzień roboczy, weekend, święta) a także całkowitą liczbę wizyt (pytanie o częstość z jaką respondenci odwiedzają las).

W trakcie analizy danych ustalono, że pokonywany dystans (odległość od miejsca zamieszkania do odwiedzonego lasu) jest dłuższy dla wizyt weekendowych i świątecznych niż wizyt trakcie dni roboczych (Tabela 1). W badanej próbie (18-80 lat) 66% to osoby aktywne zawodowo, więc wynika to najprawdopodobniej ze znacznie silniejszego ograniczenia czasowego w dni robocze niż w weekendy i święta. Dlatego oszacowań nadwyżki ekonomicznej (w różnych wariantach z i bez wartości czasu) dokonano za pomocą oddzielnych modeli.

**Tabela 4.1** Statystyki opisowe

	<b>Polska</b>	<b>Warszawa</b>
Odsetek badanych, którzy przynajmniej raz odwiedzili las w ciągu ostatnich 12 miesięcy	0.88	0.75
Liczba osób w wieku 18+, które odwiedziły lasy (w mln.)	28.29	1.56
Średnia liczba wizyt w ciągu roku	41	26*
Udział wizyt weekendowych	0.54	0.64
Udział respondentów, którzy przyjechali do lasu rowerem lub pieszo - dzień powszedni	0.57	0.52**
Udział respondentów, którzy przyjechali do lasu rowerem/piechotą - weekend	0.37	0.42**
Średnia odległość w obie strony w dni powszednie w km	14.7	18.2***
Średnia odległość w obie strony w weekendy w km	40.5	32.3***

\* Liczba wizyt, które miały miejsce jedynie na terenie Aglomeracji Warszawskiej, \*\*Średni dystans w obie strony jedynie dla wizyt, które miały miejsce na terenie Aglomeracji Warszawskiej

##### 4.1. Metoda kosztu podróży

Metoda kosztu podróży (z ang. *Travel Cost Method*) zakłada, że koszt dojazdu do wycenianego miejsca może być traktowany analogicznie jak cena dobra rynkowego. W metodzie TCM przyjmuje się, że koszt

podróży składa się dwóch składowych: kosztu transportu (w przypadku podróży samochodem jest to cena paliwa, koszt zużycia samochodu) oraz wartości czasu. Obserwując dużą liczbę wizyt oraz znając koszt dojazdu możliwe jest wyznaczenie krzywej popytu i oszacowanie nadwyżki konsumenta. W przypadku rekreacji wartość jest tożsama z nadwyżką konsumenta (**Ryc. 6b**), dzieje się tak dlatego, ponieważ podaż miejsc do rekreacji jest dana przez przyrodę i nie wymaga ponoszenia nakładów związanych z produkcją, tak jak to ma miejsce w przypadku rynku płodów rolnych, gdzie wyższa podaż oznacza wyższe koszty po stronie producenta.

Do wyceny korzyści rekreacyjnych, jakich lasy Aglomeracji Warszawskiej dostarczają mieszkańcom wykorzystano właśnie metodę kosztu podróży. Metoda ta jest najczęściej stosowanym podejściem do wyceny korzyści rekreacyjnych. W odróżnieniu od metod preferencji deklarowanych, TCM bazuje na rzeczywistych wyborach dokonywanych przez ludzi. Założenia metody kosztu podróży są bardzo proste; skoro ludzie decydują się odwiedzić dane miejsce, to oznacza to, że korzyści, których to miejsce im dostarcza są przynajmniej tak duże jak poniesiony koszt (gdyby były mniejsze to racjonalnie zachowująca się osoba nie zdecydowałaby się przecież, aby dane miejsce odwiedzić). Wykorzystując relację pomiędzy liczbą wizyt i kosztem dotarcia (dojazdu), można oszacować krzywą popytu i nadwyżkę konsumenta.

W niniejszym opracowaniu wykorzystano tzw. indywidualny model kosztu podróży. O ile w przypadku tzw. strefowego modelu kosztu podróży zmienną zależną jest częstość wizyt z danej strefy, o tyle w przypadku indywidualnego modelu kosztu podróży zmienną zależną jest liczba odbytych przez daną osobę wizyt. Ponieważ zmienną zależną są nieujemne liczby całkowite, to do szacowania funkcji popytu wykorzystuje się modele nieciągłe (*Count Data Models*).

W przypadku indywidualnego modelu kosztu podróży liczba wizyt jest traktowana jako zgłaszany popyt na dobro rekreacyjne, a koszt podróży jest przybliżeniem ceny. W ogólnym przypadku zakłada się następującą postać funkcyjną:

$$i. \quad r_n = f(p_n, \mathbf{p}_n^s, \mathbf{z}_n),$$

gdzie  $r_n$  jest liczbą wizyt, którą w sezonie do danego miejsca odbywa osoba  $n$ ,  $p_n$  jest kosztem dotarcia do danego miejsca (zazwyczaj koszt ten zawiera koszt podróży oraz alternatywną wartość czasu),  $\mathbf{p}_n^s$  reprezentuje wektor charakterystyk innych substytutów (np. innych lasów, które respondent mógł odwiedzić). Przy tak zdefiniowanej funkcji popytu nadwyżka konsumenta jest – jak zwykle – reprezentowana przez pole powierzchni pod krzywą popytu. Czyli dla konsumenta  $n$  jest to całka oznaczona następującej postaci:

$$CS_n = \int_{p_n^0}^{p_n^*} f(p_n, \mathbf{p}_n^s, \mathbf{z}_n) dp_n,$$

gdzie  $p_n^0$  jest faktycznym kosztem podróży do danego miejsca a  $p_n^*$  jest kosztem, przy którym liczba wizyt spadłaby do zera. Poziom ten odpowiada hipotetycznej opłacie dodatkowej, przy której dana osoba  $n$  zrezygnowałaby w ogóle z podróży (z ang. *Choke Price*). Teoretyczne podstawy metody kosztu podróży i jej związek z miarami dobrobytu są szczegółowo omówione w książce autorstwa Hellerstein i Mendelsohn (1993).

Najczęściej wykorzystywanymi modelami w przypadku indywidualnej metody kosztu podróży są: model Poissona i ujemny model dwumianowy. Dzięki swej prostocie model Poissona jest najczęściej stosowanym modelem TCM. Niestety model ten posiada pewne ograniczenia, mianowicie zakłada, że wartość oczekiwana i wariancja są sobie równe  $E(Y) = \mu = V(Y)$ , co niestety w przypadku danych rekreacyjnych rzadko jest spełnione.

Warunek ten nie jest spełniony również w przypadku danych z badania Giergiczny i in. (2021), gdzie wariancja jest istotnie wyższa od wartości oczekiwanej. Zjawisko takie określa się mianem nadmiernego rozproszenia (*overdispersion*). Nadmierne rozproszenie oznacza, że jest grupa respondentów, którzy odbywają bardzo dużo wizyt, podczas gdy zdecydowana większość badanych robi ich stosunkowo niewiele. Modelem, który uchyla warunek  $E(Y) = \mu = V(Y)$  jest ujemny model dwumianowy. Model ten jest bardzo ogólny, może być wykorzystywany w sytuacjach, kiedy wariancja jest znacznie wyższa od wartości oczekiwanej, a także w sytuacji, kiedy występuje problem endogenicznej stratyfikacji (tzn. wtedy, kiedy osoby są ankietowane w wycenianym miejscu). W swej ogólnej postaci zaproponowanej przez Englina i Shonkwiler (1995) model przyjmuje następującą formę:

$$Pr(x_i | x_i > 0) = x_i \frac{\Gamma(x_i + \alpha^{-1})}{\Gamma(x_i + 1)\Gamma(\alpha^{-1})} (\alpha^x \lambda_i^{x_i-1}) (1 + \alpha \lambda_i)^{-(y_i + \alpha^{-1})}, \quad x_i = 1, 2, \dots, \quad (2.4)$$

gdzie  $\Gamma$  reprezentuje funkcję gamma, a parametr  $\alpha$  jest miarą rozproszenia. Oczekiwana liczba wizyt jest dana przez:

$$E(x_n) = \lambda_n = \exp(\beta' x_n)$$

W sytuacji, gdy nie ma nadmiernego rozproszenia ujemny model dwumianowy zastępuje się modelem Poissona. Ponieważ założenia konieczne dla modelu Poissona nie są spełnione, w niniejszym opracowaniu wykorzystano jedynie model ujemny dwumianowy.

## 4.2. Wyniki

Wszystkich oszacowań dokonano za pomocą modelu ujemnego dwumianowego w dwóch wariantach, dla dwóch oddzielnych próby: reprezentowanej próby ogólnopolskiej (N=1440) i dla obserwacji z Aglomeracji Warszawskiej (N=122). Dodatkowo, z uwagi na duże różnice w pokonywanej odległości do lasu, dla wizyt weekendowych i wizyt w dni robocze, dokonano oddzielnych oszacowań modeli TCM w zależności od tego, kiedy wizyta miała miejsce. Wszystkie oszacowania są wyrażone w zł za wizytę na osobę. Następnie jednostkowe wskaźniki wartości zostały pomnożone przez całkowitą liczbę wizyt w danej kategorii i dodane, co pozwoliło oszacować całkowity strumień korzyści rekreacyjnych jakich dostarczają lasy w Polsce i Aglomeracji Warszawskiej.

