

Dylemat rolnika

Karolina Rygalska, studentka V r.

Wydział Nauk Ekonomicznych UW

Natalia Guz-Nagrebicka, studentka V r.

Wydział Nauk Ekonomicznych UW

Michał Eliaz, student V r.

Wydział Nauk Ekonomicznych UW

Łukasz Dobrzyński, student V r.

Wydział Nauk Ekonomicznych UW

Wprowadzenie

Badania nad podejmowaniem decyzji inwestycyjnych prowadzone są przez psychologów od wczesnych lat 80. XX wieku, pozwalając przewidzieć zachowania osób, z którymi prowadzi się grę o „wyplaty”, poprzez pryzmat, między innymi, inteligencji emocjonalnej. Jednocześnie matematyczna teoria konfliktu i kooperacji, stworzona przez Johna von Neumanna i Oskara Morgensterna, daje możliwość dokonania szybkiej i obiektywnej oceny decyzji.

Przeprowadzony przez nas eksperyment ma na celu zbadanie zachowań graczy w sytuacji dylematów społecznych. Postanowiliśmy prześledzić kształtowanie się skłonności do kooperacji, awersję do ryzyka związanego z losowymi stratami oraz ocenić efekty „wyłamywania się” niektórych osób ze wspólnej strategii, a więc efekt gapowicza przy wspieraniu finansowania dóbr publicznych.

Poniższą pracę podzieliliśmy na trzy części. Pierwsza z nich stanowi teoretyczne wprowadzenie do warunków eksperymentu. Część druga zawiera opis gry i schemat decyzji podejmowanych przez jej uczestników oraz opis programu. Konkretyzuje także hipotezy badawcze. Część trzecia przedstawia model ekonometryczny opisujący postawę graczy oraz wnioski, jakie wyłoniliśmy z analizy gry.

Część I

Przystępując do budowy eksperymentu, postanowiliśmy skupić się na trzech zagadnieniach. Za cel postawiliśmy sobie zbadanie zdolności do kooperacji grup liczących kilkanaście osób w obliczu szansy osiągnięcia wyż-

Praca pod kierunkiem dr. Tomasza Kopczewskiego.

szych zysków, jakie przynosiła współpraca. Skupiliśmy się również na analizie awersji do ryzyka związanego ze stratami losowymi. Prześledziliśmy zjawisko tzw. jazydy na gapę.

Powyższe cele ujęliśmy w następujące hipotezy:

- ludzie nie są skłonni do kooperacji, pomimo szansy osiągnięcia wyższych zysków, kilkunastoosobowe grupy nie są zdolne do wspólnego działania,
- każda jednostka ma awersję do ryzyka związanego z losowymi stratami,
- gracze często wybierają zdradę w teoriogrowych dylematach, „podróżując na gapę”.

Badanie postawionych hipotez poparliśmy wiedzą teoretyczną zaczerpniętą z wcześniejszych analiz ekonomistów i psychologów.

Niepewność

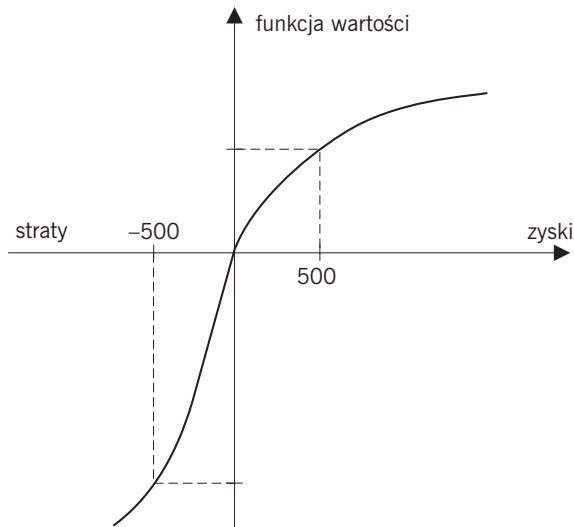
Zgodnie z terminologią zaproponowaną przez Machina i Schmeidler jednym z rodzajów niepewności jest tak zwana niepewność obiektywna — znamy scenariusze zdarzeń i prawdopodobieństwa ich wystąpienia.

Ryzyko

Ryzyko jest działaniem przynoszącym możliwość osiągnięcia korzyści lub poniesienia strat, których nie można przewidzieć. Ryzyko czyste występuje, gdy istnieje niebezpieczeństwo poniesienia straty bez żadnej szansy wygranej.

Użytecznym narzędziem w zarządzaniu ryzykiem jest ubezpieczenie. Większość typów ubezpieczanego ryzyka to ryzyka czyste. Definicja ubezpieczenia podana za słownikiem Webstera przedstawia je jako system ochrony przed szkodami, w którym wyraża się zgodę na wpłacanie pewnych sum w zamian za gwarancję, że w razie powstania szkód zostaną one zrekompensowane. Wpłaty następują w wyniku szkód przynajmniej tak dużych jak odszkodowanie, więc ubezpieczane ryzyko jest ryzykiem czystym. Sposób, w jaki odczuwane jest ryzyko, jest kwestią zależną od indywidualnych cech jednostki. Źródła konkretnych zachowań konsumentów należałoby więc szukać na pograniczu nauk psychologicznych i ekonomicznych.

Ogromna część dostępnej nam wiedzy dotyczącej powyższych zagadnień to wnioski z badań przeprowadzonych przez Daniela Kahnemana i Amosa Tversky'ego. Są oni autorami, składającej się z dwóch części, teorii perspektywy. Część pierwsza dotyczy teorii użyteczności, druga prawdopodobieństw. Autorzy zastąpili pojęcie użyteczności pojęciem wartości, definiując ją w kategoriach zysków i strat. Jak można odczytać z rysunku 1., krzywa wartości ma kształt niesymetryczny wobec początku układu współrzędnych. Odchylenia od punktu odniesienia (punkt 0,0) zależą od tego, co opisują — zyski czy straty. Dla strat krzywa jest wypukła i nachylona do osi zysków-strat pod większym kątem niż wklęsła jej część odnosząca się do zysków. Na tej podstawie możemy wysnuć wnioski dotyczące skłonności ludzi do ryzyka.



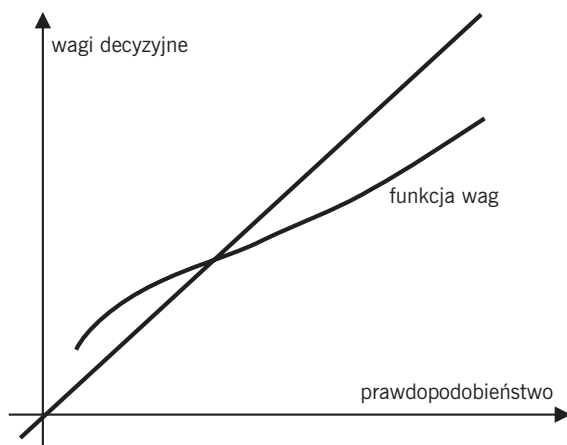
Rys. 1.

Wykres funkcji wartości według Kahnemana i Tversky'ego

Źródło: [Zielonka, 2002].

Losses loom larger than gains — mawiają Anglosasi. Ta właśnie reguła zdaje się determinować kształt krzywej wartości. Zgodnie z tą zasadą: dotkliwiej odczuwamy straty niż zysk.

