

Uniwersytet Warszawski
Wydział Nauk Ekonomicznych

Bartłomiej Kuźma

Nr albumu: 384866

Czy legalizacja marihuany coś zmienia?

Analiza czynników socjoekonomicznych w kontekście
statusu prawnego korzystania z marihuany w USA.

Praca przygotowania
w ramach przedmiotu
Zaawansowana Ekonometria I
pod kierunkiem dr Rafała Woźniaka

Warszawa, czerwiec 2020

Streszczenie

Ze względu na znaczenie jakie ma w obecnym świecie marihuana zdecydowano się zbadać jej zależność ze zmiennymi socjoekonomicznymi w poszczególnych stanach USA. Postawiono tezę, że to czy w danym stanie jest ona legalna jest istotnie powiązane z uwarunkowaniami takimi jak liczba przestępstw, cena, liczba przedawkowań, liczba użytkowników czy przyjęcia do ośrodków leczenia uzależnień. Twierdzono również, że legalność marihuany jest ściśle powiązana z popytem na nią, a także jej ceną. Zbudowanie modelu probitowego dla zmiennych uporządkowanych pozwoliło odpowiedzieć na część nurtujących pytań. Wnioski płynące z niniejszej pracy to zależność wzrostu liczby drobnych przestępstw ze spadkiem prawdopodobieństwa, że w danym stanie marihuana jest legalna. Ważnym wnioskiem jest również stwierdzenie substytucyjności marihuany i leków opioidowych przepisywanych na receptę. Udało się potwierdzić hipotezę i stwierdzić, że legalizacja marihuany jest związana ze wzrostem jej ceny, a także wzrostem odsetka osób w społeczeństwie, którzy deklarują korzystanie z niej. Przystawiono również kierunki w jakich mogłyby podążać dalsze badania.

Wstęp

Temat legalizacji marihuany jest częstym uczestnikiem debaty publicznej na świecie. Kraje podchodzą do tego dosyć indywidualnie. Kanada czy Urugwaj to pierwsze z brzegu przykłady tych, które zalegalizowały rekreacyjne korzystanie z marihuany. W innych zezwala, pomimo tego, że *de iure* ten narkotyk jest nielegalny, to bycie „przyłapanym” z nim, może skutkować stosunkowo niską grzywną czy upomnieniem. Przykładami takich krajów są na przykład Portugalia czy, wbrew powszechnej opinii o legalności marihuany w tym kraju, Holandia. Kolejna grupa państw, jak na przykład Polska, zezwala na stosowanie konopi w celach medycznych. Oczywiście pozostaje też wielka grupa państw, gdzie marihuana jest całkowicie nielegalna, ciężko jednak nie zauważyć, że zmniejsza się ona systematycznie.

W Stanach Zjednoczonych do 1913 roku korzystanie z marihuany było w pełni legalne, zarówno na gruncie prawa stanowego jak i federalnego.¹ Wtedy to zaczął się trwający przeszło 60 lat proces radykalnego zaostrzania polityki antynarkotykowej. W 1937 roku zakazano korzystania z marihuany na poziomie federalnym.² W wyniku tych zmian w pewnym momencie posiadanie marihuany, nawet jako pierwsze wykroczenie, było karane minimalnym wyrokiem od 2 aż do 10 lat więzienia, a także grzywną wysokości do 20 tys. dolarów.³ Jednak trend ten z początkiem lat 70. zaczął się odwracać. Początkowo odwrót ten polegał na dekryminalizacji używania marihuany, do 1978 taka sytuacja miała miejsce w przypadku 11 stanów.⁴ W kolejnych latach na podobne kroki decydowali się rządzący w kolejnych stanach. Następnym krokiem była legalizacja stosowania marihuany w celach medycznych w połowie stanów na początku XXI wieku. Ta liberalizacyjna siła działa w USA po dziś dzień, a od 2012 roku, kiedy pierwszy stan po prawie stu latach znów zezwolił na legalne korzystanie z marihuany w celach rekreacyjnych, już tylko 17 nie zezwoliło na korzystanie z tego narkotyku ani w celach medycznych ani w rekreacyjnych.

Zwolennicy legalizacji postulują, że zakazy korzystania są w dużej mierze nieefektywne, gdyż nie ograniczają w odpowiednim stopniu dystrybucji tego narkotyku, a koszty działań policji i sądów są znaczące. Twierdzi się też, że użytkownicy marihuany mogą być

¹ C. E. Terry, *The Harrison Anti-Narcotic Act*, American Journal of Public Health 5, no. 6 (1915): 518

² D. Musto, *Opium, Cocaine and Marijuana in American History*, Scientific American, 20–27, 1991)

³ United Nations Office on Drugs and Crime, *Traffic in Narcotics, Barbiturates and Amphetamines in the United States*, 1956

⁴ R. Pacula, J Chriqui, *Marijuana Decriminalization: What Does It Mean for the United States?*, National Bureau of Economic Research Working Paper no. 9690, NBER and RAND Corporation, Cambridge, 2004

mnie groźni dla społeczeństwa niż osoby nadużywające alkoholu. Ma to związek z uspokajającym działaniem narkotyku. Dodatkowo legalizacja marihuany to w oczywisty sposób olbrzymi zastrzyk gotówki dla rządowych budżetów, przy jednoczesnym ograniczeniu wpływów dla karteli i zorganizowanych grup przestępczych.

Z drugiej strony przeciwnicy twierdzą, że ułatwiony dostęp do marihuany może w rezultacie „popychać” ludzi w kierunku innych używek, w tym twardych narkotyków. W debacie publicznej można też usłyszeć o obawie działania koncernów, które chcąc maksymalizować zyski, miałyby być gotowe na agresywny marketing, który byłby katalizatorem konsumpcji dla osób, które bez tego niekoniecznie musiałyby być skłonne do próbowania tego rodzaju używek.

Celem niniejszej pracy, jest analiza sytuacji socjoekonomicznej w poszczególnych stanach USA, z uwzględnieniem statusu prawnego, jaki ma tam spożywanie marihuany. Analiza taka, pozwoli rzucić nowe światło na ten problem i zobrazować czy rzeczywiście sytuacja dotycząca niektórych zjawisk różni w stanach ze względu na legalność tej używki.

W pracy tej została postawiona główna hipoteza, mówiąca o tym, liberalizacja prawa antynarkotkowego ma istotny wpływ na poprawę warunków socjoekonomicznych obywateli. Łagodzenie kar za używanie marihuany, aż do jej legalizacji może mieć istotny wpływ na warunki życia ludzi. „Otoczenie” opieką przez państwo użytkowników marihuany może w znaczący sposób zwiększyć ich bezpieczeństwo, na skutek kontroli jakości produktu, a także ze względu na ograniczenie stawiania klientów w niebezpiecznych sytuacjach, jakimi mogą być próby pozyskania nielegalnego narkotyku. Moyes, TenEyck, Barnes i Kovandzuc zauważają, że legalizacja medycznej marihuany ma ujemny wpływ na stopę wzrostu przestępstw w większość badanych kategorii przewinień.⁵ W związku z tym spodziewam się, że zmienne odpowiedzialne, za liczbę przestępstw będą statystycznie istotne i będą miały znak ujemny. Kontrola państwa może również zmniejszyć liczbę osób, które przedawkują narkotyki. Model wykazał, zwiększenie liczby pacjentów związanych z marihuaną, a zmniejszenie liczby osób mających problem z innymi narkotykami, którzy musieli skorzystać z pomocy lekarskiej w szpitalach.⁶ Sugeruje to pewnego rodzaju substytucję twardych narkotyków marihuaną, co z kolei może prowadzić do zmniejszenia liczby przedawkowań. Dlatego zmienna mówiąca o tej

⁵ R. Morris, M. TenEyck, J. Barnes J., T. Kovandzuc, *The Effect of Medical Marijuana Laws on Crime: Evidence from State Panel Data, 1990-2006*, PLoS ONE, Volume 9, Issue 3, e92816, 2014

⁶ K. Model, *The Effect of Marijuana Decriminalization on Hospital Emergency Room Drug Episodes: 1975:1978*, Journal of the American Statistical Association, Vol. 88, No. 423, 1993

liczbie powinna mieć ujemny znak. W literaturze można też znaleźć opracowania świadczące o wzroście wartości mieszkań⁷, wzmożenie ruchu turystycznego i ogólny napływ ludności na terenach, na których zażywanie marihuany jest legalne.⁸ Można więc zakładać dodatni znak przy zmiennej mówiącej o napływie ludności do danego stanu.

Los uzależnionych osób z punktu widzenia ustawodawcy powinien być niezwykle ważny. W związku z tym jest on często przedmiotem badań. W środowisku panuje pogląd, że zmniejszając kary za posiadanie czy też spożywanie narkotyków można w pewien sposób zachęcić ludzi do próby zerwania z nałogiem.⁹ Dzięki zmniejszeniu środków potrzebnych do kontroli obywateli, można je przeznaczyć na skuteczną politykę walki z uzależnieniami, co zauważył na przykład Greenwald w swoim studium dotyczącym depenalizacji narkotyków w Portugalii.¹⁰ Pozwala to postawić hipotezę poboczną, że w stanach, w których marihuana jest legalna można zauważyć wzrost liczby przyjęć do klinik leczących uzależnienia. W związku z tym oczekuję, że znaki zmiennych mówiących o tym problemie będą dodatnie.