Tak jak to omawiano szczegółowo w **rozdziale 1.2** są dwa podstawowe podejścia do szacowania wartości usług ekosystemowych. Pierwsze, zgodne z systemem rachunkowości narodowej opiera się na cenach rynkowych, a drugie opiera się na miarach dobrobytu (wskaźnikach zgodnych z teorią ekonomii). W przypadku naszego badania dokonaliśmy oszacowania w dwóch wariantach, wykorzystując nadwyżkę konsumenta (miarę



dobrobytu zgodna z teorią ekonomii) i koszt podróży (miara zgodna z systemem rachunkowości narodowej, podejście rekomendowane przez UN, 2014)).

Wstęp do lasów Polsce, poza nielicznymi wyjątkami (np. niektóre parki narodowe), jest bezpłatny. Niektórzy autorzy sugerują, aby koszt dotarcia do lasu traktować jako cenę (np. Obst, 2016 i in.). Podejście to jest zgodne z systemem rachunkowości narodowej. Niesie jednak ze sobą pewne istotne problemy, np. przeprowadzone badanie wskazuje, że w dni robocze 57% wszystkich wizyt do lasu w Polsce to wizyty, które odbywają się na rowerze lub pieszo. W przypadku Aglomeracji Warszawskiej odsetek ten wynosi 52%. Oznacza to, że bardzo istotna część rekreacji w lasach nie pozostawia po sobie żadnego śladu w postaci jakichkolwiek transakcji rynkowych. W rzeczywistości wartość tych wizyt (z uwagi na pozytywne efekty zdrowotne) może być nawet wyższa niż w przypadku wizyt, w których osoby dotarły do lasu samochodem. Jednak podejście zgodne z systemem rachunkowości narodowej zakłada, że ich wartość wynosi 0.

W sytuacji, gdy ceny rynkowe nie są możliwe do zaobserwowania należy zastosować wycenę według ekwiwaleńców cen rynkowych, aby zapewnić możliwie bliskie przybliżenie do cen rynkowych (SEA, 2014). W przypadku tego badania założyliśmy, że najlepszym przybliżeniem wyceny dla wizyt rowerem lub pieszych jest przyjęcie średnich kosztów dla wizyt, w których koszt jest ponoszony. W obu przypadkach (rzeczywistego poniesionego kosztu i ekwiwalentu) policzyliśmy całkowitą wycenę rekreacji dla całego kraju i oddzielnie dla Aglomeracji Warszawskiej. W celu porównania tych wartości wyraziliśmy je również w wielkościach przypadających średnio na ha lasu.

Dokładnie ta sama procedura została powtórzona dla nadwyżki konsumenta. Nadwyżka konsumenta została policzona w dwóch wariantach z i bez uwzględnienia wartości czasu podróży. Wszystkie wyniki zostały przedstawione w tabeli 4.2. Z uwagi na bardzo niewielką próbę, wyniki dla Aglomeracji Warszawskiej należy traktować z dużą ostrożnością. Uzyskane wyniki wskazują jednak na dość wyraźny wzór. Z uwagi na bardzo wysoki udział wizyt osób udających się do lasu pieszo lub rowerem rzeczywiste poniesione koszty są złym wskaźnikiem wartości usługi ekosystemowej. Zastosowanie ekwiwalentu wartości poprawia trochę tę sytuację, jednak przypisanie wizytom pieszym i rowerem ceny równej kosztowi poniesionemu w przypadku podróży samochodem jest arbitralne.

Dobrym rozwiązaniem do szacowania wartości rekreacji wydaje się bazowanie na nadwyżce konsumenta bez wartości czasu. Czas jest dobrem rzadkim, więc z perspektywy ekonomicznej ma koszt alternatywny (czas przeznaczony na pójście do lasu, oznacza niemożliwość zrobienia czegoś innego co mogłoby mieć istotną wartość). W tym badaniu wykorzystaliśmy konserwatywne założenie przyjmujące wartość czasu równą 1/3 wynagrodzenia. Badania empiryczne wskazują, że alternatywna wartość czasu jest wyższa niż ta standardowa zakładana 1/3 (Lloyd-Smith i in, 2020; Czajkowski i in 2020). Jednak argumentem za wyłączeniem z analizy wartości czasu jest fakt, że wartość czasu nie jest uwzględniana w przypadku innych usług, które są uwzględniane w systemie rachunków narodowych a które również zawierają istotny komponent czasu.

Z wyników w tabeli 4.2 widać, że bez względu na wykorzystany wskaźnik, oszacowane miary dla Aglomeracji Warszawskiej w przeliczeniu na hektar są średnio około 3 razy wyższe niż średnie dla Polski, co wskazuje, że podstawowym czynnikiem wpływającym na wartość usługi kulturowej przypadającej na 1ha (4-7 tysięcy zł) powierzchni jest popyt, a popyt zależy od gęstości zaludnienia. Dla porównania przychody ze sprzedaży drewna (usługi zaopatrzeniowej) w 2020 wyniosły 7,5 mld zł, co przy 7.1 mln ha lasów pozostających w zarządzie PGL LP oznacza przychód na poziomie 1056 zł/ha. Tak więc w skali Polski, korzyści rekreacyjne również są znacznie wyższe od przychodów z pozyskania grubizny.

**Tabela 4.2. Oszacowania kosztu i nadwyżki konsumenta**

	<b>Polska</b>	<b>Warszawa</b>
Koszt/wizyta/os. W dniu roboczym (zł)	5.1	6.3
Koszt/wizyta/os. W weekend (zł)	11.0	8.8
CS_TC/wizyta/os. W dniu roboczym (zł)	6.3	6.8
CS_TC/wizyta/os. W weekend (zł)	18.9	16.2
CS_TC_TT/ wizyta/os. W dniu roboczym (zł)	10.4	11.7
CS_TC_TT/ wizyta/os. W weekend (zł)	32.9	25.2
Całkowita liczba wizyt (w mln.) -dzień roboczy	469.5	14.0
Całkowita liczba wizyt (w mln.) -weekend i święta	551.2	19.5
Całkowity poniesiony koszt (w mln.zł)	3608.2	117.8
Ekwiwalent_kosztu (w mln.zł)	8457.5	259.5
Całkowita CS, jedynie TC (w mln.zł)	13375.3	410.5
Całkowita CS, TC +TT (w mln.zł)	23016.9	654.3

Koszt_dojazdu/ha_lasu (zł)	383.9	1308.9
Ekwiwalent_kosztu/ha_lasu (zł)	899.7	2883.1
CS_TC/ha_lasu (zł)	1422.9	4561.6
CS_TC_TT/ha_lasu (zł)	2448.6	7270.4

\* Dla wizyt, które odbyły się samochodem lub innym płatnym środkiem transportu. W przypadku samochodów w koszcie uwzględniony jedynie koszt paliwa.

## 5. Mapowanie

Głównym celem tej pracy jest zmapowanie potencjału i wartości rekreacyjnej lasów Aglomeracji Warszawskiej. W tym celu wykorzystano opisy taksacyjne drzewostanów zgromadzone w Banku Danych o Lasach (BDL). Opis taksacyjny to zbiór informacji jakościowych i ilościowych o każdej podstawowej jednostce podziału administracyjnego w lasach, czyli pododdziale. Pododdział w terminologii leśnej to homogeniczny drzewostan, różniący się od otaczających drzewostanów wiekiem, składem gatunkowym, zaplanowanym zabiegiem itp. Średnia powierzchnia pododdziału w PGL LP wynosi 6 ha, a w lasach pozostałych form własności 2 ha. Pododdziały tworzą oddział leśny - obszar o powierzchni 20 – 24 ha i prostokątnym kształcie 600 x 400 m. Granice oddziałów zazwyczaj nie ulegają zmianom w kolejnych rewizjach urządzania lasu, podczas gdy granice pododdziałów mogą być zmieniane. Dane zgromadzone w BDL obejmują lasy wszystkich form własności dla całej Polski. W tym badaniu mapowania dokonano jedynie dla lasów na terenie Aglomeracji Warszawskiej. W badaniu uwzględniono jedynie lasy o powierzchni większej niż 50 ha.

Ponieważ pododdział jest największą homogeniczną jednostką dla lasów w Polsce, każdemu pododdziałowi przypisano wskaźnik odpowiadający jego potencjałowi do dostarczania korzyści rekreacyjnych wyrażony jako gotowość do płacenia, która określa maksymalną gotowość do zapłacenia za jakieś dobro. Różnica pomiędzy WTP a faktycznie płaconą ceną jest nadwyżką konsumenta. W naszym badaniu wykorzystywaną miarą jest w rzeczywistości gotowość do pojechania, czyli maksymalna odległość jaką osoba byłaby gotowa pojechać, aby odwiedzić las o danych cechach. Gotowość do pojechania, która jest wyrażona w km można z łatwością wyrazić w pieniądzu. Dlatego konsekwentnie w tekście gotowość do pojechania będziemy określać jako WTP, a różnicę pomiędzy gotowością do pojechania i faktyczną odległością między miejscem zamieszkania danej osoby i odwiedzanym lasem będziemy określać jako nadwyżkę konsumenta (z ang. *Consumer Surplus*, CS). Obie miary zarówno WTP jak i CS są wyrażone w km.