Druga część teorii Kahnemana i Tversky'ego dotyczy wag przypisywanych prawdopodobieństwom. Wyniki badań wskazują, że ludzie nie doszacowują prawdopodobieństw średnich i dużych, przeszacowując małe. Ilustracją graficzną tego zjawiska jest rysunek 2.



Rys. 2.

Funkcja wag decyzyjnych

Źródło: [Zielonka, 2002].

Efektywność a dobra publiczne

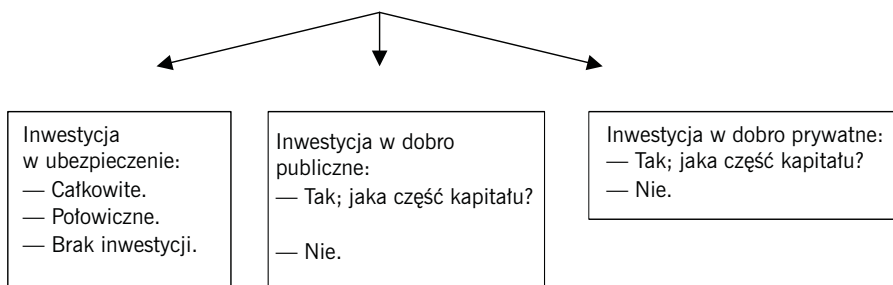
Ekonomiczna teoria dóbr publicznych mówi, że niektóre rodzaje efektów zewnętrznych pozwalają na eliminację nieefektywności. Na przykład w kwestii zewnętrznych efektów konsumpcji wystarczyłoby zapewnić jasne wyjściowe prawa własności, a więc warunki do zwykłej wymiany. Natomiast eliminacja nieefektywności w warunkach wspólnej własności wymagałaby przypisania komuś praw własności. Ponieważ dobro publiczne dostarczane jest w jednakowej ilości wszystkim jednostkom znajdującym się w strefie jego oddziaływania, przy czym konsumpcja takiego dobra nie musi się wiązać z koniecznością ponoszenia kosztów, sytuacja staje się korzystna dla wystąpienia zjawiska „jazdy na gapę”. Polega ono na tym, że konsumpcja danego dobra nie może być ograniczona wobec jednostek, które nie poniosły kosztów na inwestycje w to dobro.

Alokacja efektywna w rozumieniu Pareto występuje, gdy nie ma sposobu poprawy sytuacji zaangażowanych podmiotów, mimo że wszyscy uczestnicy dążą do pozornie jednakowego celu, jakim jest maksymalizacja zysku. Ich różne stosunki do ryzyka stwarzają możliwość badania skłonności do kooperacji, częstotliwości występowania nadzoru indywidualnych decyzji mających wpływ na sytuację grupy oraz skłonności do „jazdy na gapę”.

Część II

W eksperymencie zatytułowanym „Dylemat rolnika” wzięło udział 55 samodzielnie grających osób — indywidualnych rolników. Uczestnicy zostali podzieleni na 3 grupy. W ramach każdej z nich przeprowadzonych zostało 12 rund gry, z możliwością komunikacji jej uczestników. Wszystkie warunki gry jasno określono przed jej rozpoczęciem. Jedynymi zmiennymi były prawdopodobieństwa katastrof oraz wysokości stawek ubezpieczeniowych, których zmiany komunikowane były na ekranie przed rozpoczęciem każdej z rund.

Każdy z uczestników na początku gry otrzymywał kapitał w wysokości 100 „kuraków”, czyli 100 jednostek miejscowej waluty. Celem gry była maksymalizacja dochodów z inwestycji tej kwoty. Schemat decyzji podejmowanych przez graczy w każdej z rund prezentuje rysunek 3.



Rys. 3.

Schemat decyzji podejmowanych przez graczy

Źródło: opracowanie własne.

W momencie rozpoczynania każdej rundy rolnik znajduje się w sytuacji ryzyka czystego — staje w obliczu groźby katastrof powodzi i pożaru, przez które stracić może połowę swojego majątku. Straty spowodowane powyższymi katastrofami są niezależne i się nie sumują. Prawdopodobieństwo powodzi wynosi: 0,2 w rundach od 1. do 6. oraz 10.–12. i 0,3 w rundach 7.–9. Powódź, o ile się wydarzyła, dotykała w danej rundzie wszystkich członków grupy. Prawdopodobieństwo pożaru wynosiło 1/47 przez cały czas trwania gry.

Potencjalną stratę można było ubezpieczyć. Uczestnicy eksperymentu otrzymywali zwrot 100% utraconego majątku, gdy płacili stawkę równą 4% posiadanego majątku, 50% utraconego majątku, płacąc 2% posiadanego majątku lub nie ubezpieczali się i ponosili całkowite koszty ryzyka katastrof.

Dobro publiczne w naszym eksperymencie reprezentowała droga. Zwrot z inwestycji w dobro publiczne był wyższy niż z inwestycji w dobro prywatne i wynosił 10% w pierwszych sześciu rundach i 15% w kolejnych. Jednak zyski były dzielone równo między wszystkich członków grupy, bez względu na to, ile każdy z nich zainwestował w to dobro. W ten sposób chcieliśmy skłonić grupę do kooperacji.

Dobro prywatne reprezentowane było przez ciągnik. Stopa zwrotu z tej inwestycji była stała i wynosiła 5%. Inwestycja ta dawała pewny zwrot, niezależnie od zachowania się pozostałych członków grupy, ale była niższa niż stopa zwrotu z inwestycji w dobro publiczne.

Opis programu

Eksperyment został napisany w programie Z-tree. Struktura programu Z-tree polega na definiowaniu kolejno pojawiających się plansz. W sekcji głównej zdefiniowana została zmienna „konto” oraz stałe „mnoznik_powodz” i „mnoznik_pozar”. Pierwsza plansza to powitanie. Uczestnik eksperymentu zapoznaje się z warunkami danej rundy. Plansza druga dotyczy ubezpieczenia. Na tym etapie uczestnik decyduje, czy i na ile ma zamiar się ubezpieczyć, a odpowiedź uczestnika przechowuje zmienna „ubezpz”. Plansza trzecia to komentarz zależny od odpowiedzi uczestnika. Na planszy czwartej uczestnik decyduje, jaką część majątku, pomniejszoną o ewentualną stawkę ubezpieczenia, zamierza zainwestować w swój ciągnik, a jego wybór przechowuje zmienna kw_ciągnik. W planszy piątej uczestnik decyduje, jaką kwotę chce przeznaczyć na wspólną inwestycję — drogę. Wybór uczestnika przechowuje zmienna kw_droga. Plansza szósta informuje o zaistniałych w tej rundzie katastrofach wraz z komentarzem zależnym od wcześniejszych wyborów gracza. Plansza siódma podsumowuje grę. Gracz dowiaduje się, ile zarobił, ile w sumie udało się zebrać kuraków na drogę, ile średnio każdy z graczy w jego grupie inwestował w drogę oraz ile by zarobił, gdyby każdy przeznaczył na drogę tyle co on.

W kolejnych turach zmianie ulega prawdopodobieństwo powodzi i zwrot z inwestycji w drogę.

Szczegółowy opis działania programu zamieszczony został w „Dodatku 1.”.