Kolejną hipotezą, która zdecydowałem się postawić w niniejszej pracy jest zależność ceny marihuany od tego czy jej spożywanie jest legalne. Wiąże się to w prostej linii z jednym z podstawowych praw ekonomii dotyczącym zależności popytu, podaży i ceny. Jednak z paru względów nie jest to do końca oczywiste jak zależność w tym przypadku będzie wyglądać, ponieważ wraz z legalizacją wzrasta prawdopodobnie zarówno popyt jak i podaż, a trzeba również liczyć się z obciążeniem fiskalnym producentów. W literaturze można znaleźć przykłady, kiedy liberalizacja prawa dotyczące spożywania marihuany wpłynęło na obniżenie ceny tej używki. Hughes i Steven, badają to jednak w kontekście dekryminalizacji tego narkotyku,¹¹ w związku z tym w przypadku legalizacji sytuacja może być inna. Powyższe rozumowanie pozwala mi zakładać dodatni znak parametru przy zmiennej odpowiedzialnej za

⁷ C. Cheng, W. J. Mayer, Y. Mayer, *The Effect of Legalizing Retail Marijuana on Housing Values: Evidence From Colorado*, *Economic Inquiry*, Vol. 56, No. 3, July 2018, 1585-1601, 2018

⁸ D. Zambiasi, S. Stillman, *The Pot Rush: Is Legalized Marijuana a Positive Local Amenity?*, *Economic Inquiry*, Vol. 58, No.2, April 2020, 667-679, 2020

⁹ C. E. Hughes, A. Steven, *What Can We Learn from the Portuguese Decriminalization of Illicit Drugs?*, *The British Journal of Criminology*, Volume 50, Issue 6, November 2010, Pages 999–1022, 2010

¹⁰ G. Greenwald, *Drug Decriminalization in Portugal. Lessons for Creating Fair and Successful Drug Policies*, Cato Institute, USA, 2009

¹¹ C. E. Hughes, A. Steven, *What Can We Learn from the Portuguese Decriminalization of Illicit Drugs?*, *The British Journal of Criminology*, Volume 50, Issue 6, November 2010, Pages 999–1022, 2010

spożywanie marihuany, także istotność zmiennej mówiącej o cenie marihuany w danych stanach.

Temat ten wydaje się być wyjątkowo ważny dla ustawodawców rozważających legalizację marihuany, a weryfikacja postawionych wyżej hipotez, pozwoli w pewnym stopniu rozjaśnić nieco niektóre wątpliwości jakie mogą oni mieć.

W kolejnym rozdziale niniejszej pracy zaprezentowanych zostanie kilka pozycji z literatury zajmującej się podobnymi tematami. Przechodząc dalej wykonana zostanie wstępna analiza danych. Następnie zostanie przeprowadzona procedura wyboru odpowiedniego modelu i jego formy funkcyjnej. Kolejnym krokiem będzie przeprowadzenie procedury „od ogółu do szczegółu”, by w modelu pozostały jedynie istotne zmienne. Później nastąpi walidacja założeń modelu. Dalej omówione zostaną wyniki przeprowadzonej estymacji. W kolejnej części weryfikacji zostaną poddane postawione w pracy hipotezy. Na koniec przedstawione będą wnioski jakie można wyciągnąć na podstawie niniejszej analizy oraz zaproponowany zostanie dalszy kierunek badań nad tematem.

Przegląd literatury

Kwestie korzystania czy legalizacji marihuany jest problemem dość często „dotykanym” przez badaczy. Są analizowane zarówno pod kątem ekonomicznym, socjologicznym, jak i na przykład prawnym.

Nikolaou w artykule *Sex, Drugs and Subjective Well-Being: Selection or Causation?* zajmuje się problemem wpływu zaangażowania się w ryzykowne zachowania, takie jak regularne palenie papierosów i marihuany, „ciągi” alkoholowe czy „przygodny” seks, wpływają na subiektywne poczucie szczęścia.¹² Na podstawie danych dotyczący osób urodzonych w pierwszej połowie lat 80. Zbiór ten pochodził z *National Longitudal Survey of Youth 1997*, zawierał informację z lat 1997-2016 na temat m.in. edukacji, zatrudnienia, stanu cywilnego, zdrowia, zażywania substancji, statusu socjoekonomicznego rodzin i wiele innych. Badacz przy użyciu wielomianowego modelu probitowego, a także modelu probitowego dla zmiennych uporządkowanych oszacował, że palenie papierosów, spożywanie alkoholu i korzystanie z marihuany ma ujemny wpływ na poczucie szczęścia. Twierdzi on, że wyniki

¹² D. Nikolaou, *Sex, Drugs and Subjective Well-Being: Selection or Causation?*, KYKLOS, Vol. 72 - February 2019 - No. 1, 76-117, 2019

pozwalają tłumaczyć, dlaczego większość osób angażująca się w ryzykowane zachowanie nie rozwija długoterminowego uzależnienia od nich.

Inne podejście do tematu marihuany zaproponowali Verbič, Čok i Perić, analizowali oni słoweński rynek nielegalnej sprzedaży i konsumpcji tego narkotyku. W badaniu chcieli oni określić w jaki sposób korzystanie z marihuany jest powiązane z czynnikami socjoekonomicznymi takimi jak na przykład edukacja czy zarobki gospodarstw domowych.¹³ Korzystając z wyników narodowej ankiety *Namely* z lat 2011-12 (około 8000 obserwacji rocznie, zawierających dane demograficzne i odpowiedzi na pytania dotyczące m.in. zażywania narkotyków) zbudowali oni modele probit i logit, gdzie zmienną, którą starają się oni tłumaczyć jest korzystanie z marihuany w roku poprzednim. Na podstawie przeprowadzonej estymacji wnioskuje się, że prawdopodobieństwo zażywania tego narkotyku maleje z wiekiem. Bycie mężczyzną zwiększa prawdopodobieństwo wystąpienia badanego zjawiska. Innymi czynnikami istotnie wpływającymi na prawdopodobieństwo korzystania z marihuany są zarobki gospodarstwa domowego, bycie palaczem papierosów, picie alkoholu w niedawnym czasie czy też posiadanie statusu studenta. Wśród czynników zmniejszających to prawdopodobieństwo wymienili oni również bycie po ślubie.

Z kolei wspomniani wcześniej Moyes, TenEyck, Barnes i Kovandzuc w pracy *The Effect of Medical Marijuana Laws on Crime: Evidence from State Panel Data, 1990-2006*,¹⁴ zbadali czy z legalizacji medycznej marihuany płyną zagrożenia dla społeczeństwa i jak takie działanie wpływa na przestępstwa popełniane w badanych stanach. Do zbudowania modelu *Fixed Effects* posłużono się danymi dotyczącymi przestępstw z lat 1990-2006, a także statusu prawnego stosowania medycznej marihuany. Uzupełniono to o socjodemograficzne zmienne kontrolne, jak stopa bezrobocia, dochód per capita, struktura wieku w danym społeczeństwie, wykształcenie społeczeństwa i inne. Po przeprowadzeniu analizy autorzy wnioskuje się, że w rzeczy samej marihuana ma wpływ na stopy wzrostu poszczególnych grup przestępstw. Za najważniejsze odkrycie uznają fakt, iż zalegalizowanie medycznej marihuany nie wpływa na zwiększanie się wskaźników przestępczości, za to ma wpływ na zmniejszenie wskaźników zabójstw i napaści.

¹³ M. Verbič, M. Čok, P. Perić, *An economic analysis of the illegal marijuana market in Slovenia*, Economic Research - Ekonomska Istraživanja, Vol. 32, NO. 1, 657-672, 2019

¹⁴ R. G. Morris, M. TenEyck, J.C. Barnes, T. V. Kovandzuc, *The Effect of Medical Marijuana Laws on Crime: Evidence from State Panel Data, 1990-2006*, PLoS ONE, Volume 9, Issue 3, e92816, 2014

Zhao i Harris w artykule *Demand for Marijuana, Alcohol and Tobacco: Participation, Levels of Consumption and Cross-equation Correlations* podjęli się problemu zbadania współzależności istniejących pomiędzy konsumpcją różnych używek.¹⁵ Przy użyciu wielomianowego modelu probitowego udało im się dowiedzieć istnienia statystycznie istotnej pozytywnej zależności pomiędzy badanymi używkami, tj. alkoholem, papierosami i marihuaną. Ich badanie dostarczyło ciekawego anegdotycznego opisu statystycznego użytkownika marihuany. Mężczyźni raczej mniej niż bardziej zamożni mają większe prawdopodobieństwo zarówno zażycia jak i regularnego korzystania z marihuany. Okazjonalni użytkownicy statystycznie rzadziej pozostają w związku małżeńskim, za to częściej mają handlowe wykształcenie i mieszkają w wielkich miastach. Jeśli chodzi o tak zwanych *heavy-userów*, to w ich przypadku najczęściej mają oni niższe niż 12 letnie wykształcenie, nie pracują i mieszkają w mniejszych miastach. Autorzy przeprowadzili swoje badanie na podstawie danych z narodowych australijskich ankiet z lat 1995, 1998 i 2001, zawierających informację o świadomości dotyczącej używek, postawach i zachowaniach Australijczyków.

Ciekawe spojrzenie na sprawę prezentują Miron i Waldock w artykule *The Budgetary Impact of Ending Drug Prohibition*.¹⁶ Twierdzą oni, że jedna zmiana prawa mogłaby znacząco pomóc w zmniejszeniu deficytu budżetowego w poszczególnych stanach, a także w dużym stopniu przyczynić się do zakończenia narkotykowych wojen. Wyliczyli oni, że legalizacja narkotyków zaoszczędziłaby około 41,3 miliarda dolarów rocznie w wydatkach rządowych, przeznaczanych na egzekwowanie zakazów. Szacują, że 8,7 miliarda oszczędności przyniosła by legalizacja marihuany na poziomie federalnym, a pozostałe 32,6 miliarda w przypadku legalizacji wszystkich narkotyków. Oczywiście jest, że prócz oszczędności, legalizacja tego typu używek, skutkowałaby przychodami z tytułu podatków. Zakładając opodatkowanie podobne do tego jakim obłożone są alkohol i papierosy działania te mogłyby przynieść 46,7 miliarda dolarów rocznie. Tę ogromną kwotę można szacunkowo podzielić na 8,7 miliarda, z tytułu legalizacji jedynie marihuany i 38 miliardów w przypadku legalizacji pozostałych narkotyków. Sumując więc całkowity finansowy „zastrzyk” gotówki szacują oni na około 88 miliardów dolarów rocznie. Legalizacja „bohaterki” niniejszego opracowania byłaby odpowiedzialna za prawie 20% tej kwoty. Wielkość ta jest niebagatelna i ciężko ją pominąć i nie rozważać choćby częściowej liberalizacji prawa.