Potencjał rekreacyjny każdego pododdziału obliczono w oparciu o następujące zmienne:

1. *Wiek drzewostanu* – badanie wyboru warunkowego wykazało silną dodatnią liniową zależność pomiędzy wiekiem drzewostanu a wartością rekreacyjną. W przypadku zakodowania zmiennej *Wiek* za pomocą zmiennych zero-jedynkowych, oszacowanie dla poziomu 70 lat wynosi 25 km, a dla poziomu 100 lat 48km, z poziomem bazowym 40 lat. W ostatecznym modelu zmienną *Wiek* zakodowano jako zmienną ciągłą, w tym przypadku oszacowanie wynosi 3,6 km za każde 10 lat. Np. drzewostan 40 letni otrzyma  $4 \cdot 3,6 \text{ km} = 14,5 \text{ km}$ . Z uwagi na silną liniowość w preferencjach względem wieku drzewostanu dokonano ekstrapolacji poza zakres wieku, który był uwzględniony w badaniu preferencji (tj. 40 - 100 lat). Przyjęto, że wzrost wskaźnika wartości rekreacyjnej z tytułu wieku następuje do 140 lat i wszystkie drzewostany starsze niż 140 lat otrzymują stałą wartość  $14 \cdot 3,62 \text{ km} = 50,9 \text{ km}$ .

2. *Typ drzewostanu* (wartość bazowa – liściasty).

liściasty = 0

igłasty = +4,38 km

mieszany = +5,80 km.

3. *Zróżnicowanie wiekowe* – wartość bazową, 0 km przyjmują drzewostany jednowiekowe.

jednowiekowy = 0

dwuwiekowy = +2,31 km

wielowiekowy = +7,53 km

Istnienie dwóch klas wieku następuje w sytuacji, gdy drzewa będące w składzie gatunkowym zaliczają się do osobnych klas wieku:

I klasa 1 – 20; II klasa 21 – 40; III klasa 41 – 60 itd. Czyli jeżeli w składzie gatunkowym są drzewa 75 i 90 letnie, to drzewostan uznano za dwuwiekowy.

4. *Zróżnicowanie składu gatunkowego* – badanie wykazało liniową zależność wzrostu liczby gatunków w składzie drzewostanu i wartości rekreacyjnej.

Drzewostan jednogatunkowy otrzymuje wartość 5,5 km. Za każdy kolejny gatunek w składzie gatunkowym dodaje się +5,5 km. Np. drzewostan brzoźowo-modrzewiowo-sosnowy (7So 2Md 1Brz) otrzyma  $5 \cdot 5,5 \text{ km} = 16,5 \text{ km}$

5. *Obecność podszytu*

Wartości określone na podstawie zakresu wskaźnika zadrzewienia dla warstwy podszytu:

- $0 \div 0,1 = 8,7 \text{ km}$ ;
- $0,2 \div 0,4 = 10,6 \text{ km}$ ;
- od 0,5 = 0 km.

Wskaźnik zadrzewienia podszytu to miara, w której wartość 1 oznacza 100% powierzchni pododdziału pokrytej podszytem.

3. *Wysokość runa*. Zależność wartości rekreacyjnej od nasilenia cechy jest odwrócona „U-kształtna”. Czyli najbardziej preferowane są lasy z runem średnio-wysokim.

Wartości nadajemy na podstawie rodzaju pokrywy z opisu taksacyjnego:

- brak (naga, ściółka) = 9,8 km;
- średnio wysokie (zielna, mszysta, mszysto – czernicowa, czernicowa) = 15,5 km;
- wysokie (zadarniona, silnie zadarniona, silnie zachwaszczona) = 0.

Rodzaj pokrywy określa się podczas taksacji drzewostanów i jej zasadniczym celem jest wyznaczenia stopnia trudności naturalnego wzrostu nasion, czyli czy je zagłuszą chwasty bądź darń. Odpowiada to rzeczywistej wysokości runa w lesie.

7. *Intensywność gospodarki leśnej*. Badanie wykazało silną liniową (spadającą) zależność preferencji wyboru lasów od natężenia gospodarki leśnej.

W badaniu odnoszono się do sposobu prowadzenia gospodarki leśnej jako „natrafiania na zręby / użytkowanie rębne podczas spaceru o określonej długości po lesie”. Wartości nadano dla pododdziałów (powierzchnia 4 ha) na podstawie najmniej korzystnego użytkowania zaplanowanego w danym oddziale leśnym (o wielkości średnio 20 – 24 ha).

- wartość bazowa: użytkowanie o wysokiej intensywności = 0 km (rębnie zupełne – wielkopowierzchniowa IA / pasowa IB / smugowa IC);
- użytkowanie o średniej intensywności = 22,4 km (rębnia gniazdowa zupełna IIIA);
- użytkowanie o niskiej intensywności = 37,6 km (rębnia częściowa wielkopowierzchniowa IIA, częściowa pasowa IIB, częściowa smugowa IIC, gniazdowa częściowa IIIB);

- brak użytkowania / trzebieże / użytkowanie rębniami o charakterze trzebieży = 48.0 (rębnie stopniowe: gniazdowa IVA, gniazdowo-smugowa IVB, brzegowo-smugowa IVC, udoskonalona IVD, rębnia przerębowa V).

Niektóre charakterystyki uwzględnione w badaniu preferencji, nie zostały jednak uwzględnione na tym etapie w mapowaniu z powodu trudności metodologicznych: *zróżnicowanie przestrzenne kompleksu leśnego, obecność martwego drewna, pozostałości po pracach leśnych, granica lasu, Obecność infrastruktury turystycznej*. Z kolei na podstawie metaanalizy w opracowaniu uwzględniono dodatkowo następujące przestrzenne cechy lasu:

**Status ochronny**- przyjęto, że korzyść rekreacyjna związana ze statusem ochronnym jest o 25% wyższa dla Kampinoskiego Parku Narodowego. Przyjęto, że w odróżnieniu od parku narodowego rezerwaty charakteryzują się mniejszą rozpoznawalnością i mają mniejszą zdolność do przyciągania odwiedzających niż KPN, dlatego w przypadku rezerwatów na terenie Aglomeracji Warszawskiej założono, że korzyści rekreacyjne, z tytułu statusu rezerwatu są tylko o 10% wyższe niż by były dla lasu o danych charakterystykach bez żadnego statusu ochronnego,

**Las miejski** – dla lasów położonych na terenie miast lub w bezpośrednim ich sąsiedztwie przyjęto, że korzyści rekreacyjne są o 40% mniejsze niż dla lasu o identycznych cechach jednak położonego z dala od miasta. Nie analizujemy szczegółowo jakie czynniki z tytułu wizyt w lasach miejskich są niższe niż w lasach położonych z dala od miast. Możliwym wyjaśnieniem może być znacznie wyższy stopień zatłoczenia tych miejsc. W pytaniach o cel wizyty w lesie (Giergiczny i in., 2022) dla wielu ludzi kontakt z przyrodą w ciszy i spokoju jest bardzo ważnym celem wizyty. W lesie miejskim może być to trudniejsze do zrealizowania.

**Powierzchnia** – w badaniu preferencji nie uwzględniono powierzchni lasu. Respondenci byli jedynie poproszeni, aby dokonywać wyborów w kontekście ostatniej wizyty w lesie (proszono respondentów, aby przyjęli, że prezentowane lasy, poza zdefiniowanymi charakterystykami mają identyczne cechy jak las odwiedzony w trakcie ostatniej wizyty).

W metaanalizie oszacowany współczynnik elastyczność odległości względem powierzchni wynosi 0,17. Oznacza to, że zwiększenie powierzchni lasu o 1% zwiększa wartość rekreacyjną o 0,17%. Na terenie Aglomeracji Warszawskiej jest 97 obszarów leśnych, o średniej powierzchni 1041 ha (min=59ha, a maksymalna powierzchnia 21763ha). Oszacowany wskaźnik elastyczności oznacza, że WTP dla lasu o najmniejszej powierzchni w próbie byłaby o 16% niższa (las o powierzchni 59ha jest o 94% mniejszy od średniego lasu na terenie Aglomeracji,  $94 \cdot 0.17 = 0.16$ ) niż dla lasu o średniej powierzchni na terenie Aglomeracji.

Analogicznie, WTP dla lasu o największej powierzchni byłaby o 339% wyższa niż dla lasu o średniej powierzchni na terenie Aglomeracji. Zważywszy, że oszacowania dla metaanalizy były przeprowadzane dla obiektów o znacznie większej powierzchni (średnia 11634 ha) oszacowana elastyczność WTP względem powierzchni prawdopodobnie jest zaniżona. W badanej próbie 80% obiektów to lasy o powierzchni poniżej 1,000 ha. Z uwagi na tak duży udział obiektów o niewielkiej powierzchni w porównaniu do metaanalizy zdecydowaliśmy się przyjąć bardziej konserwatywne założenie o znacznie większym wpływie powierzchni na korzyści rekreacyjne. Obliczona na podstawie badania preferencji WTP była mnożona przez wskaźnik korygujący zależny od powierzchni.