Część III

W obecnej praktyce ekonomicznej coraz częściej stosowane są dane panelowe, czyli zbiory danych łączące w sobie dane przekrojowe z szeregami czasowymi — z tego powodu często nazywane również danymi przekrojowo-czasowymi. Zawierają one obserwacje tych samych jednostek dokonywane w ciągu wielu okresów. Użycie danych panelowych dostarcza wielu korzyści pod względem estymacji ekonometrycznej parametrów modelu. Przede wszystkim łatwiejsza staje się identyfikacja badanej zależności ekonomicznej oraz wybór jednej z konkurujących hipotez.

Do zbadania hipotez postawionych w części pierwszej, a więc badania skłonności do kooperacji, awersji do ryzyka i zjawiska „podróży na gapę”, posłużył nam model ekonometryczny testowany przy użyciu programu Stata. Zmienną zależną są dochody rolników — uczestników gry. Zbiór danych składa się z 660 obserwacji. Panel jest zbilansowany po identyfikatorze rolników.

Wyniki poszczególnych etapów analizy ekonometrycznej przedstawiamy w „Dodatku 2.”. Końcowym efektem przeprowadzonej estymacji jest poniższe równanie:

$$\text{KONTO_PO} = -30,635098 + 1,115266 \cdot \text{m_konto_pred} - ,90683224 \cdot \text{d_konto_przed} - 2,2303322 \cdot \text{ubezbp} - 78,920466 \cdot \text{Pr_powodzi} + 352,92123 \cdot \text{mnoznik_drogowy} - ,64548335 \cdot \text{sala}$$

Zmiennymi mającymi wpływ na stan konta po zakończeniu gry, a więc na zmienną badającą efektywność inwestycji graczy, są:

- *ubezbp* — oznacza fakt wykupienia ubezpieczenia. Współczynnik stojący przed tą zmienną, choć przyjmuje stosunkowo niską wartość, jest ujemny. Wykupienie usługi ubezpieczenia wiąże się z ponoszeniem pewnych kosztów, jednak zastanawiające jest, że ubezpieczony nie odnosi korzyści związanych z faktem wypłaty odszkodowania.
- *Pr_powodzi* — oznacza prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi. Zaskakiwać może jedynie nieistotność zmiennej opisującej prawdopodobieństwo drugiego rodzaju katastrofy, a mianowicie pożaru.
- *Mnoznik_drogowy* — wskazujący na stopę zwrotu z inwestycji w drogę. Współczynnik stojący przy zmiennej jest najwyższy spośród wszystkich badanych, a więc jednostkowy przyrost tej zmiennej skutkuje największym przyrostem zmiennej objaśnianej.
- *Sala* — zmienna opisująca grupę, w której grała dana osoba.
- *m_droga_pred* — zmienna oznaczająca średnią wysokość stanu konta przed rozpoczęciem rundy.
- *d_konto_pred* — zmienna opisująca średnie odchylenie od zmiennej „konto_przed”.
- zmienną istotną okazała się również stała.

Estymacja równania objaśniającego wysokość stanu konta gracza po zakończeniu rundy, zwłaszcza po zakończeniu gry, pozwala wnioskować, iż największy wpływ na badaną zmienną ma stopa zwrotu z inwestycji w dobro publiczne. Współczynnik przy zmiennej przyjmuje wartość 352,92123. Zgodnie z teorią ekonomii należałoby sądzić, że racjonalny gracz powstrzyma się od inwestycji w dobro publiczne, jeśli ponoszone przez niego koszty przewyższą indywidualne korzyści.

W przeprowadzonym przez nas eksperymencie inwestycja w dobro publiczne przynosiła wymierne korzyści uczestnikom gry. Należy przypuszczać, że wynika to z wyboru efektywniejszej drogi inwestowania i umiejętności kooperacji uczestników w celu osiągnięcia optymalnych, zachowujących trend dążenia do optimum, rezultatów.

Analiza przebiegu poszczególnych rund gry dostarcza wiedzy na temat schematu „uczenia się” graczy. W poszczególnych salach miał on nieco inny przebieg. Nie można stwierdzić znacznej różnicy pomiędzy kobietami a mężczyznami. U obydwu płci proces ma podobny przebieg, co sprzeczne jest z domniemanym faktem o lepszej współpracy i większej skłonności do kooperacji kobiet i mniejszej wśród nich rywalizacji jeśli chodzi o osiągnięcie zysków, zwłaszcza kosztem pozostałych graczy.

Zauważyć jednak można zwiększającą się z upływem czasu skłonność uczestników eksperymentu do kooperacji. Nie można jednak wyciągnąć z tego wniosku o rosnącym kapitale społecznym uczestników. Nie możemy bowiem pomijać faktu, iż inwestycja w dobro publiczne wiązała się z wyższym zyskiem, oraz nie zauważyć, że duża część społeczności zdecydowała się na jazdę na gapę, czerpiąc korzyści z decyzji pozostałych graczy. Potwierdza to jedną ze stawianych hipotez.

Niestety, nie możemy zaprzeczyć, że nawet niewielka społeczność, składająca się z kilkunastu osób (18–19 w zależności od grupy), nie jest zdolna do wspólnego działania.

Analiza danych skłania nas do wyciągnięcia wniosku, iż nie każda jednostka, ale zdecydowana większość badanej populacji cechuje się awersją do ryzyka związanego z losowymi stratami.

Zaskakuje brak wrażliwości na wysokość prawdopodobieństwa wystąpienia katastrofy dotyczącej jednakowo wszystkie osoby, czyli powodzi, wyrażający się we wzroście skłonności do wykupu ubezpieczeń. Wraz ze wzrostem prawdopodobieństwa należałoby się spodziewać wzrostu liczby zakupionych polis. Zjawisko takie jednak nie występuje.

Uczestnicy eksperymentu postawieni byli przed wyborem pomiędzy inwestycją indywidualną, inwestycją w dobro publiczne oraz przeznaczeniem części środków na ubezpieczenie. Taka konstrukcja badania umożliwiła weryfikację empiryczną teorii ekonomicznych dotyczących wyboru optymalnego, ubezpieczeń oraz dóbr publicznych.

Wyniki eksperymentu potwierdzają stawiane przez nas hipotezy, że ludzie nie są skłonni do kooperacji, pomimo szansy osiągnięcia wyższych zysków, a kilkunastoosobowe grupy nie są zdolne do wspólnego działania. Gracze często wybierają zdradę w teoriogrowych dylematach „podróżując na gapę”.

Mimo iż większość uczestników cechuje awersja do ryzyka, jesteśmy zmuszeni odrzucić hipotezę mówiącą, że każda jednostka ma awersję do ryzyka związanego z losowymi stratami.

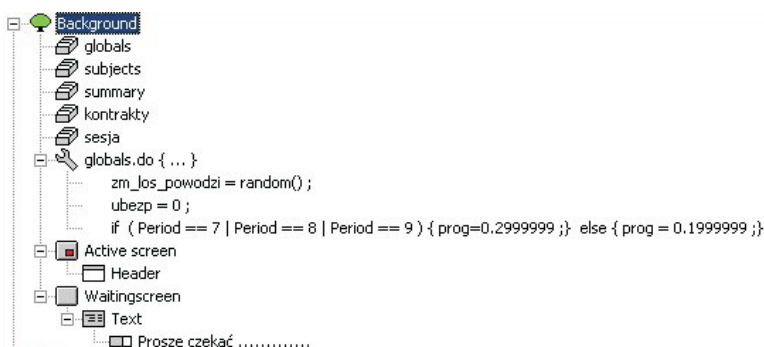
Dodatek 1.