¹⁵ X. Zhao, M. N. Harris, *Demand for Marijuana, Alcohol and Tobacco: Participation, Levels of Consumption and Cross-equation Correlations*. The Economic Record, Vol. 80, No. 251, 394-410, 2004

¹⁶ J. Miron, K. Waldock, *The Budgetary Impact of Ending Drug Prohibition*, CATO Institute, 2010

W kontekście niniejszej pracy warto jeszcze wspomnieć o pracy Dills, Goffarda i Miron.¹⁷ Badają oni jaki wpływ miała legalizacja rekreacyjnej marihuany w pierwszych 4 stanach, które się na to zdecydowały (Colorado, Washington, Oregon i Alaska), na różne czynniki socjoekonomiczne. Biorą oni pod uwagę zarówno okres między legalizacją medycznej do legalizacji rekreacyjnej marihuany jak i okres nastający po tym drugim wydarzeniu. Zmiennej, które biorą oni pod uwagę mówią między innymi o korzystaniu z różnych używek, cenę marihuany, liczbę samobójstw, przyjęcia do klinik leczenia uzależnień, miesięczną liczbę i śmiertelność wypadków samochodowych, stopy bezrobocia, wydatki policji i wiele innych. Dochodzą oni do wniosku, że legalizacja marihuany ma wpływ na jej zażywanie. Nie mogą oni wykluczyć, że legalizacja marihuany ma wpływ na badane zmiennej socjoekonomiczne, ale w związku z tym, że czas jaki minął od tego momentu, nie pozwala jeszcze rzetelnie ocenić wpływu jakie to wydarzenie mogło wywrzeć. Na pewno wartościowym wkładem w ich badanie było zastosowanie metod ekonometrycznych, był ocenić wpływ, którego mogli oni nie zauważyć analizując wykresy dla poszczególnych zmiennych.

Widać więc, że temat wpływu marihuany na życie ludzi, nie jest tematem obojętnym dla badaczy, a niniejsza praca może być kolejnym małym kroczkiem do zbadania tego wpływu. W kolejnej części zostaną opisane zmienne użyte w badaniu. Zostanie w nim przeprowadzona wstępna analiza danych, a także zostaną zaprezentowane przewidywane kierunki zależności zmiennych objaśniających ze zmienną objaśnianą.

Dane

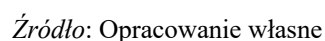
Obiektem niniejszej analizy będą stany USA, co w pewien sposób rzutuje na ograniczenia poniższej analizy ze względu na dość małą liczbę próbek, liczącą jedynie 50 obserwacji. Baza danych użyta w badaniu została skonstruowana przeze mnie samodzielnie na podstawie różnych, opisanych niżej źródeł.

Zmienną, którą będę starał się tu wyjaśnić jest zmienna *legStat*, która określa status prawny marihuany w każdym ze stanów. Dane te pochodzą ze strony *Governing.com*.¹⁸ Poniżej na rysunku 1. możemy zobaczyć jak na mapie USA wygląda rozkład ze względu na status prawny korzystania z marihuany. Zmienna ta przyjmuje trzy wartości, przy czym 0 oznacza

¹⁷ A. Dills, S. Goffard, J. Miron, *Dose of Reality. The Effect of State Marijuana Legalization*, CATO Institute, Number 799, 2016

¹⁸ State Marijuana Laws Map, <https://www.governing.com/gov-data/safety-justice/state-marijuana-laws-map-medical-recreational.html>, dostęp: 05.06.2020s

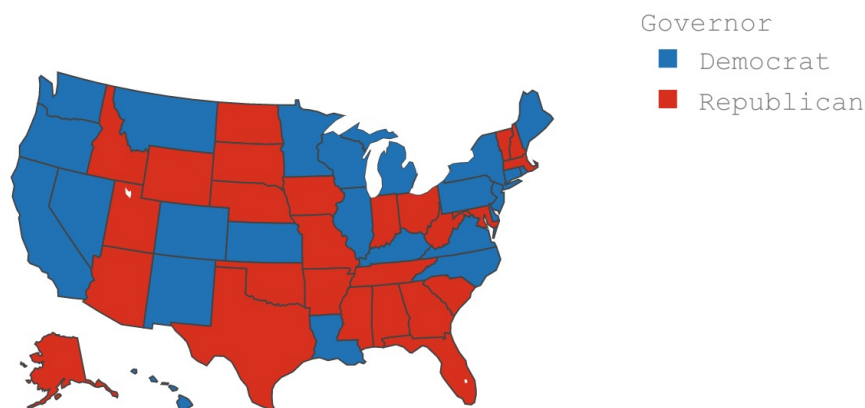
Rysunek 1. Status prawny korzystania z marihuany w poszczególnych stanach USA



10

skonstruowana na podstawie danych pochodzących ze strony Narodowego Związku Gubernatorów.¹⁹ Wartość 0 została przypisana do partii Demokratów, a 1 do Republikanów. Rysunek 3. obrazuje podział tej zmiennej na mapie Stanów Zjednoczonych.

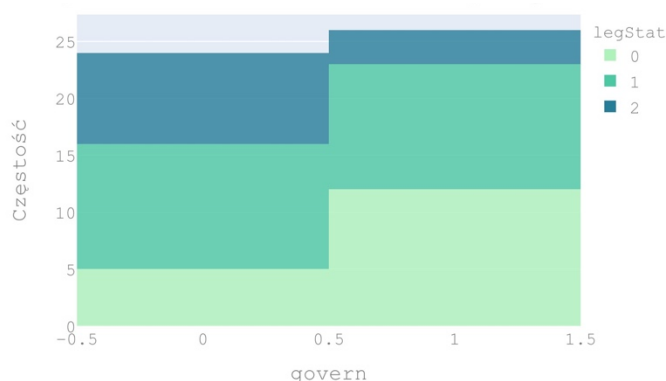
Rysunek 3. Podział USA ze względu na partię, do której należą gubernatorzy



Źródło: Opracowanie własne

Zmienna ta może wzbogacić analizę, zważywszy na to, że partia republikańska jest utożsamiana z bardziej konserwatywnymi poglądami, a Demokraci kojarzeni są z większą nowoczesnością i liberalnością poglądów. Można więc przypuszczać, że w „republikańskich” stanach mniejsza jest szansa na legalność marihuany. Rozkład poszczególnych statusów prawnych został przedstawiony na rysunku 4.

Rysunek 4. Rozkład częstości występowania zmiennej govern w podziale na wartości zmiennej legStat



Źródło: Opracowanie własne

¹⁹ National Governors Association, <https://www.nga.org/governors>, dostęp: 05.06.2020

Widzimy, że zgodnie z przypuszczeniami wśród republikańskich stanów jest znacząco więcej takich, które w żaden sposób nie zezwoliły na korzystanie z marihuany.

Zmienna *cannUse* wyraża udział osób deklarujących zażywanie marihuany w ciągu ostatniego roku (2017-18). Dane te pochodzą ze strony *Statista.com*,²⁰ a ich podstawowe statystyki zostały zaprezentowane na rysunkach poniżej.

Rysunek 5. Podstawowe charakterystyki zmiennej *cannUse*



Źródło: Opracowanie własne

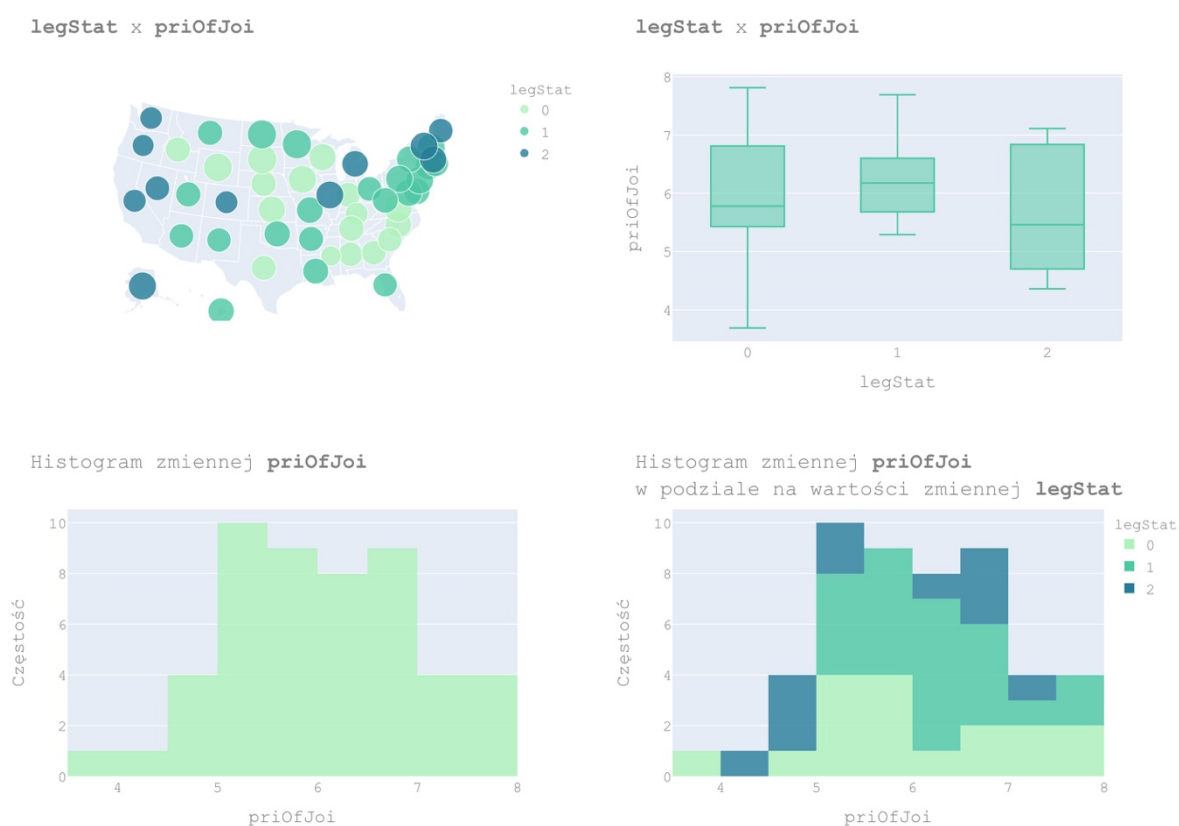
Jak widzimy na wykresie pudełkowym powyżej, można bez wahania stwierdzić, że między poszczególnymi grupami, określanymi przez status prawny korzystania z marihuany występują znaczące różnice, jeśli chodzi o podstawowe statystyki takie jak mediana czy odpowiednie kwartyle. Na histogramie możemy zauważyć, że rozkład występowania tej zmiennej przypomina quasi-log-normalny, co może być wskazówką do zlogarytmowania zmiennej

²⁰ Cannabis Use Within One Year, Statista, <https://www.statista.com/statistics/723822/cannabis-use-within-one-year-us-adults>, dostęp: 05.06.2020

podczas budowania modelu. Z kolei na powyższej mapie rozmiar „bąbli” odpowiada wartości zmiennej, a kolor statusowi prawnemu w danym stanie.