**Tabela 5.1** Wskaźnik korygujący WTP w zależności od powierzchni

Wskaźnik korygujący WTP w zależności od powierzchni	Całkowita powierzchnia lasu
0.4	<150 ha
0.6	150-250 ha
0.8	251-450 ha
1	450-950 ha
1.2	>950

Mapowanie potencjału rekreacyjnego (przez potencjał rekreacyjny rozumiemy zdolność lasu do dostarczania korzyści rekreacyjnych). Mapowanie potencjału odbyło się w dwóch wariantach:

- mapowanie potencjału rekreacyjnego lasów na podstawie charakterystyk lasu. W pierwszym wariancie potencjał był wyznaczany jedynie na podstawie charakterystyk lasu (**Ryc. 5.1**). Minimalna wartość potencjału dla pododdziału leśnego wynosi 0 km, a maksymalna wartość wynosi 236 km. Wskaźnik 236km oznacza, że osoba byłaby gotowa podróżować 236 km (dystans w obie strony), aby odwiedzić las o cechach dla danego wydzielenia (np. tak wysoka miara wskaźnika WTP będzie miała miejsce w przypadku drzewostanu 140+, w którym nie prowadzi się pozyskania). W razie konieczności WTP podane w km można wyrazić w pieniądzu.
- mapowanie potencjału rekreacyjnego lasów na podstawie charakterystyk lasu i innych cech przestrzennych (tj. powierzchnia lasu, status ochronny, las miejski). Mapowanie tego wariantu zostało przedstawione na **ryc. 5.2**.

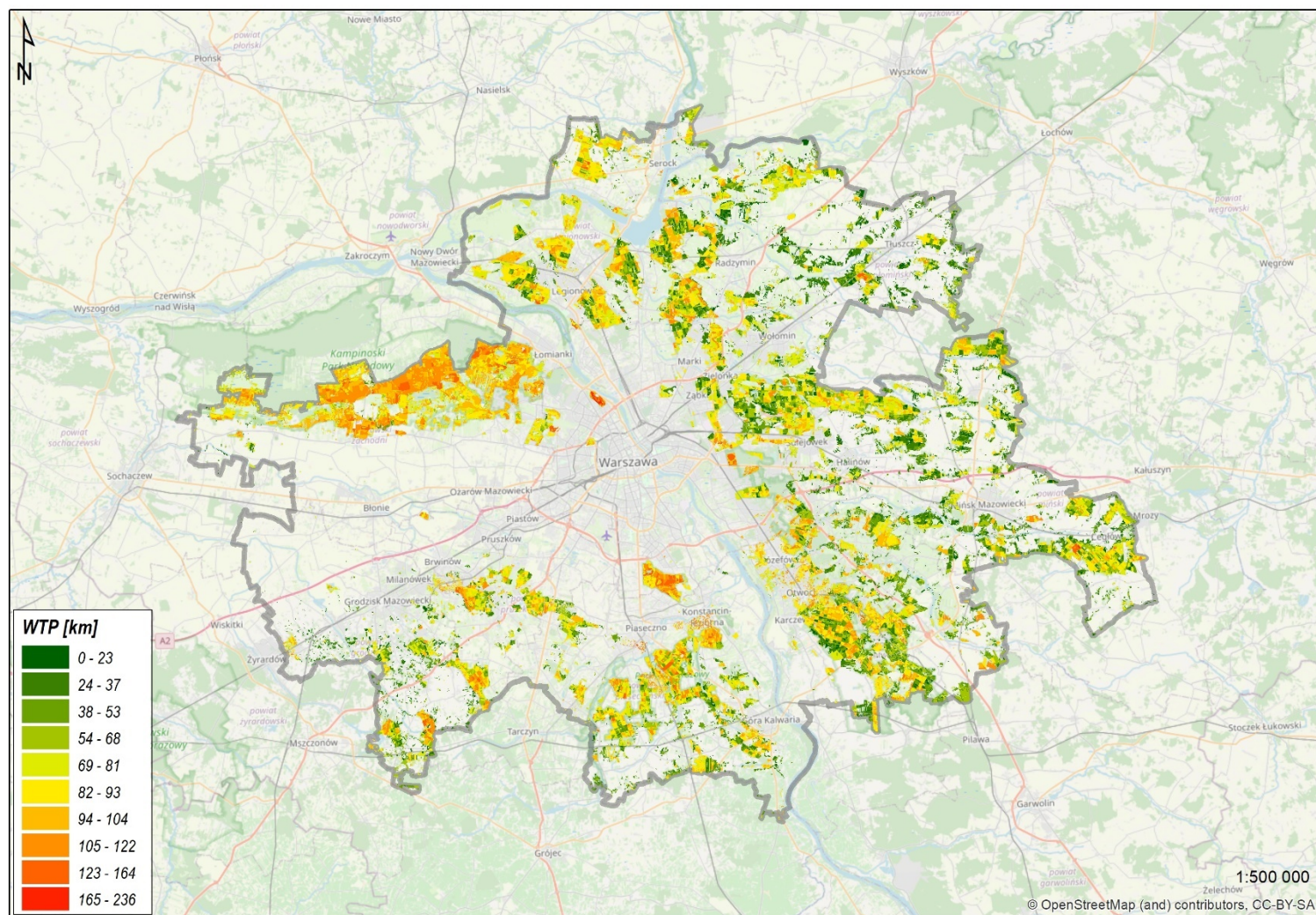
Dodatkowo dla każdego kompleksu leśnego obliczono średni wskaźnik potencjału (średnia ważona wszystkich pododdziałów), w tabeli 4.1 zamieszczono statystyki opisowe. Wyniki w tabeli wskazują, że po uśrednieniu na poziomie kompleksu leśnego, zróżnicowanie w WTP jest już znacznie niższe. Mapę tych kompleksów i dokładne poziomy WTP przedstawiono w Aneksie do raportu.

**Tabela 5.2** Statystyki opisowe WTP na poziomie kompleksów leśnych Aglomeracji Warszawskiej

	Obs	średnia	odchylenie std.	Min	Max
WTP	89	41.24	26.45	.68	96.73

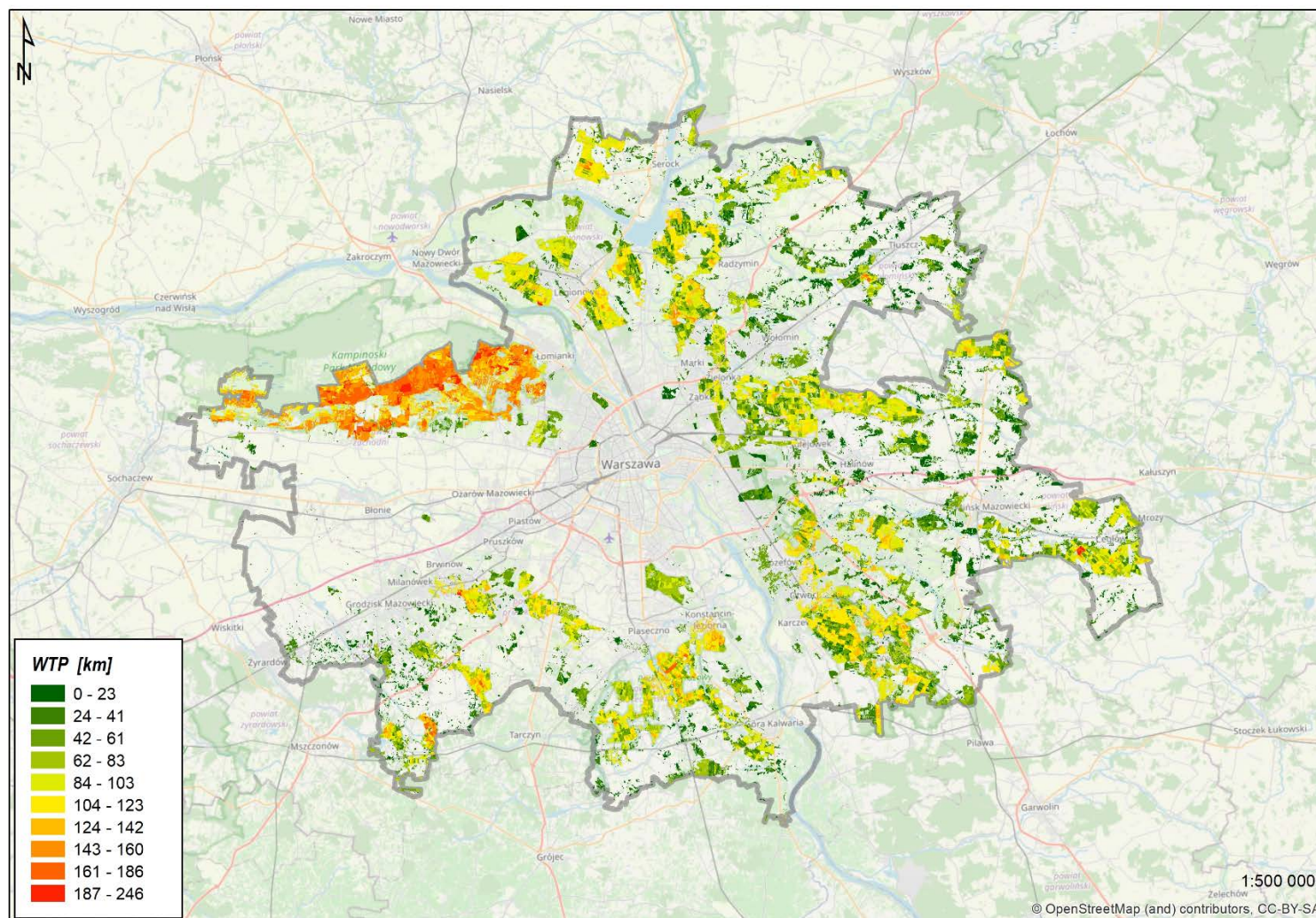
Zdefiniowany potencjał oznacza zdolność obiektu do dostarczania korzyści rekreacyjnych, podczas gdy wartość oznacza faktyczną korzyść, która powstaje w momencie odwiedzania obiektu. Oznacza to, że las o identycznych cechach (przez cechy rozumiemy zarówno charakterystykę drzewostanu, jak i inne cechy przestrzenne mające wpływ na korzyści rekreacyjne) będzie miał identyczny potencjał, ale może mieć bardzo różną wartość rekreacyjną. Wartość bowiem jest związana z popytem na dany obiekt, który z kolei zależy od ceny, czyli w przypadku rekreacji od odległości od miejsca zamieszkania do badanego obiektu. Oznacza to, że identyczny las położony w miejscu o wyższej gęstości zaludnienia będzie miał wyższą wartość rekreacyjną niż ten sam las położony w miejscu o niewielkiej gęstości zaludnienia.