Opis działania programu

Kod do przeprowadzenia eksperymentu został napisany w programie Z-tree. Podczas eksperymentu program znajduje się na serwerze obsługiwanym przez Z-tree, podczas gdy gracze łączą się serwerem za pomocą klientów Z-tree — Z-Leafów.

Struktura Z-tree opiera się na programowaniu kolejno pojawiających się plansz. Na planszach gracze mogą otrzymywać i podawać dane.

W sekcji „Background” definiujemy zmienne, które będą pojawiać się przez wszystkie rundy i dotyczą wszystkich graczy, definiujemy również liczbę uczestników, liczbę grup, liczbę rund, warunki bankructwa, wygląd nagłówek plansz, treść komentarzy w nagłówkach, wygląd planszy pomiędzy planszami (Waitingsscreen).



Problem losowania rozwiązaliśmy, wykorzystując funkcje „random”. Funkcja „random” zwraca wartość z przedziału 0–1, korzystając z rozkładu jednostajnego. Wylosowaną wartość porównujemy z ustalonym progiem.

W sekcji „wartości” liczone są stany kont dla poszczególnych graczy. „Konto” ma wartość 100, w przypadku gdy rozgrywamy pierwszą rundę, gdy rozgrywana runda nie jest pierwsza, „konto” przyjmuje wartość „konto” z końca poprzedniej rundy. Dla każdego z graczy losowana jest „zm_los_pozaru”, sumowani są gracze (N), ustalany jest „mnoznik_droga” będący odzwierciedleniem zwrotu z inwestycji w drogę.


```

wartosci |= (0)A
subjects.do { ... }
    konto = 100 ;
    if ( Period > 1 ) { konto = OLDsubjects.find ( same ( Subject ) , konto ) ; } else { konto = 100 ; }
    konto_gl = konto ;
    N = count ( same ( Group ) ) ;
    mnoznik_droga = if ( Period < 7, 0.1, if ( Period < 13, 0.15 , 0.2 ) ) ;
    zm_los_pozaru = random ( ) ;
    
```

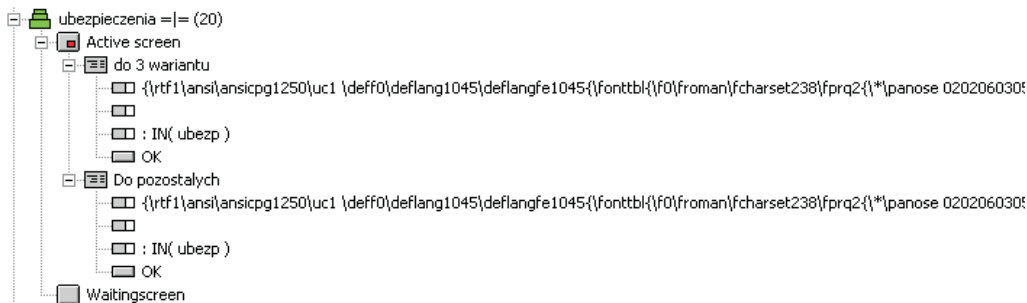
W sekcji „wprowadzenie” wyświetlane są informacje dotyczące następnej tury. Gracz jest informowany o tym, jakie będą oczekiwane zwroty z inwestycji w drogę i ciągnik, oraz o tym, jakie będą przewidywane przez IMiGW opady (co wpływa na prawdopodobieństwo powodzi) i o grasującym podpalaczu (statystyki policyjne — prawdopodobieństwo pożaru).

Podawany jest również obecny stan konta. Ponadto w pierwszej turze pojawia się powitanie od zespołu przeprowadzającego eksperyment. Plansza wyświetlana jest przez 20 sekund, po upływie tego czasu gracz przeczucany jest do następnej planszy.

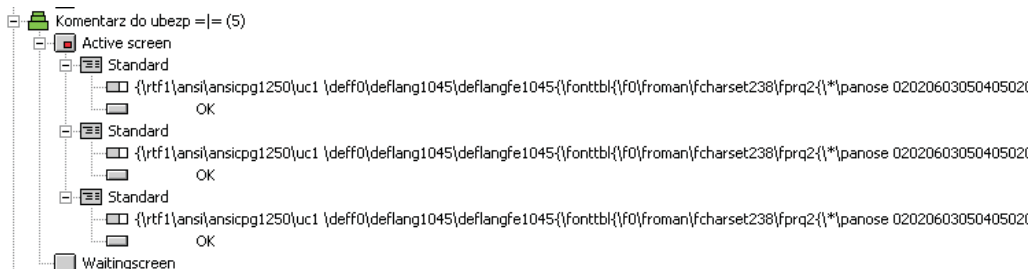
```

Wprowadzenie |= (20)
Active screen
  Powitanie
  1 wariant
  W tej chwili masz: OUT( konto )
  2 wariant
  W tej chwili masz: OUT( konto )
  3 wariant
  W tej chwili masz: OUT( konto )
  4 wariant
  W tej chwili masz: OUT( konto )
  Waitingscreen
    
```

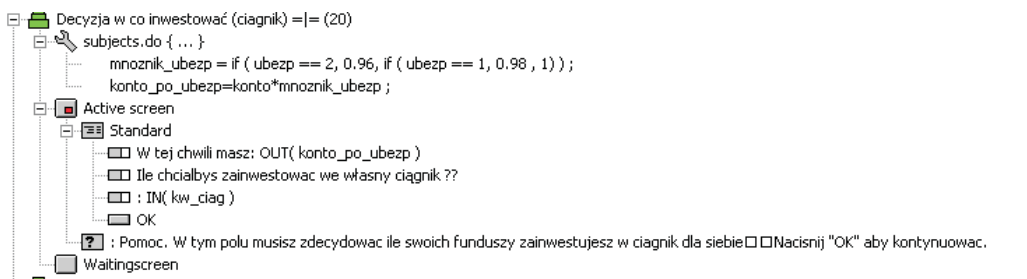
W sekcji ubezpieczenia gracz decyduje, na jaką stawkę ubezpieczeniową się decyduje. Ma do wyboru trzy warianty ubezpieczenia: 100% straty, 50% straty bądź nie ubezpieczać się. Wybór gracza przechowuje zmienna „ubezpz”, która przyjmuje wartości 2, 1 lub 0. Są tutaj dwa warianty tej planszy: „do 3 wariantu” i „do pozostałych”, a to dlatego, że dla rund 7., 8. i 9. mamy inne prawdopodobieństwo powodzi. Tura trwa 20 sekund, gracz może ją zakończyć wcześniej (pojawi się Waitingscreen), jednak będzie musiał poczekać na pozostałych graczy, aby móc grać dalej. Po przekroczeniu limitu czasu „ubezpz” przyjmuje wartość 0, co znaczy, że gracz jest w tej rundzie nieubezpieczony.