W celu weryfikacji postawionych we wstępie hipotez, kolejną zmienną niezbędną w analizie będzie zmienna *priOfJoi*, mówiąca o szacowanej cenie średniej jakości „skręta” marihuany (przyjęto zawartość marihuany 0,66 g). Źródłem danych do tej zmiennej jest witryna internetowa *PriceOfWeed.com*, określająca się mianem globalnego indeksu cenowego marihuany.²¹

Rysunek 6. Podstawowe charakterystyki zmiennej *priOfJoi*



Źródło: Opracowanie własne

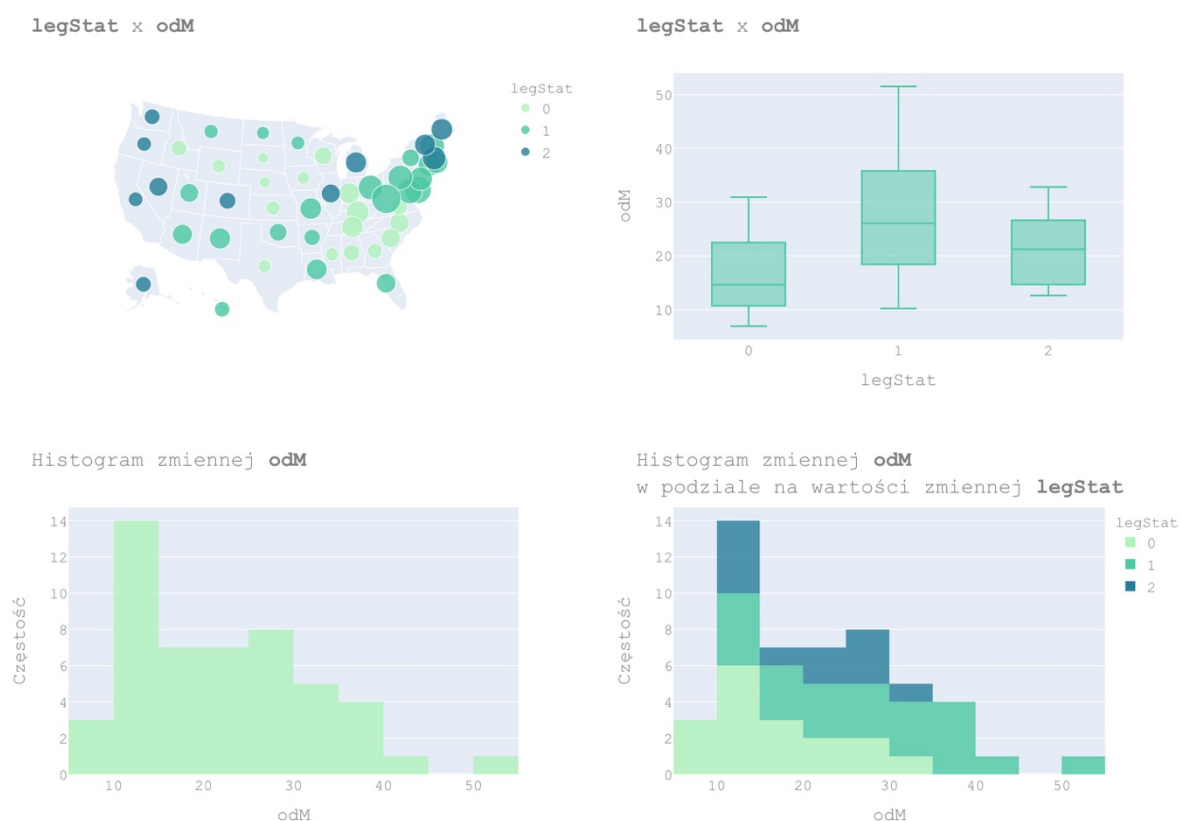
Analizując wykresy na rysunku 6, można zauważyć znacznie większy rozstrzał wartości dla grupy stanów z nielegalną marihuaną niż ma to miejsce w przypadku tych bardziej liberalnych.

Następną analizowaną zmienną jest *odM*, czyli liczba śmierci, której przyczyną było przedawkowanie narkotyków, w przeliczeniu na 100 tys. mieszkańców danego stanu. Dane te

²¹ Price of Weed, <http://www.priceofweed.com>, dostęp: 05.06.2020

pochodzą ze strony *CDC (Centers for Disease Control and Prevention)*, a ich podstawowe statystyki zostały zaprezentowane na rysunku 7, poniżej.

Rysunek 7. Podstawowe charakterystyki zmiennej *odM*



Źródło: Opracowanie własne

Ciekawą obserwacją płynącą z rysunku 7. jest zwiększona śmiertelność na wschodnim wybrzeżu USA, co dosyć dobrze obrazuje powyższa mapa.

Marihuana może być substancją substytucyjną dla innych używek. W tym badaniu przeanalizowana zostanie liczba recept przepisanych leki opiodalne, jak np. morfina, czyli innej, popularnej, bardzo uzależniającej substancji, będącej często przedsiionkiem zażywania heroiny. Dane te również pochodzą z oficjalnej strony *CDC*,²² a wyrażone są w postaci liczby przepisanych recept na 100 mieszkańców. Zmiennej tej przypisana została w dalszej analizie nazwa *opoiPres*. Na rysunku 8. przedstawione zostały analogiczne do poprzednich zmiennych

²² CDC, <https://www.cdc.gov/drugoverdose/maps/rxstate2018.html>, dostęp: 05.06.2020

statystyki i rozkłady tej zmiennej. Warto odnotowania jest obserwacja, że w grupie stanów „nielegalnych” możemy zauważyć wyższe wartości tej zmiennej. Zauważalne też jest, że znowu wschodnie wybrzeże charakteryzuje się większymi wartościami tej zmiennej,

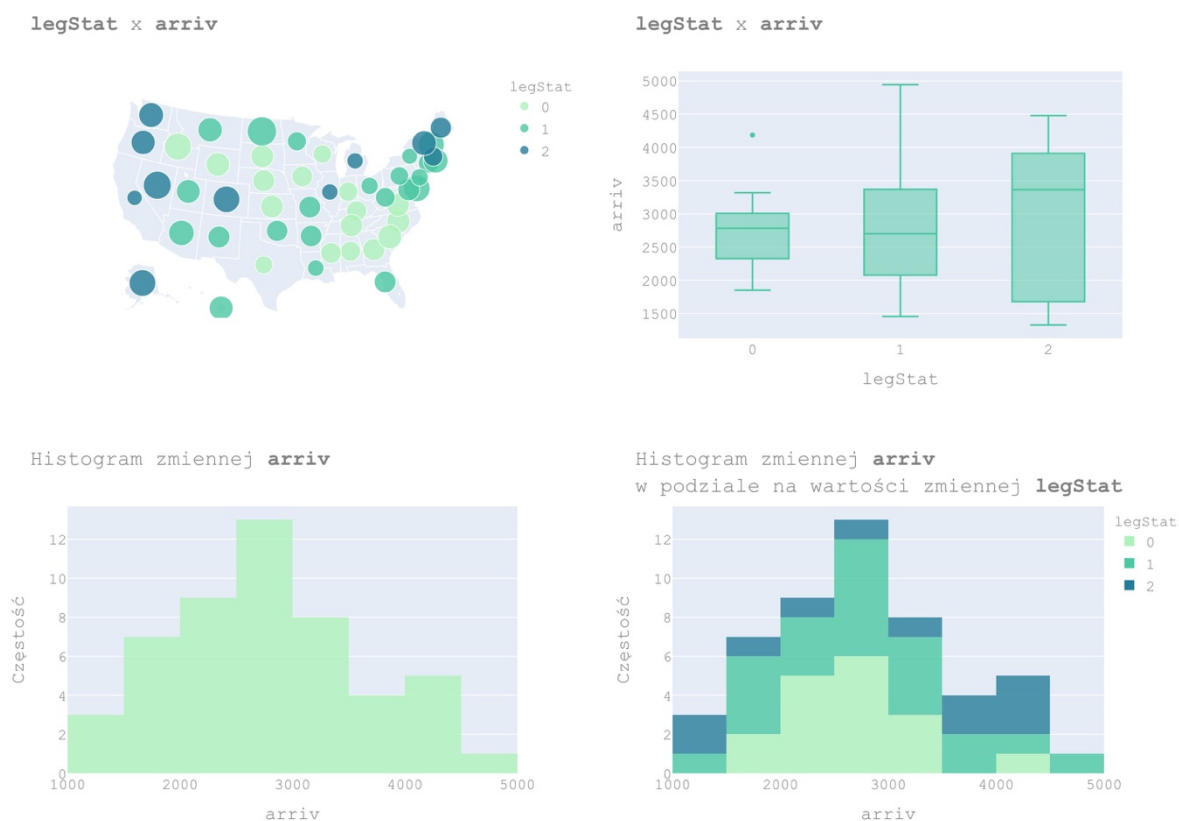
Rysunek 8. Podstawowe charakterystyki zmiennej `opoiPres`



Źródło: Opracowanie własne

Kolejna zmienna została przygotowana by odzwierciedlać liczbę ludzi, którzy w roku poprzedzającym zamieszkiwali innych stan niż obecnie, czyli *de facto* mówi ona o napływie ludności do poszczególnych stanów. Źródłem zmiennej `arriv` jest *United States Census Bureau* i jest ona przeliczona jako liczba nowoprzybyłych osób na 100 tys. mieszkańców.