Ryc. 5.1. Mapa potencjału rekreacyjnego na podstawie wyceny charakterystyk lasu z badania preferencji deklarowanych (jednostka przestrzenna dla której wykonano mapowanie to pododział)





Ryc. 5.2. Mapa potencjału rekreacyjnego z uwzględnieniem parametrów korygujących powierzchnię, status ochronny oraz rodzaj lasu (miejski i z dala od miasta). Jednostka przestrzenna dla której wykonano mapowanie to pododział





## 5.1. Mapowanie wskaźnika wartości rekreacyjnej

Mapowanie potencjału rekreacyjnego zostało zrobione dla pododdziałów (obszar o homogenicznym drzewostanie i powierzchni około 6ha). Potencjał rekreacyjny można interpretować jako podaż kulturowej usługi ekosystemowej (rekreacji). Natomiast oszacowanie wskaźnika wartości wymaga uwzględnienia również popytu (silnie zależnego od gęstości zaludnienia).

Tak jak to omówiono w części teoretycznej są różne sposoby mierzenia wartości usług ekosystemowych. My skupiliśmy się na wskaźniku opartym na nadwyżce konsumenta. W kontekście rekreacji nadwyżka konsumenta jest równa różnicy pomiędzy gotowością do pojechania i faktyczną odległością pomiędzy miejscem zamieszkania danej osoby a odwiedzanym lasem. Oszacowanie rzeczywistego strumienia korzyści rekreacyjnych dostarczanych przez lasy Aglomeracji Warszawskiej wymagałoby wiedzy, który las i ile razy (zwłaszcza w zależności od miejsca zamieszkania respondenta) był odwiedzany. Analiza tego typu wymaga szczegółowego modelowania liczby odwiedzin do każdego lasu na obszarze Aglomeracji Warszawskiej. Niestety analiza taka wykracza poza zakres tego opracowania.

W tym opracowaniu dokonaliśmy mapowania wskaźnika wartości rekreacyjnej, a nie rzeczywistej wartości. Obie te miary są silnie skorelowane, bo obliczony przez nas wskaźnik dobrze pokazuje zróżnicowanie wartości rekreacyjnej lasów na terenie Aglomeracji Warszawskiej. Jego ograniczenie polega jednak na tym, że nie może być bezpośrednio porównywany do wartości innych usług ekosystemowych dostarczanych przez lasy (np. korzyści z usługi zaopatrzeniowej mierzonej przychodami z pozyskania drewna).

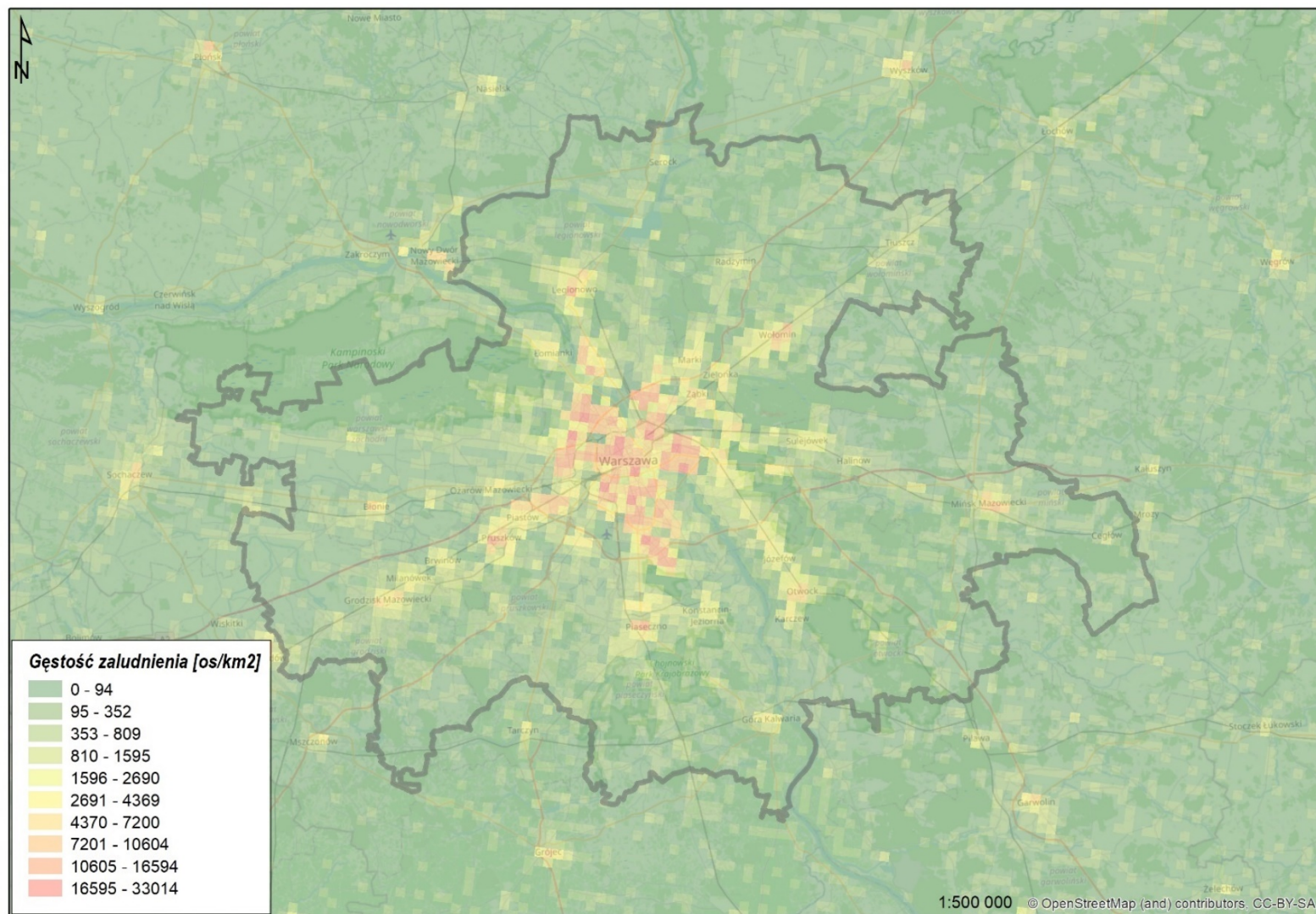
Opiszemy teraz kroki w jakich dokonano mapowania wskaźnika wartości rekreacyjnej:

- 1) w mapowaniu uwzględniono jedynie lasy o powierzchni większej niż 50 ha,
- 2) kompleksy leśne podzielono na możliwie regularne kwadraty o powierzchni 100 ha,
- 3) wykorzystując informacje na temat WTP na poziomie pododdziału (mapa potencjału z uwzględnieniem parametrów korygujących), obliczono średnią ważoną WTP dla każdego kwadratu o powierzchni 100 ha
- 4) wokół każdego obiektu wyznaczono koncentryczne strefy co 2.5 km, w dwóch wariantach: do maksymalnie 30 i 60 km od badanego obiektu,
- 5) dla każdej strefy obliczono zagregowaną nadwyżkę konsumenta mnożąc liczbę ludności w danej strefie przez nadwyżkę konsumenta (różnica w WTP dla danego kwadratu leśnego i odległości od danej strefy do analizowanego kwadratu leśnego),
- 6) procedurę z punktu (5) przeprowadzono dla wszystkich stref, dla których nadwyżka była dodatnia,
- 7) wielkość wskaźnika dla danego kwadratu uzyskiwano przez zsumowanie sumy nadwyżek dla wszystkich stref, dla których nadwyżka była dodatnia.