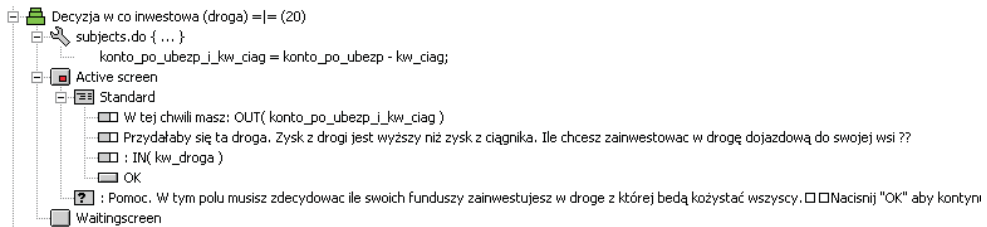
W sekcji „komentarz do ubezpieczeni” wyświetlany jest złośliwy komentarz do decyzji, którą gracz podjął w poprzedniej planszy.



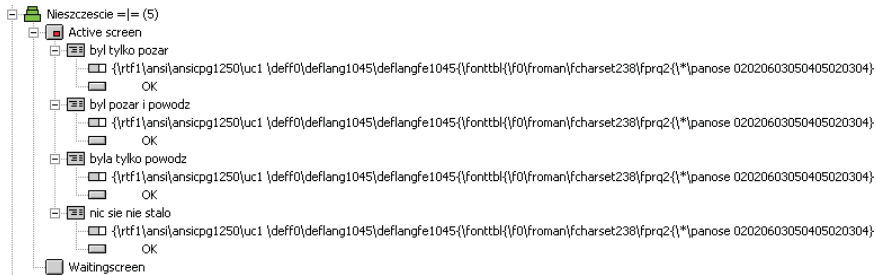
W sekcji „Decyzja, w co inwestować (ciągnik)” na początku obliczany jest aktualny stan konta gracza. Po odjęciu stawki ubezpieczenia gracz jest pytany o to, ile chciałby zainwestować we własny ciągnik. Gracz powinien wstawić wartość z przedziału od 0 do „aktualny stan konta” w pole liczbowe. Jeśli tego nie zrobi, a czas się skończy, zostanie potraktowany jakby wstawił wartość 0. Wybór gracza przechowuje wartość „kw_ciąg”. Tura trwa 20 sekund.



W sekcji „Decyzja w co inwestować (droga)” na początku obliczany jest aktualny stan konta gracza. Po odjęciu kwoty wydanej na ciągnik, gracz jest pytany o to, ile chciałby zainwestować w drogę do wsi. Gracz powinien wstawić wartość z przedziału od 0 do „aktualny stan konta” w pole liczbowe. Jeśli tego nie zrobi, a czas się skończy, zostanie potraktowany jakby wstawił wartość 0. Wybór gracza przechowuje wartość „kw_droga”. Tura trwa 20 sekund.

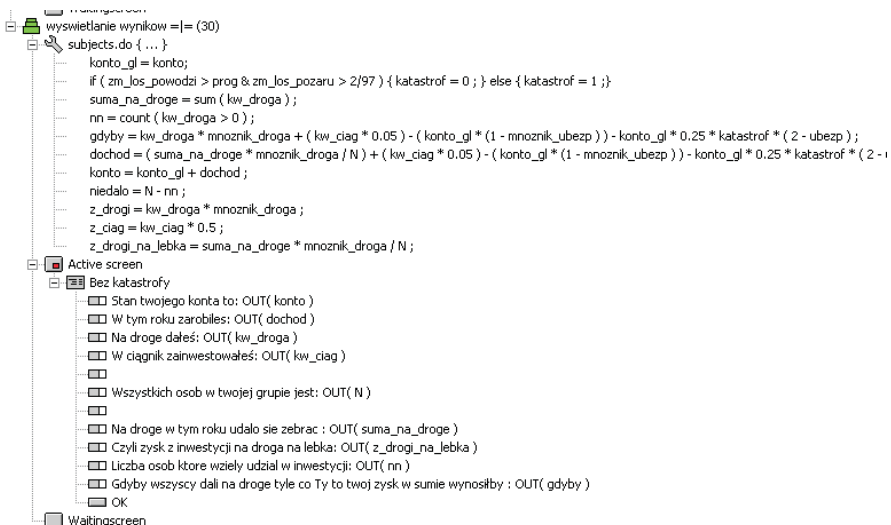


W sekcji nieszczęście wyświetlana jest informacja, czy w danej rundzie nastąpiła katastrofa — plus złośliwy komentarz. Rodzaj komentarza zależy od rodzaju katastrofy.



Sekcja „wyświetlenie wyników” to podsumowanie całej rundy. Na początku program liczy wszystkie potrzebne statystyki: suma wydatków na drogę, liczba graczy, liczba graczy, którzy zainwestowali w drogę, ilu graczy nie zainwestowało na drogę (gapowiczów), ile wynosiła inwestycja w drogę na osobę, stan konta dla każdego z graczy, zysk każdego z graczy, zysk każdego z graczy, gdyby każdy z graczy zainwestował w drogę tyle co on.

Wszystkie te informacje podawane są do informacji gracza. Przypomina mu się również jego inwestycje w tej rundzie. Na koniec program nadaje nowe wartości zmiennej „konto” po to, by w następnej rundzie gracz zaczynał ze stanem konta z rundy poprzedniej. Tura trwa 30 sekund.



Dodatek 2.

Do pierwszej estymacji wykorzystaliśmy następujące zmienne:

- 1) konto_po — zmienna objaśniana, oznaczająca stan konta gracza po zakończeniu rundy,
- 2) konto_przed — stan konta, z jakim gracz przystępował do rundy,
- 3) ubezp — zmienna przyjmująca wartości 0–2, opisująca decyzję o ubezpieczeniu: 0 — gracz zrezygnował z ubezpieczenia majątku; 1 — ubezpieczył się na 50%; 2 — ubezpieczył się na 100%
- 4) mnoznik_ciagnik — stopa zwrotu z inwestycji w dobro prywatne, jakim jest ciągnik,
- 5) pr_pozaru — zmienna oznaczająca prawdopodobieństwo wystąpienia pożaru,
- 6) pr_powodzi — zmienna opisująca prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi,
- 7) mnoznik_droga — stopa zwrotu z inwestycji w dobro publiczne, jakim jest droga,
- 8) plec — zmienna zero-jedynkowa przyjmująca wartość 1 — dla kobiet, 0 — dla mężczyzn,
- 9) sala — przyjmuje wartości 0–3, pozwala wyróżnić salę, w której grał gracz.

