UNIWERSYTET IM. ADAMA MICKIEWICZA
WYDZIAŁ MATEMATYKI I INFORMATYKI

Anna Maduzia
nr albumu: 416122

Probabilistyczne aspekty rozgrywki pojedynczego koloru w brydżu.

Praca magisterska na kierunku:
INFORMATYKA
Promotor:
prof. UAM dr hab. Krzysztof Jassem

Poznań 2020

Spis treści

Streszczenie

Celem pracy magisterskiej jest analiza rozgrywki pojedynczego koloru w brydżu, zbadanie czy i jak duży wpływ mają dodatkowe informacje o rozłożeniu kart w innym kolorze danego rozdania oraz zapoznanie z programem do nauki rozgrywki pojedynczego koloru w brydżu, który powstał w ramach projektu magisterskiego. Praca składa się z trzech rozdziałów teoretycznych, jednego rozdziału w części analitycznej oraz jednego rozdziału przedstawiającego program informatyczny.

W pierwszym rozdziale znajduje się słownik pojęć brydżowych, które są używane w dalszej części pracy magisterskiej, a które mogą być niezrozumiałe dla osoby, która nie gra w brydża. Ponadto wyjaśniony jest sposób zapisu rozkładów, który używany jest w części analitycznej.

Rozdział drugi składa się z definicji terminów związanych z teorią prawdopodobieństwa. Przedstawione i opisane są wzory matematyczne ważne dla badania tematu niniejszej pracy.

W rozdziale trzecim połączone są tematy z dwóch poprzednich rozdziałów. Opisane jest wykorzystanie teorii prawdopodobieństwa w brydżu.

Najdłuższy, czwarty rozdział przedstawia analizę problemów rozgrywkowych na konkretnych układach kart. Każdy problem jest rozpatrywany w dwóch wariantach: z i bez informacji dodatkowych. Zaprezentowane wyniki badania wraz z postawionym w końcowej fazie wnioskiem dają odpowiedź na wcześniej postawione pytanie, czy dodatkowe informacje mają wpływ na rozgrywkę pojedynczego koloru.

W rozdziale piątym zawarte są informacje na temat programu do rozgrywki pojedynczego koloru, który powstał w ramach projektu magisterskiego. Wyjaśniony jest wybór rodzaju aplikacji poprzez przedstawienie jej zalet. Na koniec zamieszczona jest instrukcja obsługi programu.

Abstract

The aim of the master's thesis is to analyze one-suit declarer play in bridge, to investigate whether and how much impact is additional information about the layout of cards in a different color, and to familiarize yourself with the program for learning one-suit declarer play in bridge, which was created as part of the master's project. The work consists of three theoretical chapters, one chapter in the analytical part and one chapter presenting the computer program.

The first chapter contains a dictionary of bridge terms that are used in the further part of the thesis, and which may be incomprehensible to a person who does't play bridge. Moreover, the way of recording distributions, which is used in the analytical part, is explained.

The second chapter consists of definitions of terms related to the theory of probability. Mathematical formulas important for the study of the topic of this work are presented and described.

In the third chapter, the topics from the two previous chapters are combined. The use of the theory of probability in bridge is described.

The longest, fourth chapter presents an analysis of gameplay problems on specific card sets. Each problem is considered in two variants: with and without additional information. The presented results of the study together with the conclusion made in the final phase provide an answer to the previously asked question, whether additional information has an impact on suit combination.

The fifth chapter contains information about the program for learning one-suit declarer play in bridge, which was created as part of the master's project. The choice of the type of application is explained by presenting its advantages. At the end, there is a user manual for the program.