Mapa 5.3 prezentuje gęstość zaludnienia w obrębie Aglomeracji Warszawskiej. Na mapach 5.4. i 5.5 przedstawiono przestrzenne zróżnicowanie wskaźnika wartości w wariantach z buforem 30 i 60km. Największą zaletą przyjętego podejścia jest uwzględnienie w mapowaniu wartości nadwyżki konsumenta, która zależy od WTP (czyli w naszym badaniu od charakterystyk lasów). Najsilniejszy efekt takiego podejścia może być widoczny dla Puszczy Kampinoskiej (Ryc. 5.6.). Puszcza Kampinska jest rozległym kompleksem leśnym, z niewielką gęstością zaludnienia na jej terenie i w bezpośrednim sąsiedztwie (poza jej wschodnią część, która

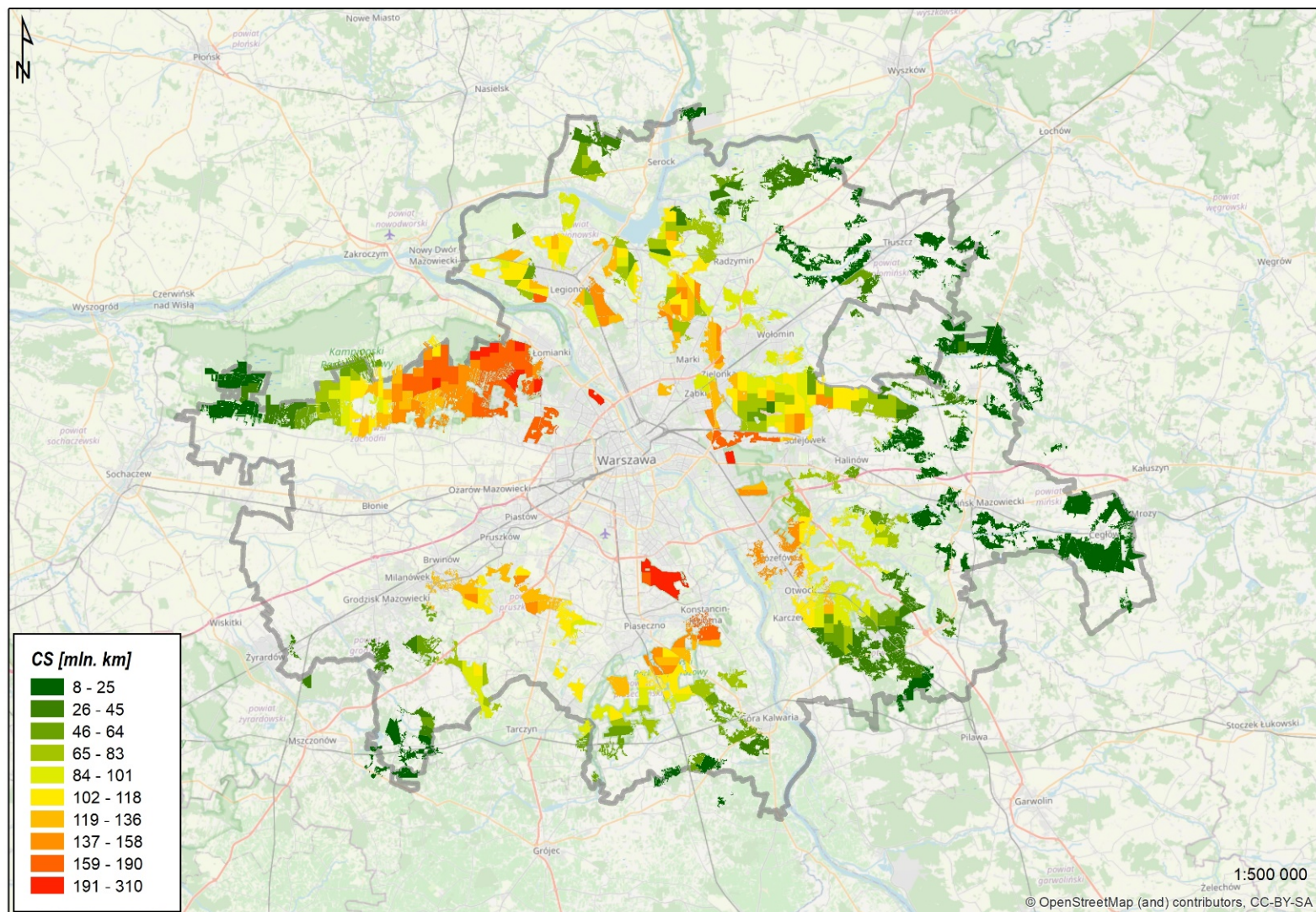
graniczy z Warszawą). Dzięki wysokiemu potencjałowi, wizyty w Puszczy są związane z wysoką wartością nadwyżki, co przekłada się na wysoką wartość wskaźnika, który byłby nie do utrzymania, gdyby jedynym parametrem determinującym wartość była gęstość zaludnienia.