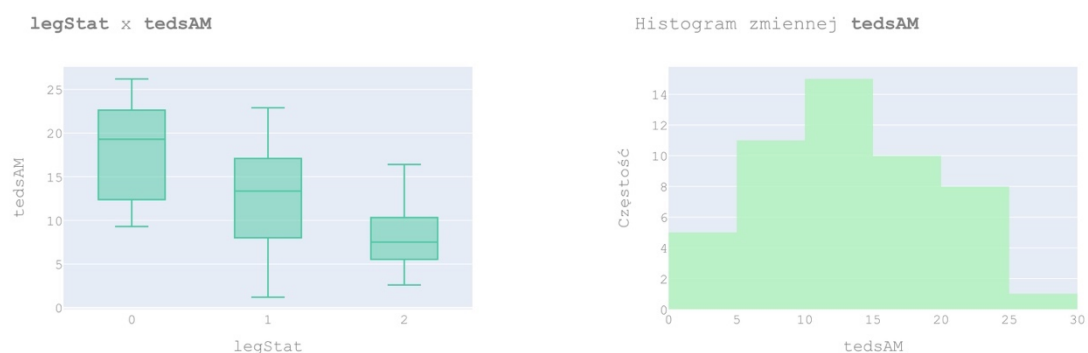
Rysunek 9. Podstawowe charakterystyki zmiennej `arriv`



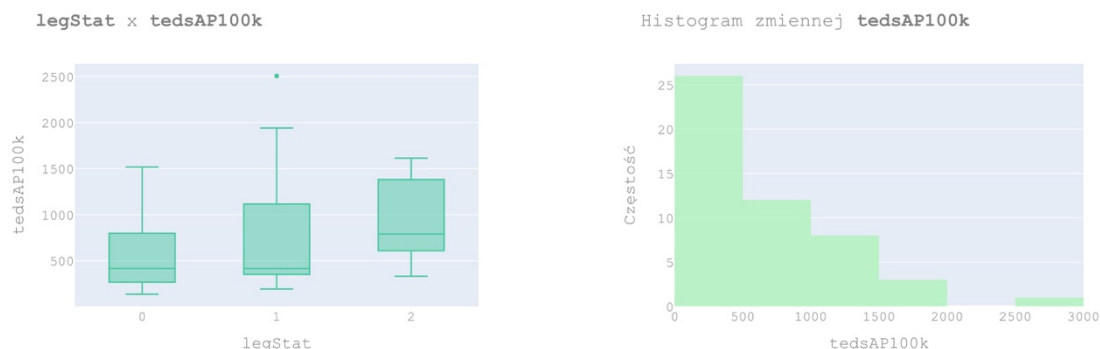
Źródło: Opracowanie własne

Kolejne zmienne występują niejako parami. Pierwszą parą są zmienne *tedsAM* oraz *tedsAP100k*. Pierwsza z nich mówi o udziale osób przyjętych do placówek leczących uzależnienia ze względu na marihuanę w ogólnej liczbie przyjętych osób, a druga odzwierciedla liczbę przyjętych osób w przeliczeniu na 100 tys. mieszkańców. Dane pochodzą z bazy SAMHSA.²³

Rysunek 10. Podstawowe charakterystyki zmiennych *tedsAM* i *tedsAP100k*



²³Substance Abuse and Mental Health Services Administration,
<https://www.dasis.samhsa.gov/webt/newmapv1.htm>, dostęp: 05.06.2020

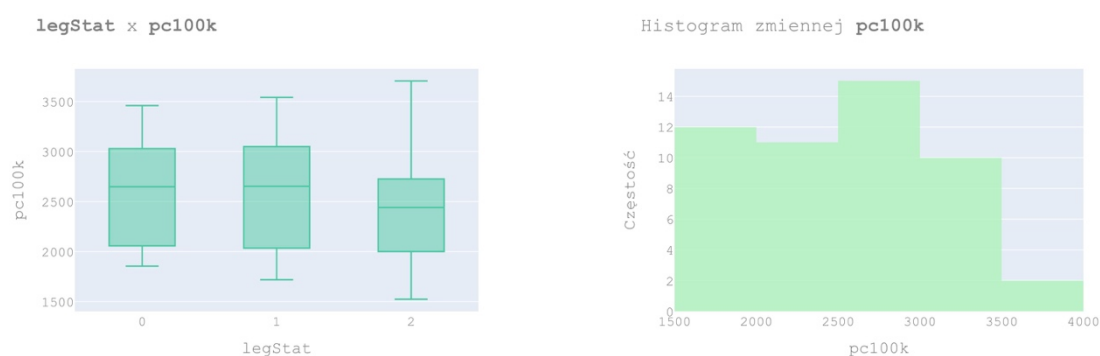


Źródło: Opracowanie własne

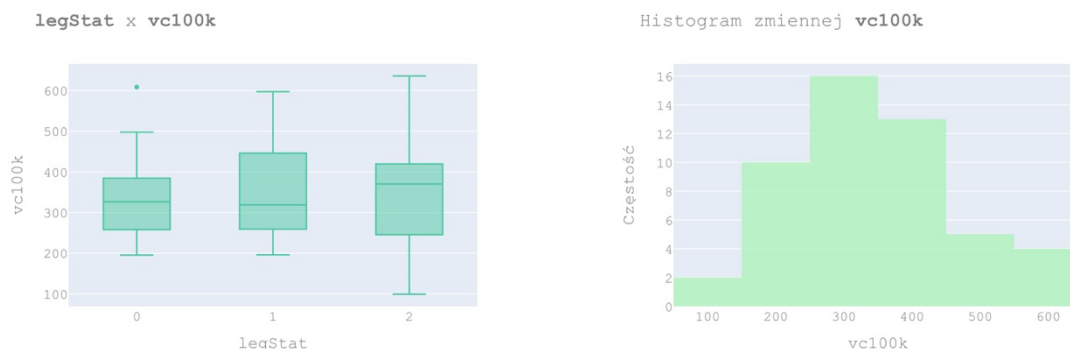
W tym przypadku obserwujemy wyższe wartości zmiennej *tedsAM* na wykresie pudełkowym w przypadku „nielegalnych” stanów, tzn., że statystycznie więcej osób jest tam przyjmowanych do ośrodków leczenia uzależnień w przypadku epizodów związanych z marihuaną. Widzimy też, że rozkład zmiennej *tedsAP100k* przypomina rozkład log-normalny, co również może być podstawą do zlogarytmowania tej zmiennej w modelu.

Ostatnia para zmiennych dotyczy przestępczości w poszczególnych stanach. Pierwsza z nich *pc100k* odnosi się do łżejszych przestępstw takich jak włamania, drobne kradzieże dóbr czy też kradzieże pojazdów. Druga *vc100k* dotyczy brutalnych przestępstw, takich jak morderstwa, gwałty, rozboje czy napady. Obie zmiennej pochodzą ze strony *UCR*²⁴ i są wyrażone w liczbie przestępstw na 100 tys. mieszkańców.

Rysunek 11. Podstawowe charakterystyki zmiennych *pc100k* i *vc100k*



²⁴ Uniform Crime Reporting Statistics, <https://www.ucrdatatool.gov/Search/Crime/State/StatebyState.cfm>, dostęp: 05.06.2020

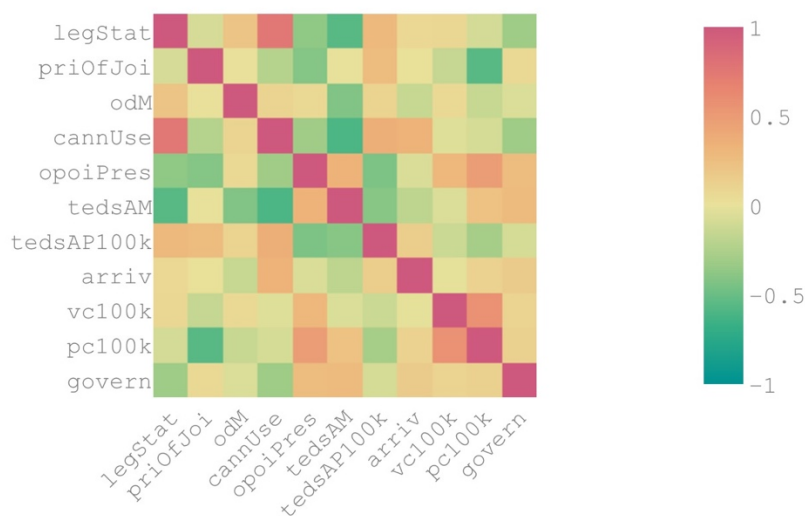


Źródło: Opracowanie własne

W przypadku tej zmiennej na rysunku 11. nie widać znaczących różnic pomiędzy poszczególnymi grupami.

Kolejnym krokiem, jaki warto przeprowadzić w przypadku wstępnej analizy danych, jest przyjrzenie się korelacji między poszczególnymi zmiennymi.

Rysunek 12. Korelacja między zmiennymi



Źródło: Opracowanie własne

Na rysunku 12. przedstawione zostały wartości współczynnika korelacji między zmiennymi. Wśród najwyższych dodatnich korelacji wyróżnić można zależność statusu prawnego i użycia marihuany (*legStat* – *cannUse*), zależność liczby wypisanych recept na opoidy i liczby lekkich przestępstw (*opoiPres* – *pc100k*) i dość oczywistą zależność między parą zmiennych dotyczących przestępstw lekkich i ciężkich (*pc100k* – *vc100k*). Największe ujemne korelacje widzimy w przypadku przyjęć na oddziały leczące uzależnienia ze względu na marihuanę a

statusem prawnym legalności marihuany (*tedsAM – legStat*). Pierwsza z tych zmiennych charakteryzuje się też silną ujemną korelacją z zmienną mówiącą o używaniu marihuany (*tedsAM – cannUse*), co nie jest do końca oczywistą sprawą. Wartą odnotowania jest jeszcze ujemna zależność liczby lekkich przestępstw i ceny „skręta” marihuany (*pc100k – priOfJoi*).