Model z czynnikami losowymi

```

xi:xtreg konto po konto przed i.ubezp mnoznik ciagnik pr pozaru pr powodzi
mnoznik droga plec i.sala
i.ubezp      _Iubezp_0-2      (naturally coded; _Iubezp_0 omitted)
i.sala      _Isala_1-3      (naturally coded; _Isala_1 omitted)

Random-effects GLS regression              Number of obs   =      660
Group variable (i): Subject                Number of groups =       55

R-sq:  within = 0.9782                    Obs per group:  min =      12
        between = 0.9962                    avg =      12.0
        overall = 0.9796                    max =      12

Random effects u_i ~ Gaussian              Wald chi2(8)    =   31304.16
corr(u_i, X) = 0 (assumed)                 Prob > chi2     =    0.0000

-----+-----
      konto_po |          Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-----+-----
      konto_przed |    1.03032     .0135644    75.96  0.000     1.003734     1.056906
      _Iubezp_1 |   -3.655408    1.111026   -3.29  0.001    -5.83298    -1.477837
      _Iubezp_2 |   -1.40884     .8564794   -1.64  0.100    -3.087508     .2698292
mnoznik_ci~k | (dropped)
pr_pozaru | (dropped)
pr_powodzi |  -25.27328     8.729447   -2.90  0.004    -42.38269    -8.163881
mnoznik_dr~a |   187.3764     22.83621    8.21  0.000     142.6183     232.1346
      plec |    .0947692     .4851984    0.20  0.845    -1.8562022     1.045741
      _Isala_2 |   -1.580309     .5826342   -2.71  0.007    -2.722251    -1.4383669
      _Isala_3 |   -2.014512     .6142438   -3.28  0.001    -3.218407    -1.8106158
      _cons |   -9.171034     1.66494    -5.51  0.000    -12.43426    -5.907811

-----+-----
      sigma_u |          0
      sigma_e |   5.8411786
      rho |          0   (fraction of variance due to u_i)
-----+-----

```

Model z czynnikami stałymi

```

xi:xtreg konto po konto przed i.ubezp mnoznik ciagnik pr pozaru pr powodzi
mnoznik droga plec i.sala , fe
i.ubezp      _Iubezp_0-2      (naturally coded; _Iubezp_0 omitted)
i.sala       _Isala_1-3      (naturally coded; _Isala_1 omitted)

Fixed-effects (within) regression              Number of obs   =       660
Group variable (i): Subject                    Number of groups =        55

R-sq:  within = 0.9786                        Obs per group:  min =        12
        between = 0.9931                       avg           =       12.0
        overall = 0.9784                       max           =        12

corr(u_i, Xb) = 0.2437                        F(6, 599)       =      4564.45
                                                Prob > F        =        0.0000

-----+-----
      konto_po |          Coef.   Std. Err.      t    P>|t|     [95% Conf. Interval]
-----+-----
      konto_przed |    .9698123     .0175826    55.16  0.000     .9352814     1.004343
      _Iubezp_1 |   -3.132265     1.263183   -2.48  0.013    -5.61307    -1.6514593
      _Iubezp_2 |   -5.5361503     1.055069   -5.21  0.000    -7.64125    -3.4310475
mnoznik_ci~k | (dropped)
      pr_pozaru |    4299645     4612350     0.93  0.352    -4758698     1.34e+07
      pr_powodzi |   -52.17469     10.06256   -5.19  0.000    -71.93688    -32.4125
mnoznik_dr~a |    274.6545     27.98712     9.81  0.000     219.6897     329.6193
      plec | (dropped)
      _Isala_2 | (dropped)
      _Isala_3 | (dropped)
      _cons |  -182971.1     196269.6    -0.93  0.352   -568431.4     202489.2

-----+-----
      sigma_u |  2.0703935
      sigma_e |  5.8411786
      rho | .11161123      (fraction of variance due to u_i)

-----+-----
F test that all u_i=0:      F(54, 599) =      0.71      Prob > F = 0.9401

```

Analiza:

- $R^2 = 97\%$, stopień wyjaśnienia zmiennej jest wysoki;
- $\text{corr}(u_i, Xb) = 0,2437$, korelacja pomiędzy błędem losowym a zmiennymi objaśniającymi jest niska, więc można spróbować model z efektami losowymi;
- Łącznie wszystkie zmienne są istotne.
- Są 3 zmiennych nieistotne: stała, Pr_pozaru, ubezp=2;
- R^2 between jest wyższy od R^2 within, dlatego że dla większości zmiennych zróżnicowanie między jednostkami jest wyższe niż dla poszczególnych jednostek, w związku z tym dla zmiennej konto_przed obliczyłam średnie i odchylenia po tych zmiennych, a następnie wykorzystałam je w regresji;
- Nie istnieją efekty indywidualne.

Następnie zmieniam sposób grupowania niektórych zmiennych:

tab ubezp

ubezp	Freq.	Percent	Cum.
0	54	8.18	8.18
1	58	8.79	16.97
2	548	83.03	100.00
Total	660	100.00	

. recode ubezp 2=1
(ubezp: 548 changes made)

**xi:xtreg konto po m konto przed d konto przed i.ubezp mnoznik ciagnik
pr pozaru pr powodzi mnoznik droga i.sala**

i.ubezp Iubezp 0-1 (naturally coded; Iubezp 0 omitted)
i.sala Isala 1-3 (naturally coded; Isala 1 omitted)

Random-effects GLS regression Number of obs = 660
Group variable (i): Subject Number of groups = 55

R-sq: within = 0.9783 Obs per group: min = 12
between = 0.9979 avg = 12.0
overall = 0.9804 max = 12

Random effects u i ~ Gaussian Wald chi2(7) = 32575.54
corr(u i, X) = 0 (assumed) Prob > chi2 = 0.0000

konto po	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
m konto pr~d	1.12959	.0204189	55.32	0.000	1.08957 1.169611
d konto pr~d	-.9795933	.0166205	-58.94	0.000	-1.012169 -.9470177
Iubezp 1	-1.515119	.8322152	-1.82	0.069	-3.146231 .1159924
mnoznik ci~k pr pozaru	(dropped)				
pr powodzi	-46.29641	9.527304	-4.86	0.000	-64.96958 -27.62323
mnoznik dr~a	263.7588	26.90454	9.80	0.000	211.0269 316.4907
Isala 2	-.4459978	.5718605	-0.78	0.435	-1.566824 .6748282
Isala 3	-1.432141	.5583034	-2.57	0.010	-2.526396 -.3378866
cons	-28.38567	3.598835	-7.89	0.000	-35.43925 -21.33208
sigma u	0				
sigma e	5.8703608				
rho	0				(fraction of variance due to u i)

tab sala

sala	Freq.	Percent	Cum.
1	228	34.55	34.55
2	228	34.55	69.09
3	204	30.91	100.00
Total	660	100.00	

. recode sala 2=1
(sala: 228 changes made)

I. Estymacja modelu

Po uwzględnieniu wszystkich poprawek, przeprowadzam estymację modelu z efektami losowymi:


```

-----+-----
      konto po |      Coef.   Std. Err.      t    P>|t|      [95% Conf. Interval]
-----+-----
m_konto_pr~d | (dropped)
d_konto_pr~d |  -.9765049   .0174868   -55.84   0.000   -1.010848   -.9421621
  _Iubezp_1 |  -1.182829   1.031537   -1.15   0.252   -3.208691   .8430317
mnoznik_ci~k | (dropped)
  pr_pozaru |   4287578   4635391    0.92   0.355   -4815986   1.34e+07
  pr_powodzi |  -47.97905   9.986648   -4.80   0.000   -67.59209   -28.36602
mnoznik_dr~a |   265.8573   27.92802    9.52   0.000    211.0087   320.7058
  Isala_3 | (dropped)
  cons | -182322.5   197250.5   -0.92   0.356   -569707.9   205062.8
-----+-----
  sigma_u | 13.168273
  sigma_e | 5.8703608
  rho | .8342135 (fraction of variance due to u_i)
-----+-----
F test that all u_i=0:   F(54, 600) =      0.14      Prob > F = 1.0000

```

II. Przeprowadzamy test Hausmana

```
. hausman fix ran
```

```

-----+-----
          ---- Coefficients ----
          |      (b)      (B)      (b-B)      sqrt(diag(V_b-V_B))
          |      fix2      ran2      Difference      S.E.
-----+-----
d_konto_pr~d |  -.9765049   -.9796817    .0031768    .0054523
  _Iubezp_1 |  -1.182829   -1.625297    .4424671    .6259763
  pr_powodzi |  -47.97905   -46.13841   -1.840637    3.009831
mnoznik_dr~a |   265.8573   263.5478    2.309509    7.525105
-----+-----

```

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

```

      chi2(4) = (b-B)' [(V_b-V_B)^(-1)] (b-B)
              =      1.06
      Prob>chi2 =      0.9012

```

Więc stosujemy model z efektami losowymi.