Ryc. 5.3. Mapa gęstości zaludnienia Aglomeracji Warszawskiej



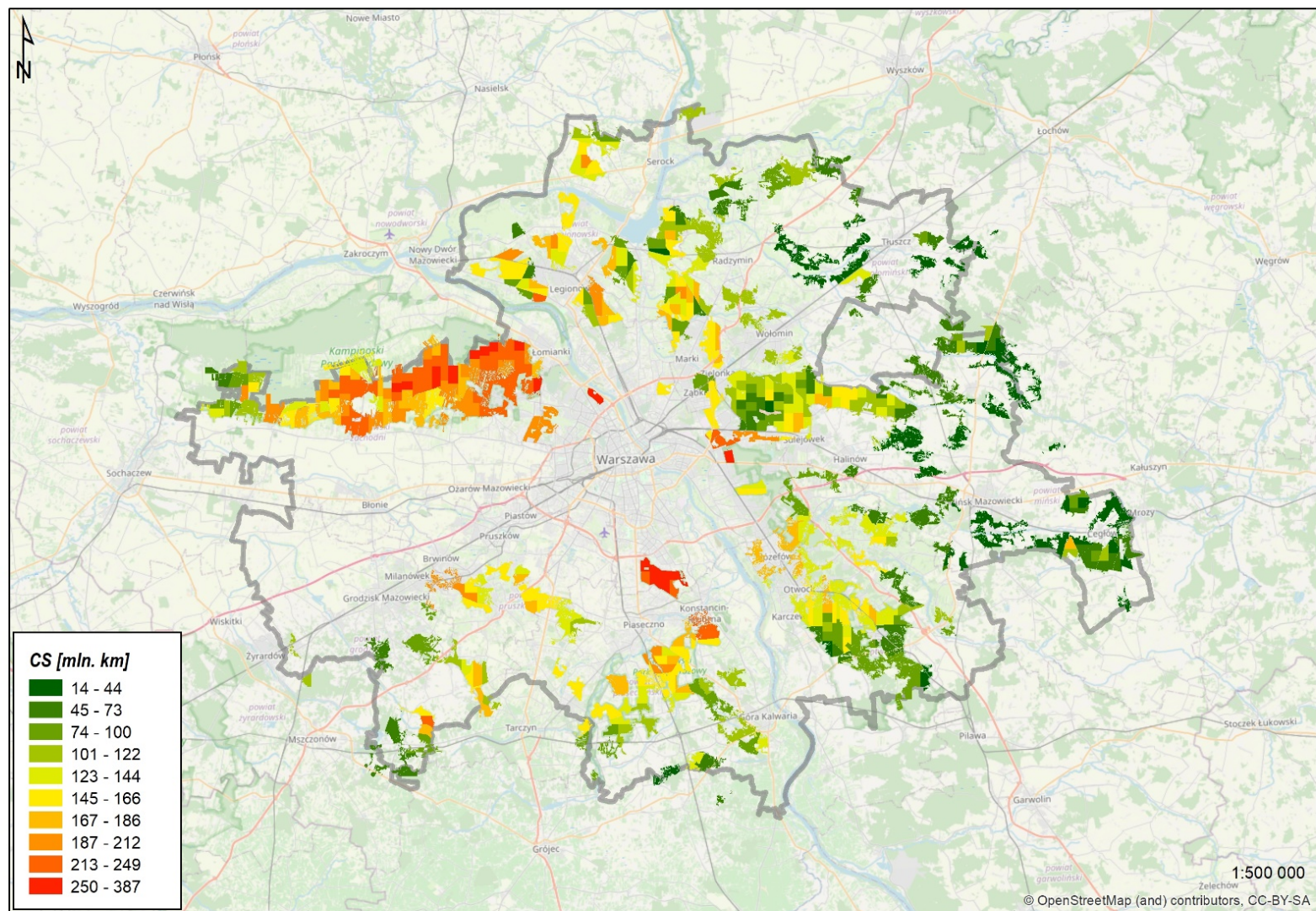


Ryc. 5.4. Mapa wartości rekreacyjnej, bufor 30km



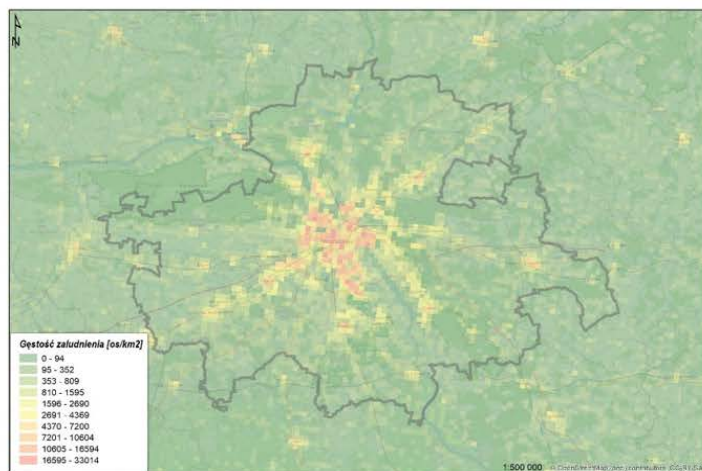


Ryc. 5.5. Mapa wartości rekreacyjnej, bufor 60km

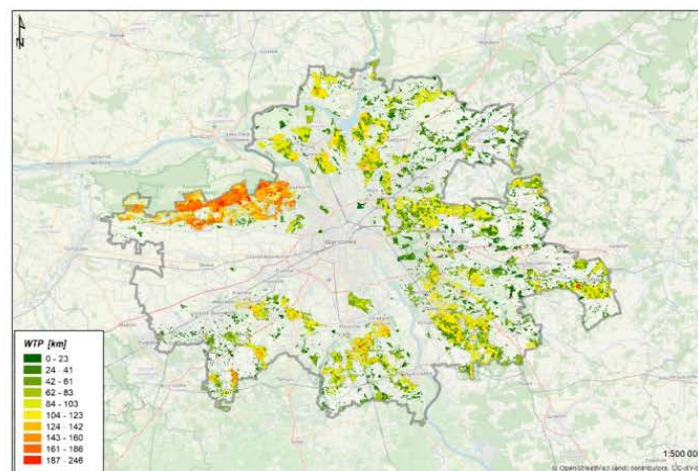


## Ryc 5.6. Porównanie

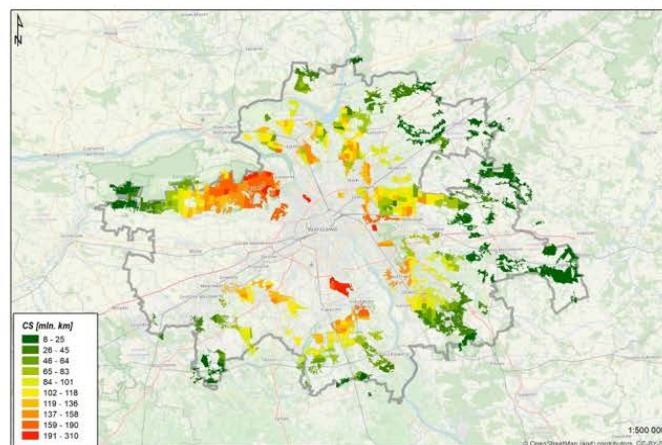
Mapa gęstości zaludnienia



Mapa potencjału



Mapa wartości





## Podsumowanie

W gospodarce leśnej częstą praktyką jest preferowanie funkcji surowcowych, ponieważ w odróżnieniu od pozostałych generują one wymierny dochód pieniężny. Jednak fakt, że jakieś usługi nie są przedmiotem transakcji rynkowych, nie oznacza, że nie są one istotne społecznie. Korzyści poza-produkcyjne są równie realne jak korzyści z tytułu pozyskania drewna. Znalezienie sposobu użytkowania, który maksymalizuje dobrobyt społeczny wymaga uwzględnienia szerokiego wachlarza usług ekosystemowych, analizy synergii i kosztów pomiędzy różnymi rodzajami usług. Wskazanie optymalnego przestrzennie zarządzania lasami wymaga kwantyfikacji usług ekosystemowych, najlepiej za pomocą tej samej miary. Najczęściej tą wspólną miarą dla wszystkich dóbr i usług jest wycena pieniężna tam, gdzie to możliwe wykorzystująca ceny rynkowe, a tam, gdzie to niemożliwe bazująca na badaniach preferencji. Podejście to wymaga jednak wyceny usług ekosystemowych i określenia relacji pomiędzy nimi, gdyż usługi ekosystemowe są ze sobą wzajemnie powiązane, np. maksymalizacja korzyści z pozyskania drewna w wielu przypadkach oznacza zmniejszenie korzyści z tytułu innych usług.

W tym opracowaniu skupiliśmy się jedynie na rekreacji, która choć istotna, jest tylko niewielką częścią usług ekosystemowych dostarczanych przez lasy. Nasza analiza pokazuje jednak, że już uwzględnienie samych tylko korzyści rekreacyjnych może w istotny sposób wpłynąć na przestrzenny model zarządzania lasami. W odróżnieniu od istniejących badań, które w ujęciu przestrzennym, łączą wartość usługi kulturowej jedynie z gęstością zaludnienia, udało nam się powiązać korzyści rekreacyjne także z charakterystykami lasów, (będącymi efektami różnych modeli gospodarki leśnej). Jest to ważny krok w kierunku znalezienia optymalnego przestrzennie modelu zarządzania lasami. Wykorzystując dane zgromadzone przez Żylicza i Giergiczego (2013) oszacowano wskaźniki mierzące jak korzyści rekreacyjne zależą od cech lasu. Uzyskane wyniki wskazują wyraźnie, że cechy takie jak: *wyższy wiek najstarszych drzew, większa liczba gatunków tworzących las, zróżnicowanie wiekowe, nieregularne rozmieszczenie drzew i obecność martwego drewna* przyczyniają się do poprawy atrakcyjności rekreacyjnej. Wykorzystując oszacowane wskaźniki (wyrażone jako WTP) powiązано je z danymi z Banku Danych o Lasach i zmapowano potencjał i wartość rekreacyjną lasów na terenie Aglomeracji Warszawskiej.

Przeprowadzone badanie pokazuje, że bez względu na wybrany wskaźnik, lasy w Polsce różnią się potencjałem i wartością rekreacyjną. Średnia wartość korzyści rekreacyjnych na terenie Aglomeracji Warszawskiej jest około 3 razy wyższa niż średnia dla Polski, a przestrzenne zróżnicowanie wartości w obrębie Aglomeracji Warszawskiej sięga stosunku 1:40. Nasze badanie pokazuje również, że w przypadku wartości rekreacji mamy do czynienia z poziomami porównywalnymi lub wyższymi niż korzyści z pozyskania grubizny. Przy wykorzystania ekwiwalentu kosztu podróży średnie korzyści rekreacyjne dla Polski wynoszą 899 zł/ha, a dla Aglomeracji Warszawskiej 2883 zł/ha, podczas gdy korzyści z pozyskania grubizny (2020) wynoszą 1056 zł/ha. Tak wysokie wartości wskazują, że potencjał rekreacyjny nie powinien być zaniedbywany przy planowaniu.

Polska, z blisko 81% lasami będącymi własnością Skarbu Państwa, ma unikalną strukturę własności lasów na tle innych krajów UE. Jednolita struktura własności powinna sprzyjać optymalnemu społecznie systemowi zarządzania lasami. Zaproponowane podejście może być rozszerzone do skali kraju, aby znaleźć model, w którym będzie większa przestrzenna specjalizacja niż obecnie, gdy stopień przestrzennego rozdzielenia funkcji jest w wielu przypadkach niewystarczający.

## Bibliografia

Bateman, I. J., Garrod, G. D., Brainard, J. S., & Lovett, A. A. (1996). Measurement issues in the Travel Cost Method: a Geographical Information Systems approach. *Journal of Agricultural Economics*, 47(1-4), 191–205. doi:10.1111/j.1477-9552.1996.tb00684.x

Bateman, Ian J, Georgina M. Mace, Carlo Fezzi, Giles Atkinson, Kerry Turner (2011). "Economic Analysis for Ecosystem Service Assessments", *Environmental & Resource Economics*, vol. 48, s. 177-21.

Czajkowski M, Giergiczny M, Kronenberg J and Englin J (2019) The individual travel cost method with consumer-specific values of travel time savings. *Environmental and Resource Economics* 74, 961–984.

Droste, N., and B. Bartkowski (2018), Ecosystem Service Valuation for National Accounting: A Reply to Obst, Hein and Edens (2016). *Environmental and Resource Economics*, 71(1): 205–215.

Englin, Jeffrey, and J. Scott Shonkwiler. 1995. "Estimating Social Welfare Using Count Data Models: An Application to Long-Run Recreation Demand under Conditions of Endogenous Stratification and Truncation." *Review of Economics and Statistics* 77 (1): 104–12.

Giergiczny, M., Czajkowski, M., Żylicz, T., & Angelstam, P. (2015). Choice experiment assessment of public preferences for forest structural attributes. *Ecological Economics*, 119, 8–23. doi:10.1016/j.ecolecon.2015.07.032

Giergiczny, M., Valasiuk, S., Salvo, M., Signorello, G., (2014). Value of forest recreation. Meta-analyses of the European valuation studies. *Econ. Environ.* 4 (51), 76–83.