Zbiór skompletowanych przeze mnie danych był kompletny. Nie występują w nim również duże problemy związane z obserwacjami odstającymi. Jest to prawdopodobnie powiązane z wielkością badanej próby. W tabeli 1. zostały przedstawione podstawowe informacje o opisanych wyżej zmiennych, a także przewidywania co do kierunku oddziaływania na zmienną objaśnianą.

Kolejny rozdział poświęcony będzie opisaniu metody estymacji, a także wyborowi odpowiedniej formy funkcyjnej i samego modelu.

Tabela 1. Zmienne użyte w modelu

Nazwa	Opis	Zakres	Przewidywany znak
<i>legStat</i>	status prawny korzystania z marihuany	0,1,2	zmienna objaśniana
<i>govern</i>	partia gubernatora	0,1	(-)
<i>cannUse</i>	% dorosłych osób deklarujących zażywanie marihuany w roku poprzedzającym	11.16% - 28.56%	(+)
<i>priOfJoi</i>	cena „skręta” marihuany	\$3.69 - \$7.81	(?)
<i>odM</i>	liczba śmierci spowodowanych przedawkowaniem na 100 tys. osób	6.9 - 51.5	(-)
<i>opoiPres</i>	liczba przepisanych recept na opoidy na 100 osób	33.4 – 97.5	(-)
<i>arriv</i>	liczba nowych mieszkańców stanu na 100 tys. osób	1329 - 4943	(+)

<i>tedsAM</i>	% przyjęć na oddziały leczenia uzależnień w związku z marihuaną	1.2% - 26.2%	(?)
<i>tedsAP100k</i>	liczba osób przyjętych na oddziały leczenia uzależnień na 100 tys. osób	137.2 – 2505.4	(+)
<i>pc100k</i>	liczba lekkich przestępstw na 100 tys. mieszkańców	1524 - 2552	(-)
<i>vc100k</i>	liczba ciężkich przestępstw na 100 tys. mieszkańców	99.27 – 346.81	(-)

Źródło: Opracowanie własne

Model

Biorąc pod uwagę charakterystykę badanej przeze mnie zmiennej objaśnianej, statusu prawnego marihuany, można w zasadzie bezsprzecznie uporządkować jej wartości od najbardziej konserwatywnych do tych liberalnych. Logicznym jest, że po sytuacji, w której korzystanie z marihuany jest całkowicie zabronione, kolejnym krokiem jest albo częściowa legalizacja (marihuany medycznej), albo pełna legalizacja (rekreacyjny użytek). W związku z tym model, za pomocą, którego będę badać istniejące zależności pochodził będzie z klasy modeli uporządkowanych. Można by również próbować estymować modele wielomianowe/warunkowe, ale w tym przypadku stracilibyśmy dużo informacji płynących z uporządkowania kategorii badanej zmiennej.

Pierwszym podjętym przeze mnie krokiem był wybór odpowiedniej formy funkcyjnej. W toku badania, rozważałem logarytmowanie poszczególnych zmiennych, ponieważ zauważyłem, że w wielu przypadkach podnosi to dopasowanie modelu do danych i kolejne zmienne stawały się istotne. Na tym etapie estymacja przebiegała były przy użyciu modelu logitowego dla zmiennych uporządkowanych. W aneksie w tabeli 2 znajdują się najciekawsze oszacowane modele. Na podstawie kryteriów informacyjnych został wybrany model do dalszej analizy. W kolejnym kroku porównane zostały modele regresji liniowej, uporządkowany model logitowy i uporządkowany model probitowy, dla wyłonionej wcześniej formy funkcyjnej. Wyniki zaprezentowane są w tabeli 3. poniżej.

Tabela 3. Oszacowania dla poszczególnych klas modeli

OLS ordered ordered

status prawny		logistic	probit
	(1)	(2)	(3)
gubernator	0.067 (0.147)	0.378 (0.848)	0.265 (0.467)
zażywanie marihuany	0.131*** (0.022)	0.820*** (0.150)	0.451*** (0.077)
cena „skręta”	0.101 (0.108)	0.974** (0.283)	0.527*** (0.175)
logarytm przedawkowań	0.200 (0.160)	0.952 (0.814)	0.619 (0.429)
logarytm recept na opioidy	-0.600* (0.342)	-3.085*** (0.177)	-1.979*** (0.123)
logarytm napływu mieszkańców	-0.600** (0.252)	-3.473*** (0.216)	-1.884*** (0.102)
leczenie marihuana	-0.009 (0.015)	-0.020 (0.078)	-0.019 (0.043)
leczenie narkotyki	-0.0001 (0.0002)	-0.0005 (0.001)	-0.0003 (0.0004)
lekkie przestępstwa	0.0002 (0.0002)	0.001 (0.001)	0.001 (0.0005)
ciężkie przestępstwa	0.0004 (0.001)	0.003 (0.004)	0.001 (0.002)
stała	4.166* (2.273)		
BIC	96	95.6	95.2
AIC	73	72.6	72.3
obserwacje	50	50	50
R2	0.714		
dopasowane R2	0.640		
RSE	0.447 (df = 39)		
statystyka F	9.727*** (df = 10; 39)		

W nawiasie znajdują się wartości odchyłeń standardowych uzyskanych parametrów,
 ***, **, * oznaczają odpowiednio poziom istotności 1%, 5% i 10%.

Źródło: Opracowanie własne

Jak widać wartość Bayesowskiego kryterium informacyjnego Schwartz'a (BIC) jest najniższa w przypadku uporządkowanego modelu probitowego, jednak w przypadku spełnienia założeń modelem użytym do dalszej analizy będzie model logitowy

Następnym etapem jest diagnostyka modelu i sprawdzenie czy spełnia on założenia. Na podstawie testu LR, odrzucam hipotezę o łącznej nieistotności zmiennych w modelu (wartość statystyki testowej = 57.503, wartość p-value bliska 0).

Kolejnym testowanym założeniem jest poprawna forma funkcyjna modelu. W tym przypadku nie udało się wykonać testu Lipsitz'a i innych, a założenie to zostało przetestowane przy pomocy testu Hosmera-Lemeshowa dla modeli uporządkowany oraz dwóch testów Pulkstenisa-Robinsona. Wyniki znajdują się na wydruku poniżej.

```
Hosmer and Lemeshow test (ordinal model)
      X-squared = 2.3071, df = 7, p-value = 0.9409
Pulkstenis-Robinson chi-squared test
      X-squared = 2.6438, df = 4, p-value = 0.6191
Pulkstenis-Robinson deviance test
      Deviance-squared = 2.9266, df = 4, p-value = 0.5702
```

Jak widać na podstawie każdego z testów brak jest podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej mówiącej o poprawnej formie funkcyjnej modelu, dlatego stwierdzam, że wybrana forma jest odpowiednia.

Kolejnym bardzo ważnym założeniem do spełnienia w przypadku uporządkowanego modelu logitowego jest założenie o proporcjonalności szans. Jest ono możliwe do przetestowania m.in. przy pomocy testu Branta. Niestety, możliwe, że ze względu na wielkość próby, test ten dawał w tym przypadku nieprawdziwe wyniki i wartość statystyki χ^2 jest równa 0 dla wszystkich zmiennych. W związku z tym posłużyłem się podejściem zaproponowanym przez Christensena w artykule *Cumulative Link Models for Ordinal Regression with the R Package ordinal*.²⁵ Wyestymowany został model CLM, a następnie wykonany *nominal test*, badający to założenie. Niestety na podstawie tego wydruku nie jestem w stanie stwierdzić, czy to założenie jest spełnione.

²⁵ R. Christensen, *Cumulative Link Models for Ordinal Regression with the R Package ordinal*, Journal of Statistical Software

W związku z brakiem pewności co do spełnienia tak ważnego założenia zdecydowałem się w dalszej analizie skorzystać z probitowego modelu dla zmiennych uporządkowanych, gdyż w jego przypadku nie ma założenia o proporcjonalności szans. W tym przypadku LR test potwierdził istotność zmiennych w modelu. Także przeprowadzone na nowo wspomniane wcześniej testy na poprawność formy funkcyjnej modelu, potwierdziły, że nie wymaga ona zmian. Model jest więc kongruentny.

Kolejnym krokiem jest przeprowadzanie procedury od ogółu do szczegółu, by wyeliminować nieistotne zmienne w modelu, a tym samym zmniejszyć obciążenie oszacowań. Kolejne kroki tej procedury przedstawione są w tabeli 4.

Tabela 4. Procedura od ogółu do szczegółu

status prawny	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
gubernator	0.265 (0.467)	0.240 (0.466)			
zażywanie marihuany	0.451*** (0.077)	0.461*** (0.076)	0.449*** (0.077)	0.437*** (0.077)	0.444*** (0.079)
cena „skreśta”	0.527*** (0.175)	0.528*** (0.158)	0.507*** (0.154)	0.456*** (0.158)	0.514*** (0.158)
logarytm przedawkowań	0.619 (0.429)	0.710* (0.424)	0.706* (0.415)	0.680* (0.396)	0.708* (0.385)
logarytm recept na opioidy	-1.979*** (0.123)	-2.050*** (0.107)	-1.942*** (0.110)	-1.816*** (0.122)	-1.657*** (0.128)
logarytm napływu mieszkańców	-1.884*** (0.102)	-1.822*** (0.077)	-1.700*** (0.057)	-1.725*** (0.050)	-1.850*** (0.051)
leczenie marihuana	-0.019 (0.043)				
leczenie narkotyki	-0.0003 (0.0004)	-0.0003 (0.0004)	-0.0003 (0.0004)		
lekkie przestępstwa	0.001 (0.0005)	0.001* (0.0004)	0.001* (0.0004)	0.001* (0.0004)	0.001*** (0.0003)

ciężkie	0.001	0.002	0.002	0.002
przestępstwa	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)

obserwacje	50	50	50	50	50
------------	----	----	----	----	----

W nawiasie znajdują się wartości odchyłeń standardowych uzyskanych parametrów, ***, **, * oznaczają odpowiednio poziom istotności 1%, 5% i 10%.