III. Sprawdzamy poprawność formy funkcyjnej (test RESET)

```
. summarize dopas
```

```

-----+-----
Variable |      Obs      Mean      Std. Dev.      Min      Max
-----+-----
  dopas |      660   148.8496   39.8557    64.21889   275.3872

```

```
. gen fit=(dopas+64.21889)/(64.21889+275.3872)
```

```
. gen fit2=fit^2
```

```
. gen fit3=fit^3
```



```
. xi:xtreg konto po m konto przed d konto przed i.ubezp mnoznik ciagnik
pr pożaru pr powodzi mnoznik droga i.sala fit2 fit3
```

```
i.ubezp      _Iubezp_0-1      (naturally coded; _Iubezp_0 omitted)
i.sala       _Isala_1-3      (naturally coded; _Isala_1 omitted)
```

```
Random-effects GLS regression                Number of obs      =      660
Group variable (i): Subject                  Number of groups   =      55
```

```
R-sq:  within = 0.9788                      Obs per group: min =      12
        between = 0.9980                      avg               =     12.0
        overall = 0.9808                      max               =      12
```

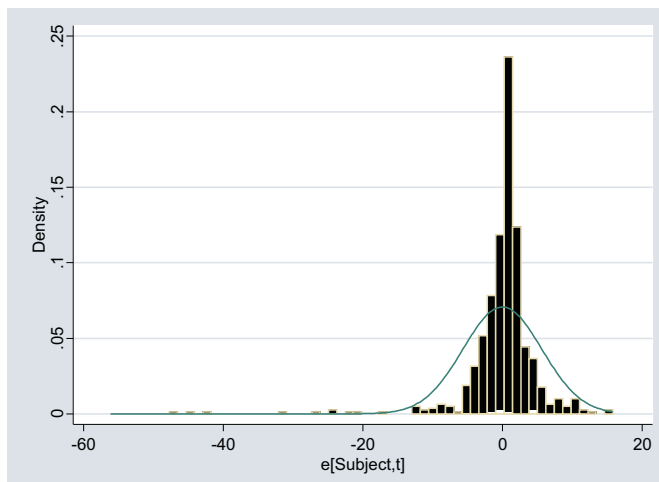
```
Random effects u_i ~ Gaussian                Wald chi2(8)       =    33245.86
corr(u_i, X) = 0 (assumed)                  Prob > chi2        =      0.0000
```

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
konto_po						
m_konto_pr~d	1.185879	.4890384	2.42	0.015	.2273817	2.144377
d_konto_pr~d	-1.004584	.4244275	-2.37	0.018	-1.836446	-.172721
_Iubezp_1	-1.117871	1.079401	-1.04	0.300	-3.233459	.9977168
mnoznik_ci~k	(dropped)					
pr_pożaru	(dropped)					
pr_powodzi	-40.99603	25.77713	-1.59	0.112	-91.51828	9.526227
mnoznik_dr~a	284.4126	129.6778	2.19	0.028	30.24877	538.5763
_Isala_3	-1.233628	.6882194	-1.79	0.073	-2.582514	.1152568
fit2	-87.36706	223.0687	-0.39	0.695	-524.5736	349.8395
fit3	77.20757	109.6829	0.70	0.481	-137.7669	292.182
_cons	-26.09468	16.90212	-1.54	0.123	-59.22223	7.032878
sigma_u	0					
sigma_e	5.8137677					
rho	0				(fraction of variance due to u_i)	

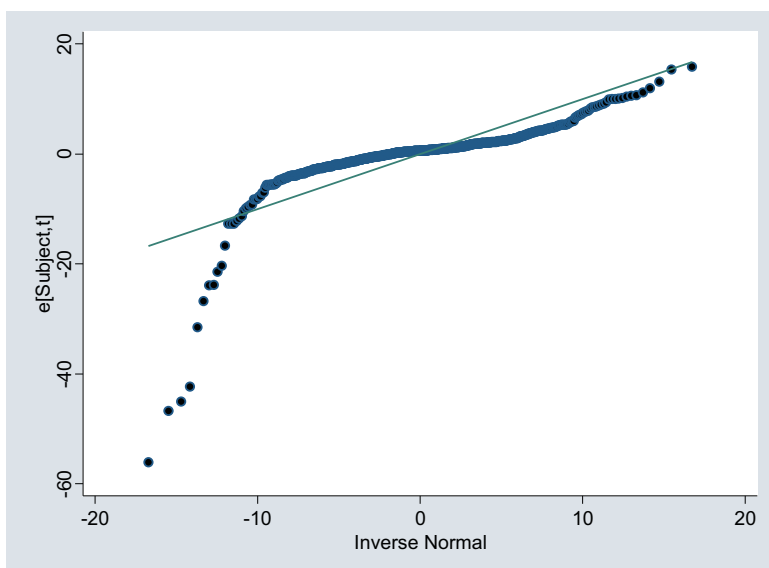
Analiza: zmienne fit12 I fit13 są nieistotne, więc poprawna forma funkcyj-
na.

IV. Badanie reszt z modelu z efektami losowymi

```
predict reszty, e
```



Występuje za dużo obserwacji, dla których reszty są ujemne, co potwierdza wykres qnorm, badający zachowanie ogonów rozkładu. Również kurtoza rozkładu jest wysoka.



Test Shapiro-Wilka:

Ho: składnik losowy ma rozkład normalny.

Shapiro-Wilk W test for normal data					
Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
reszty	660	0.63360	158.404	12.326	0.00000

Test odrzuca hipotezę o normalności reszt.

V. Testy na homoscedastyczność składnika losowego

Testuję homoscedastyczność (test LM)

TEST LM nie jest odporny, gdy składnik losowy nie ma rozkładu normalnego.

```
predict dopas2, xb
. gen dopas2_2=dopas2^2
. egen sigma=sum(dopas2^2/660)
. by Subject, s: egen sigma_i = sum(dopas2^2/12)
. by year, s: egen LM=sum(12/2*(sigma_i/sigma-1)^2)
. gen p_value=chi2(55,LM)
. sum LM p_value
```

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
LM	660	9.014011	0	9.014011	9.014011
p_value	660	2.19e-13	0	2.19e-13	2.19e-13

na podstawie testu LM odrzucamy Ho.

TEST WALDA jest odporny, gdy składnik losowy nie ma rozkładu normalnego.

```
. gen roznica=(dopas2_2-sigma_i)^2
. by Subject, s: egen v_i = sum((1/12*11)*roznica)

. egen sigma=sum(dopas2^2/660)
. by Subject, s: egen W=sum(((sigma_i-sigma)^2)/v_i)
. gen p_valuel=chi2(55,W)
. sum W p_valuel
```

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
W	660	.4939489	2.797533	9.82e-07	20.80662
p_valuel	660	1.41e-07	1.03e-06	0	7.73e-06

odrzucaamy H_0 , więc składnik losowy jest **HETEROSCEDASTYCZNY**.