Giergiczny M., Żylicz T., (2021) Wycena pozaprodukcyjnych funkcji lasu, *ArchaeGraph*.

Hess, S. & Palma, D. (2019). Apollo: A flexible, powerful and customisable freeware package for choice model estimation and application. *Journal of choice modelling*, 32, 100170.

GUS (Główny Urząd Statystyczny). (2020). *Rocznik Statystyczny Leśnictwa*, Warszawa.

GUS (Główny Urząd Statystyczny). (2021). Bank danych lokalnych: <https://bdl.stat.gov.pl/BDL/metadane/cechy/1466>.

Lloyd-Smith, P., Abbott, J. K., Adamowicz, W., & Willard, D. 2020. Intertemporal substitution in travel cost models with seasonal time constraints. *Land Economics* 96(3), 399-417.

Millennium Ecosystem Assessment (2005), *Ecosystems and Human WellBeing: Synthesis*, Washington, DC: Island Press.

Obst, C., & Vardon, M. (2014). Recording environmental assets in the national accounts. *Oxford Review of Economic Policy*, 30(1), 126–144. doi:10.1093/oxrep/gru003

UN, et al. (2014) *System of Environmental Economic Accounting 2012— Central Framework*. United Nations. URL: [https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaRev/SEEA\\_CF\\_Final\\_en.pdf](https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaRev/SEEA_CF_Final_en.pdf)

TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity). 2010. *Mainstreaming the economics of nature: a synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB*. TEEB, Geneva, CH.

Train, K. E. (2009). *Discrete choice methods with simulation*. Cambridge university press.

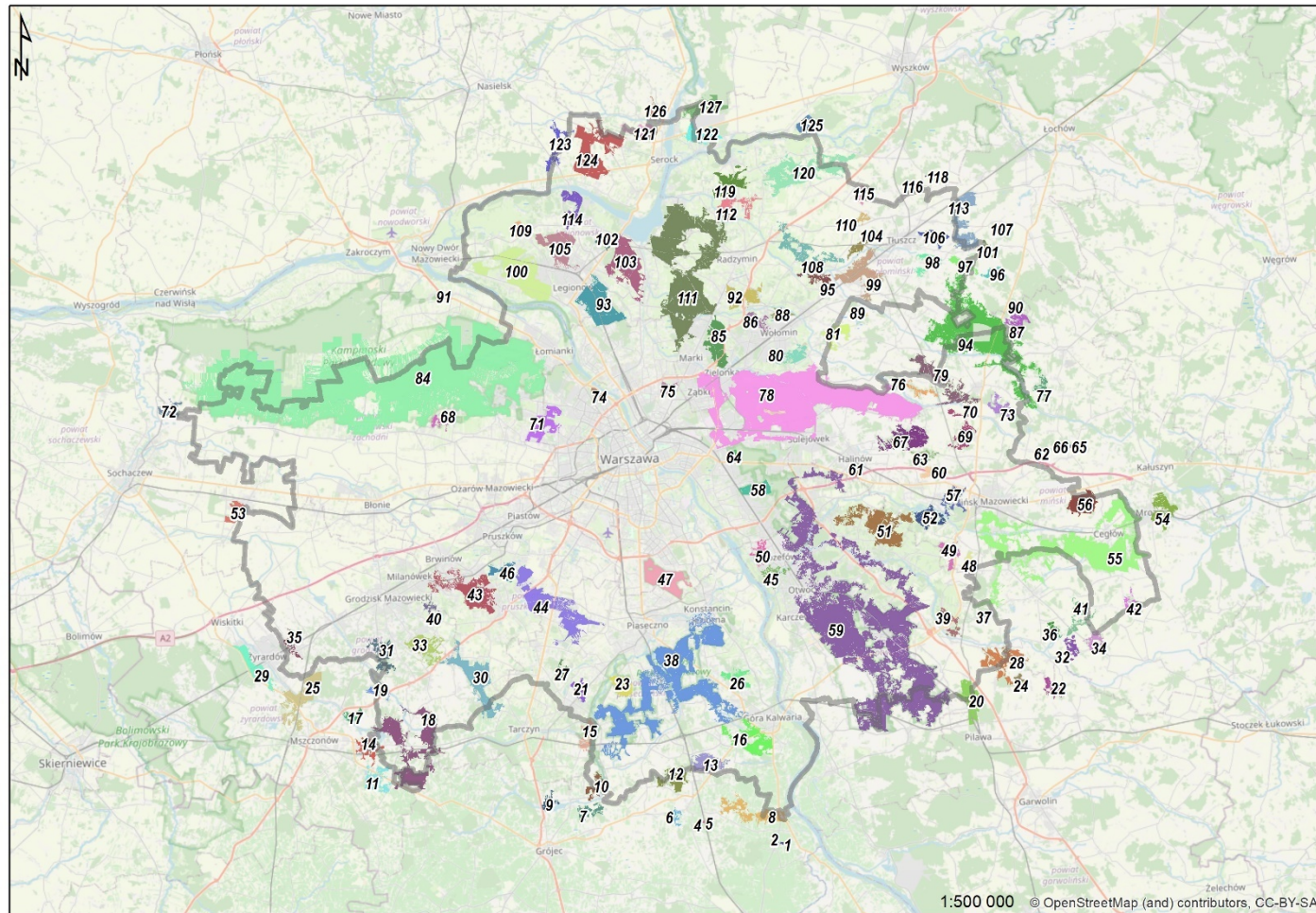


Zanchi, G., & Brady, M. V. (2019). Evaluating the contribution of forest ecosystem services to societal welfare through linking dynamic ecosystem modelling with economic valuation. *Ecosystem Services*, 39, 101011. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.101011>

Żylicz T., Giergiczny M. (2013). Wycena pozaprodukcyjnych funkcji lasu. Raport końcowy. Warszawa: Uniwersytet Warszawski.

Aneks.

Mapa kompleksów na terenie Aglomeracji Warszawskiej



Poziomy WTP dla poszczególnych kompleksów

ID kompleksu	Powierzchnia kompleksu	Powierzchnia rezerwatów w kompleksie [ha]	Procent powierzchni zajmowanej przez rezerwaty [%]	Średnia ważona z przeliczonego MRS	Kompleks znajduje się w KPN
8	612.1		0	1.83	
10	180.5		0	8.86	
12	412.7		0	7.87	
13	439.8		0	48.54	
14	270.9	10.81	4	10.13	
15	255.9		0	0.76	
16	763.0		0	68.96	
18	1723.3	344.37	20	64.03	
19	66.5		0	4.87	
20	519.1		0	23.53	
21	209.3		0	49.60	
23	349.2	28.82	8	70.86	
26	300.9		0	51.34	
27	118.3		0	28.80	
28	660.4		0	32.34	
30	1142.6	39.59	3	81.80	
31	395.7		0	40.02	
33	530.3		0	58.06	
34	200.7		0	0.71	
35	137.0		0	33.48	
38	5077.0	132.32	3	92.35	
39	212.5	0.37	0	40.53	
40	112.1		0	19.31	
41	281.9		0	2.43	
42	122.7		0	13.80	
43	1100.6	35.34	3	96.73	
44	1612.6		0	83.26	
45	166.3	3.52	2	50.42	
46	243.1		0	46.98	
47	915.6	915.62	100	68.17	
48	111.3		0	19.78	

49	223.2		0	30.89	
50	206.2		0	51.22	
51	1266.1		0	81.82	
52	396.4		0	37.90	
55	4668.9	118.63	3	61.49	
56	528.5		0	61.11	
57	283.9		0	42.56	
58	333.2		0	34.55	
59	11957.2	255.12	2	71.37	
60	208.7		0	23.60	
61	118.1		0	20.09	
63	137.8		0	16.81	
64	114.9	114.87	100	30.93	
67	697.7		0	49.94	
68	142.3		0	30.64	1
69	349.5		0	36.42	
71	578.4	161.76	28	63.93	1
73	259.1		0	31.69	
74	130.9	130.89	100	37.11	
75	138.1		0	13.80	
76	161.2		0	31.88	
78	8734.8	280.88	3	64.67	
79	708.7		0	27.63	
80	396.2	30.18	8	50.60	
81	312.5		0	7.13	
84	21763.6		0	80.36	1
85	688.4	43.41	6	72.41	
86	196.9		0	33.68	
88	136.7		0	24.29	
92	461.0		0	62.68	
93	1184.1	36.87	3	88.76	
94	3779.9		0	33.78	
95	179.5		0	17.93	
97	146.1		0	12.43	
98	229.4		0	35.19	
99	849.0	53.16	6	56.53	

100	1775.4	22.11	1	91.72
101	120.2		0	0.68
102	105.8		0	35.64
103	1183.8		0	80.41
104	231.4		0	26.85
105	828.0		0	79.10
106	300.1		0	52.04
108	665.8		0	33.34
109	138.1		0	21.56
110	110.6		0	15.33
111	4846.5	204.56	4	80.63
112	401.9		0	34.83
113	775.1		0	5.50
114	416.8		0	60.55
115	104.0		0	17.38
119	496.3		0	62.51
120	1452.7		0	69.77
121	277.6		0	9.06
122	461.8		0	26.40
123	260.7		0	4.98
124	1395.5	65.73	5	96.37
127	455.7		0	17.90