Źródło: Opracowanie własne

Do otrzymania wyłącznie istotnych zmiennych w modelu potrzebnych było 5 kroków procedury. Ostatecznie wyestymowany model można zapisać w postaci:

$$\begin{aligned} \text{probit}(P(Y \leq 1)) &= -7.4858 - 0.4443 * \text{cannUse} - 0.5138 * \text{priOfJoi} - 0.7077 * \log(\text{odM}) - (-1.6574) * \log(\text{opoiPres}) \\ &\quad - (-1.8497) * \log(\text{arriv}) - 0.0009 * \text{pc100k} \\ \text{probit}(P(Y \leq 2)) &= -4.3874 - 0.4443 * \text{cannUse} - 0.5138 * \text{priOfJoi} - 0.7077 * \log(\text{odM}) - (-1.6574) * \log(\text{opoiPres}) \\ &\quad - (-1.8497) * \log(\text{arriv}) - 0.0009 * \text{pc100k} \end{aligned}$$

W trakcie estymacji modelu postanowiłem wykonać eksperyment i napisać funkcję, która spośród wszystkich możliwych kombinacji zmiennych (i ich logarytmów) wyłoni ten model, dla którego wartość kryteriów informacyjnych będzie najniższa. W ten sposób otrzymałem model przedstawiony poniżej.

Tabele 5. Porównanie modeli wybranych manualnie i automatycznie

legStat	(1)	(2)
----	----	----
zażywanie marihuany	0.444*** (0.079)	0.484*** (0.107)
cena „skręta”	0.514*** (0.158)	
logarytm przedawkowań	0.708* (0.385)	
logarytm recept na opioidy	-1.657*** (0.128)	
napływ mieszkańców	0.005*** (0.0003)	
logarytm napływu mieszkańców	-1.850*** (0.051)	-14.036*** (0.184)
lekkie przestępstwa	0.001*** (0.0003)	
----	----	----
BIC	80.9	65.8
AIC	65.6	56.3

=====

W nawiasie znajdują się wartości odchyłeń standardowych uzyskanych parametrów, ***, **, * oznaczają odpowiednio poziom istotności 1%, 5% i 10%.

Źródło: Opracowanie własne

W tabeli 5 porównany został model otrzymany manualnie we wcześniejszej analizie z tym wygenerowanym automatycznie. Spośród możliwych 524 288 modeli R dał radę wygenerować jedynie 94 331. Eksperyment był dosyć ciekawy jednak ze względu na ograniczenia czasowe (funkcja przetwarzała się kilkadziesiąt minut) i sprzętowe wyniki nie są do końca zadowalające

W kolejnej części przeanalizowane zostaną jakość dopasowania modelu i efekty cząstkowe. Zostaną również zweryfikowane postawione we wstępie hipotezy, a także wyciągnięte wnioski płynące z modelu.

Wyniki i wnioski

Jakość zbudowanego modelu możemy spróbować ocenić poprzez wygenerowanie prognozowanych wartości i porównanie ich obserwowanymi wartościami zmiennej *legStat*. Wyniki te zostały przedstawione w tabeli 6.

Tabela 6. Tablica częstości występowania zmiennej legStat

		Zaobserwowane			
		0	1	2	Razem
Prognozowane	0	15	2	0	17
	1	4	15	3	22
	2	0	3	8	11
	Razem	19	20	11	50

Źródło: Opracowanie własne

Na podstawie można obliczonych wartości możemy obliczyć pseudo- R^2 liczebnościowe, które w tym przypadku wynosi 76%, a także jego skorygowaną postać, która jest równa 65%. Pokazuje to, że model w stopniu zadowalającym prognozuje wartość zmiennej objaśnianej.

W przypadku modeli dla zmiennych uporządkowanych nie jesteśmy w stanie interpretować wartość parametrów modelu. To co możemy interpretować w tym przypadku to efekty cząstkowe dla każdej z alternatyw. W pakiecie R jest to jednak zadanie dosyć problematyczne. By otrzymać efekty cząstkowe, które widać w tabeli 7. trzeba było użyć innej funkcji do estymowania modelu, w przypadku której istotności zmiennych były zupełnie inne niż te uzyskane we wcześniejszej analizie. Co za tym idzie niewiele z efektów policzonych dla średnich wartości zmiennych jest statystycznie istotne. Poddając tę kwestię w wątpliwość, na potrzeby tej analizy zinterpretuję kilka efektów, nawet tych, które teoretycznie nie są statystycznie istotne.

Tabela 7. Efekty cząstkowe dla średnich wartości zmiennych

Marginal Effects on Pr(Outcome==0)

	Marg. Eff	Std. error	t value	Pr(> t)
zażywanie marihuany	-0.08506174	0.02960995	-2.8727	0.004069 **
cena „skręta”	-0.09837044	0.08711738	-1.1292	0.258826
logarytm przedawkowań	-0.13548314	0.11277226	-1.2014	0.229601
logarytm recept na opioidy	0.31731689	0.22053178	1.4389	0.150187
logarytm napływu mieszkańców	0.35413349	0.18490982	1.9152	0.055471
lekkie przestępstwa	-0.00018180	0.00013387	-1.3580	0.174464

Marginal Effects on Pr(Outcome==1)

	Marg. Eff	Std. error	t value	Pr(> t)
zażywanie marihuany	0.05516148	0.03412548	1.6164	0.1060
cena „skręta”	0.06379200	0.06816786	0.9358	0.3494
logarytm przedawkowań	0.08785912	0.08836803	0.9942	0.3201
logarytm recept na opoidy	-0.20577603	0.18237449	-1.1283	0.2592
logarytm napływu mieszkańców	-0.22965114	0.17133910	-1.3403	0.1801
lekkie przestępstwa	0.00011789	0.00010917	1.0799	0.2802

Marginal Effects on Pr(Outcome==2)

	Marg. Eff	Std. error	t value	Pr(> t)
zażywanie marihuany	0.029900266	0.022105466	1.3526	0.1762
cena „skręta”	0.034578441	0.035135870	0.9841	0.3250
logarytm przedawkowań	0.047624019	0.047924772	0.9937	0.3204
logarytm recept na opiody	-0.111540854	0.101796494	-1.0957	0.2732
logarytm przypływu mieszkańców	-0.124482350	0.100870338	-1.2341	0.2172
lekkie przestępstwa	0.000063905	0.000059555	1.0730	0.2833

Źródło: Opracowanie własne

Interpretując efekty cząstkowe dla alternatywy *legStat*=2, czyli status prawny marihuany to legalna do użytku rekreacyjnego, trzeba powiedzieć, że wraz ze wzrostem udziału osób korzystających z marihuany w ostatnim roku rośnie o 2,9 p.p. prawdopodobieństwo tego, że w danym stanie rekreacyjna marihuana legalna. Wraz ze wzrostem ceny „skręta” o dolara rośnie prawdopodobieństwo wystąpienia alternatywy legalnej marihuany rekreacyjnej o 3,5 p.p. Wraz z jednoprocentowym wzrostem liczby przedawkowań rośnie o 4,7 p.p szansa, że w danym stanie marihuana jest w pełni legalna. W przypadku procentowego wzrostu liczby recept wydawanych na leki opiodalne maleje szansa, że w danym stanie zalegalizowano marihuanę. Co sprzeczne z przewidywaniami procentowy wzrost liczby nowych mieszkańców danego stanu zmniejsza prawdopodobieństwo, że w danym stanie marihuana jest legalna o 12,4 p.p. Wzrost liczby lekkich przestępstw również jest dodatnio powiązany z prawdopodobieństwem wystąpienia omawianej alternatywy, ale wpływ ten jest pomijalnie niski

Teraz weryfikacji poddane zostaną hipotezy postawione we wstępie niniejszej pracy. Hipoteza główna zakładała, dodatnią zależność statusu prawnego konsumpcji marihuany i zmiennych socjoekonomicznych. Zmienne dotyczące liczby przestępstw okazały się być połowicznie istotne. Kierunek zależności liczby drobnych przestępstw, okazał się być zgodny z badaniami. W stanach, gdzie marihuana jest legalna, można zaobserwować statystycznie istotnie niższe wartości tej zmiennej. Zmienna dotycząca przedawkowań według przewidywań miała być ujemnie zależna z statusem prawnym marihuany, w modelu możemy zaobserwować sytuację odwrotną, wzrost wartości tej zmiennej łączy się ze wzrostem prawdopodobieństwa, że marihuana jest legalna. Zależność napływu ludność również okazała się mieć przeciwny od zakładanego kierunek. Hipotezę tę można więc uznać za częściowo potwierdzoną, niektóre warunki socjoekonomiczne rzeczywiście się poprawiają, inne natomiast działają w przeciwnym kierunku.

Kolejna hipoteza traktowała o zależności korzystania z marihuany i ceny, jaką trzeba za nią zapłacić a statusem prawnym. Hipoteza ta została potwierdzona, gdyż w rzeczy samej wzrost popytu na marihuanę jest dodatnio związane ze wzrostem prawdopodobieństwa legalności marihuany w danym stanie. Jak udało się ustalić, również wzrost ceny zwiększa to prawdopodobieństwo.

Ostatnia hipoteza związana była istnieniem zależności między wizytami w ośrodkach uzależnień a legalnością marihuany. Została ona jednak obalona, a obie zmienne mówiąca zarówno i ilości jak i przyczynach wizyt w takich ośrodkach okazały się być statystycznie nieistotne.

Po przeprowadzeniu powyższej analizy można stwierdzić, że legalizacja marihuany w rzeczy samej ma istotny wpływ na życiu ludzi w danym stanie. Wzrost liczby osób korzystających z niej czy wzrost cen to kluczowe wnioski patrząc z perspektywy użytkownika marihuany. Widok z innej perspektywy może nam uświadomić, że opoidy można uznać za substytuty marihuany, gdyż wzrost liczby wypisywanych na nie recept jest związany ze zwiększeniem prawdopodobieństwa, że w danym stanie marihuana jest legalna. Jest to wniosek o tyle ważny, że opoidy są o wiele bardziej uzależniające niż marihuana, a często prowadzą nawet do heroiny. Co może być niepokojące dla ustawodawców to wzrost liczby przedawkowań i spadek liczby mieszkańców związanych z legalną marihuaną.