VI. xttest0

Testuję występowanie efektów losowych w modelu za pomocą testu xttest0.

```
. xttest0
```

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects:

$$\text{konto_po}[\text{Subject}, t] = Xb + u[\text{Subject}] + e[\text{Subject}, t]$$

Estimated results:

	Var	sd = sqrt(Var)
konto_po	1620.3	40.25296
e	34.46114	5.870361
u	0	0

Test: Var(u) = 0

chi2(1) = 21.74
 Prob > chi2 = 0.0000

Test odrzuca hipotezę o zerowej wariancji składników losowych, ale przy założeniu, że nie występuje autokorelacja. Wobec tego przeprowadzam test xtserial:

```
xtserial pi02 m_pl05_2 m_pl08_2 d_pl08_2 m_pl10 d_pl10 m_pl125 pe01 pd02 pd03 pd05
```

Wooldridge test for autocorrelation in panel data

H0: no first-order autocorrelation

F(1, 55) = 47.850
 Prob > F = 0.0000

Odrzucaamy H_0 , więc istnieje autokorelacja 1 rzędu.

VII. Estymacja modelu uwzględniającego strukturę wariancji składnika losowego

Następnie estymujemy pooled regression model uwzględniający strukturę wariancji składnika losowego:

1) estymacja modelu uwzględniająca autokorelację 1 rzędu

```
. xi: xtpcse konto po m konto przed d konto przed i.ubezp mnoznik ciagnik pr po
> zaru pr powodzi mnoznik droga i.sala, correlation(psarl)
i.ubezp      _Iubezp_0-1      (naturally coded; _Iubezp_0 omitted)
i.sala       _Isala_1-3      (naturally coded; _Isala_1 omitted)

Prais-Winsten regression, correlated panels corrected standard errors (PCSEs)

Group variable:      year      Number of obs      =      660
Time variable:      Subject    Number of groups   =      12
Panels:              correlated (balanced)  Obs per group: min =      55
Autocorrelation:    panel-specific AR(1)    avg              =      55
                                                           max              =      55

Estimated covariances      =      78      R-squared           =      0.9756
Estimated autocorrelations =      12      Wald chi2(6)       =      25336.75
Estimated coefficients     =      7       Prob > chi2        =      0.0000

-----
              |               Panel-corrected
              |               Coef.   Std. Err.   z   P>|z|   [95% Conf. Interval]
-----+-----+-----
m_konto_pr~d |  1.113664   .0096445   115.47   0.000   1.094762   1.132567
d_konto_pr~d | -0.9119986 .0201352   -45.29   0.000  -0.9514629  -0.8725343
_Iubezp_1 | -1.601251   .7428672   -2.16   0.031  -3.057244   -1.1452581
mnoznik_ci~k | (dropped)
pr_pozaru | (dropped)
pr_powodzi | -77.54568   14.08252   -5.51   0.000  -105.1469   -49.94446
mnoznik_dr~a | 351.3543    33.71801    10.42   0.000   285.2682    417.4404
_Isala_3 | -1.004455   .2908873   -3.45   0.001  -1.574584   -0.4343263
_cons | -30.84629   2.325936   -13.26   0.000  -35.40505   -26.28754
-----
              rhos = -.0220664   .1470047   .4372083  -.0067415  -.0296757 ...   .2931843
-----
```

Analiza: rhos jest prawie równy 0, więc można pominąć autokorelację.

2) estymacja modelu uwzględniająca heteroscedastyczność składnika losowego oraz cross-sectional correlation

```
. xi: xtqls konto po m konto przed d konto przed i.ubezp mnoznik ciagnik pr poz
> aru pr powodzi mnoznik droga i.sala, panels(correlated) corr(psarl) tolerance
> (1e-6) iterate(100)
i.ubezp      _Iubezp_0-1      (naturally coded; _Iubezp_0 omitted)
i.sala       _Isala_1-3      (naturally coded; _Isala_1 omitted)
note: mnoznik ciagnik dropped due to collinearity
note: pr_pozaru dropped due to collinearity

Cross-sectional time-series FGLS regression

Coefficients:      generalized least squares
Panels:            heteroskedastic with cross-sectional correlation
Correlation:       panel-specific AR(1)

Estimated covariances      =      78      Number of obs      =      660
Estimated autocorrelations =      12      Number of groups   =      12
Estimated coefficients     =      7       Time periods       =      55
                                                           Wald chi2(6)       =      88007.23
Log likelihood             = -1738.298      Prob > chi2        =      0.0000

-----
konto_po |               Coef.   Std. Err.   z   P>|z|   [95% Conf. Interval]
-----+-----+-----
m_konto_pr~d |  1.115266   .0052512   212.38   0.000   1.104974   1.125558
d_konto_pr~d | -0.9068322 .0103162   -87.90   0.000  -0.9270517  -0.8866128
_Iubezp_1 | -2.230332   .2663335   -8.37   0.000  -2.752336   -1.708328
pr_powodzi | -78.92047   7.085923   -11.14   0.000  -92.80862   -65.03231
mnoznik_dr~a | 352.9212    15.1128    23.35   0.000   323.3007    382.5418
_Isala_3 | -0.6454833 .145322    -4.44   0.000  -0.9303091  -0.3606576
_cons | -30.6351    1.139228   -26.89   0.000  -32.86794   -28.40225
-----
```

VIII. Porównanie współczynników i błędów standardowych w modelach z efektami losowymi i modelu uwzględniającym heteroscedastyczność składnika losowego oraz cross-sectional correlation

```
. estimates table ran6 gls, se t style(online)
```

Variable	xtreg, re	xtgls
m_konto_pr~d	1.1347777	1.115266
	.01929953	.0052512
	58.80	212.38
d_konto_pr~d	-.9796817	-.90683224
	.0166151	.01031624
	-58.96	-87.90
_Iubezp_1	-1.6252965	-2.2303322
	.81989113	.26633351
	-1.98	-8.37
mnozник_ci~k	0	
	0	
	.	
pr_pozaru	0	
	0	
	.	
pr_powodzi	-46.138415	-78.920466
	9.522293	7.0859235
	-4.85	-11.14
mnozник_dr~a	263.54776	352.92123
	26.895111	15.112797
	9.80	23.35
_Isala_3	-1.209286	-.64548335
	.47949338	.14532195
	-2.52	-4.44
_cons	-29.23608	-30.635098
	3.4286405	1.1392279
	-8.53	-26.89

Legend: b/se/t

Analiza: W modelu z uwzględnieniem heteroscedastyczności składnika losowego są współczynniki i błędy standardowe mniejsze w porównaniu z modelem z efektami losowymi.

Są lepsze rezultaty.

Bibliografia

- Bernstein P., *Przeciw bogom. Niezwykłe dzieje ryzyka*, WIGPress, Warszawa 1997.
 Plous S., *The Psychology of Judgment and Decision Making*, McGraw-Hill 1993.
 Varian H.R., *Mikroekonomia*, PWN, Warszawa 1999.
 Williams Jr. C.A., Smith M.L., Young P.C., *Risk Management and Insurance*, McGraw-Hill, 1998.
 Zielonka P., „Nasz Rynek Kapitałowy” 2002 nr 10.