Zakończenie

Temat dostępu do marihuany jest niezwykle ważny w dzisiejszym świecie. Olbrzymie przychody jakie może nieść jej legalizacja rządzący muszą zestawić z ewentualnymi kosztami jakie takie przedsięwzięcie może ze sobą nieść. Korzyści i zagrożenia są częstym obiektem badań, co zostało zaproponowane w niniejszym opracowaniu

To co za przyczyną powyższej analizy można uznać za wartościowy wkład w literaturę przedmiotu to między innymi częściowe potwierdzenie głównej hipotezy badawczej. Dowiedzieliśmy się, że w liberalnych pod względem marihuany stanach, można zauważyć istotnie niższą liczbę drobnych przestępstw. Co nie było zgodne z przewidywaniami, za to jest dość ważną obserwacją, to wzrost liczby przedawkowań związany z wzrostem prawdopodobieństwa, że w danym stanie marihuana jest legalna. Obserwacja, która może nie wnosi bardzo dużo, ale jednak jest warta odnotowania to zależność zarówno liczby osób korzystających z marihuany jak i jej ceny od tego czy marihuana jest legalna. Na koniec warto wspomnieć o substytucyjności marihuany i opoidów. Jest to informacja z wielu względów bardzo istotna.

W przyszłości warto by przeprowadzić podobne badanie, ale z podziałem na hrabstwa, pozwoliłoby to zlikwidować ograniczenia jakie płyną dla modeli szacowanych MNW poprzez małą próbkę. Innym rozwiązaniem tego problemu mogłoby być skonstruowanie danych panelowych. Wartościowym byłoby również przeanalizowanie zmiennych pod kątem endogeniczności i zależności zwrotnych, które prawdopodobnie występują również w tym przypadku. Kolejnym krokiem mogłoby być skonstruowanie odpowiednich instrumentów by problem ten wyeliminować.

Bibliografia

- Cheng C., Mayer W. J., Mayer Y., *The Effect of Legalizing Retail Marijuana on Housing Values: Evidence From Colorado*, *Economic Inquiry*, Vol. 56, No. 3, July 2018, 1585-1601, 2018
- Christensen R., *Cumulative Link Models for Ordinal Regression with the R Package ordinal*, *Journal of Statistical Software*
- Crawford S. S., *The Political Economy of Medical Marijuana*, Department of Sociology and the School of the University of Oregon, in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, 2013
- Damrongplasit K., Hsiao C., Zhao X., *Decriminalization and Marijuana Smoking Prevalence: Evidence From Australia*, *Journal of Business & Economic Statistics*, Vol. 28, No. 3, 2010
- Dills A., Goffard S., Miron, J., *Dose of Reality. The Effect of State Marijuana Legalizations*, *Policy Analysis*, No. 799, September 16, 2016
- Friese B., Grube J. W., *Legalization of medical marijuana and marijuana use among youths*, *Drugs: education, prevention and policy*, February 2013, 20(1): 33-39, 2013
- Greenwald G., *Drug Decriminalization in Portugal. Lessons for Creating Fair and Successful Drug Policies*, Cato Institute, USA, 2009
- Hughes C. E., Steven A., *What Can We Learn from the Portuguese Decriminalization of Illicit Drugs?*, *The British Journal of Criminology*, Volume 50, Issue 6, November 2010, Pages 999–1022, 2010
- Johnston L. D., O'Malley P. M., Bachman J. G., *Marijuana Decriminalization: The Impact on Youth 1975-1980*, monitoring the future occasional paper series, Paper 13, 1981
- Liccardo P. R., *Examining the Impact of Marijuana Legalization on Marijuana Consumption*, *Drug Policy Research Center*, WR-770-RC July 2010, 2010
- Miron J. A., Waldock K., *The Budgetary Impact of Ending Drug Prohibition*, The Cato Institute, 2010
- Model K. E., *The Effect of Marijuana Decriminalization on Hospital Emergency Room Drug Episodes: 1975:1978*, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 88, No. 423, 1993
- Morris R. G., TenEyck M., Barnes J.C., Kovandzuc T. V., *The Effect of Medical Marijuana Laws on Crime: Evidence from State Panel Data, 1990-2006*, *PLoS ONE*, Volume 9, Issue 3, e92816, 2014
- Nikolaou D., Sex, *Drugs and Subjective Well-Being: Selection or Causation?*, *KYKLOS*, Vol. 72 - February 2019 - No. 1, 76-117, 2019

Pacula R., Chriqui J., *Marijuana Decriminalization: What Does It Mean for the United States?*, National Bureau of Economic Research Working Paper no. 9690, NBER and RAND Corporation, Cambridge, 2004

Single E. W., *The Impact of Marijuana Decriminalization: An Update*, Journal of Public Health Policy, Vol. 10, No. 4 (winter, 1989), pp. 456-466, 1989

Teesson M., Hall W., Lynskey M., Dagenhardt L., *Alcohol- and drug-use disorders in Australia: implications of the National Survey of Mental Health and Wellbeing*, Australian and New Zealand Journal of Psychiatry, 34:206-213, 2000

Thavorncharoensap M., Teerawattananon Y., Yothasamut J., Lertpitakpong C., Chaikledkaew U., *The economic impact of alcohol consumption: a systematic review*, Substance Abuse Treatment, Prevention, and Policy, 04:20, 2009

Thies C. F., Register C. A., *Decriminalization of Marijuana and the Demand for Alcohol, Marijuana and Cocaine*, The Social Science Journal, Volume 30, Number 4, pages 385-399, 1993

Verbič M., Čok M., Perić P., *An economic analysis of the illegal marijuana market in Slovenia*, Economic Research - Ekonomska Istraživanja, Vol. 32, NO. 1, 657-672, 2019

Zambiasi D., Stillman S., *The Pot Rush: Is Legalized Marijuana a Positive Local Amenity?*, Economic Inquiry, Vol. 58, No.2, April 2020, 667-679, 2020

Zhao X., Harris M. N., *Demand for Marijuana, Alcohol and Tobacco: Participation, Levels of Consumption and Cross-equation Correlations*. The Economic Record, Vol. 80, No. 251, December, 2004, 394-410, 2004

Źródła danych:

Cannabis Use Within One Year, Statista, <https://www.statista.com/statistics/723822/cannabis-use-within-one-year-us-adults>, dostęp: 05.06.2020

CDC, <https://www.cdc.gov/drugoverdose/maps/rxstate2018.html>, dostęp: 05.06.2020

National Governors Association, <https://www.nga.org/governors>, dostęp: 05.06.2020

Price of Weed, <http://www.priceofweed.com>, dostęp: 05.06.2020

State Marijuana Laws Map, <https://www.governing.com/gov-data/safety-justice/state-marijuana-laws-map-medical-recreational.html>, dostęp: 05.06.2020s

Substance Abuse and Mental Health Services Administration, <https://www.dasis.samhsa.gov/webt/newmapv1.htm>, dostęp: 05.06.2020

Uniform Crime Reporting Statistics
<https://www.ucrdatatool.gov/Search/Crime/State/StatebyState.cfm>, dostęp: 05.06.2020

Aneks

Tabela 2. Oszacowania modeli dla wszystkich zmiennych

status prawny	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
gubernator	0.045*** (0.005)	0.279 (0.851)	0.158*** (0.012)	0.325 (0.814)	0.174 (0.796)	0.183*** (0.009)	0.378 (0.848)	0.386 (0.857)
zażywanie marihuany	0.753*** (0.154)					0.747*** (0.152)	0.820*** (0.150)	0.814*** (0.178)
cena „skręta”	0.734** (0.332)		0.487** (0.201)		0.540 (0.395)	0.716*** (0.258)	0.974*** (0.283)	
przedawkowania	0.036 (0.042)							
recepty na opoidy	-0.044 (0.032)							
napływ mieszkańców	-0.001* (0.001)		-0.001 (0.001)		-0.001 (0.001)	-0.001 (0.001)		
leczenie marihuana	-0.016 (0.084)		-0.034 (0.074)	-0.038 (0.072)	-0.037 (0.073)	-0.017 (0.074)	-0.020 (0.078)	-0.023 (0.079)
leczenie narkotyki	-0.0005 (0.001)		-0.0005 (0.001)	-0.0004 (0.001)	-0.0005 (0.001)	-0.001 (0.001)	-0.0005 (0.001)	-0.0005 (0.001)
lekkie przestępstwa	0.001 (0.001)		0.001 (0.001)	0.001 (0.001)		0.001 (0.001)	0.001 (0.001)	0.001 (0.001)
ciężkie przestępstwa	0.004 (0.004)		0.003 (0.004)	0.002 (0.004)		0.004 (0.004)	0.003 (0.004)	0.003 (0.004)
logarytm zażywania marihuany		13.812*** (3.706)	11.935*** (0.049)	12.903*** (0.112)	12.119*** (0.077)			
logarytm ceny „skręta”		4.070 (4.593)		3.759*** (0.058)				5.577*** (0.161)
logarytm przedawkowań		0.988 (0.965)	0.732*** (0.083)	0.606 (0.773)	0.769 (0.783)	0.992*** (0.081)	0.952 (0.814)	0.881 (0.812)
logarytm. recept na opoidy		-2.978 (1.959)	-3.101*** (0.078)	-2.886*** (0.109)	-3.031*** (0.125)	-3.324*** (0.074)	-3.085*** (0.177)	-3.112*** (0.159)
logarytm napływu mieszkańców		-2.869* (1.509)		-3.003*** (0.396)			-3.473*** (0.216)	-3.437*** (0.538)
logarytm leczenia marihuany		0.343 (0.792)						
logarytm leczenia narkotyków		-0.090 (0.644)						
logarytm lekkich przestępstw		2.512 (2.944)			1.783*** (0.218)			
logarytm ciężkich przestępstw		0.914 (1.359)			0.956*** (0.325)			
BIC	99.5	99	100.9	98.7	101	98.2	95.6	95.7
AIC	76.6	76.1	78	75.8	78	75.2	72.6	72.8

W nawiasie znajdują się wartości odchyłeń standardowych uzyskanych parametrów, ***, **, * oznaczają odpowiednio poziom istotności 1%, 5% i 10%.

Źródło: Opracowanie własne