Wprowadzenie

Nauka gry w brydża nie jest łatwa i na początku wszystkie zasady mogą wydawać się zawiłe. Cała gra składa się z kilku odrębnych części. Na początku występuje licytacja, czyli zawodnicy po kolei deklarują wzięcie danej liczby lew ze wskazanym kolorem atutowym lub bez niego. Najwyższa deklaracja zwycięża. Następnie musi zostać zagrana pierwsza karta, czyli tzw. wist. Kolejną częścią jest rozgrywka. Rozgrywający dysponuje kartami w czterech różnych kolorach i próbuje wziąć jak największą liczbę lew. Przebieg tej części gry opiera się na podejmowaniu decyzji dotyczących zagrania kart w pewnej niewiedzy o rozłożeniu kart u przeciwników. Niektórych rozkładów rozgrywający może się spodziewać po przeanalizowaniu licytacji oraz w trakcie rozgrywki, ponieważ z każdą kolejną lewą napływają nowe informacje. Początkującemu brydżyście rozgrywka całego rozdania może sprawiać kłopot, dlatego naukę powinien zacząć od rozgrywki pojedynczego koloru. Większość źródeł wiedzy do nauki rozgrywki podaje konkretne rozwiązanie, w jaki sposób powinno się dany kolor rozegrać. Niestety kombinacji rozkładów koloru jest mnóstwo i trudno nauczyć się ich wszystkich na pamięć, dlatego warto nauczyć się samemu obliczać prawdopodobieństwo.

Niniejsza praca magisterska poświęcona jest analizie prawdopodobieństwa rozkładów kart w danym kolorze. Z uwagi na fakt, że pojedynczy kolor jest częścią całego rozdania, badaniom został poddany wpływ dodatkowych informacji o rozkładach kart w innym kolorze. Całość badań posłużyła do budowy aplikacji webowej do nauki rozgrywki pojedynczego koloru. W aplikacji tej, poza możliwością rozegrania konkretnego układu kart, można zapoznać się z analizą tego układu. Dzięki temu aplikacja jest źródłem wiedzy, więc poza częścią rozrywkową jest dla użytkownika środkiem dydaktycznym.

ROZDZIAŁ 1

Wprowadzenie do brydża

Brydż jest sportem umysłowym, w którym gracze rywalizują ze sobą przy użyciu standardowej, 52-kartowej talii kart. Przy jednym stole siedzą 4 gracze, którzy grają w parach, gdzie partnerzy usytuowani są naprzeciwko siebie. Podczas turniejów, każde z czterech pozycji przy stole oznaczone jest konkretną literą, analogiczną do kierunków świata, czyli N, E, S oraz W.

W dalszej części rozdziału wyjaśnione zostało brydżowe słownictwo, a następnie przedstawiono system, który przyjęto do reprezentowania problemów rozgrywkowych w rozdziale 4.

1.1. Słownik brydżowy

blotka - jedna z kart od 2 do 9. Często jest to karta mało znacząca w rozdaniu, wówczas oznaczana jest literą ”x”.

honor - jedna z najwyższych pięciu kart - A, K, Q, J lub 10.

lewa - cztery karty zagrane kolejno po jednej od każdego gracza. Lewę wygrywa para, której gracz zadysponował kartę o najwyższej wartości.

kontrakt - zobowiązanie do wzięcia określonej ilości lew.

licytacja - faza gry, podczas której dochodzi do ustalenia kontraktu.

kolor atutowy - kolor przebijający każdy inny kolor, ustalany drogą licytacji.

bez atu - rodzaj kontraktu, w którym wszystkie kolory mają taką samą wartość, czyli nie ma ustalonego koloru atutowego.

rozgrywający - gracz z pary, która wygrała licytację. Rozgrywającym staje się ten, który jako pierwszy zgłosił kolor ustalony jako atutowy, bądź bez atu (w zależności jaki kontrakt został finalnie wylicytowany).

przeciwnicy (obrońcy) - gracze z pary, która przegrała licytację.

rozgrywka - główna część gry, podczas której rozgrywający próbuje zrealizować wylicytowany kontrakt, natomiast przeciwnicy starają się mu w tym przeszkodzić.

dziadek - partner rozgrywającego. Na czas rozgrywki jego karty zostają wyłożone na stół i dysponowane są przez rozgrywającego.

ręka - karty, które trzymane są w rękach przez jednego z graczy, w odróżnieniu od kart które należą do dziadka i leżą na stole.

rozkład - sposób dystrybucji danego koloru.

kolory starsze - kiery i piki.

kolory młodsze - trefle i kara.

kolory boczne - kolory niebędące kolorem głównym(problemowym) do rozegrania.

dwukolorówka - ręka, która posiada w dwóch kolorach dużą ilość kart, co najmniej 5 kart w jednym kolorze i co najmniej 4 karty w drugim kolorze.

pobicie karty - dołożenie wyższej karty od zagranej karty przeciwnika.

impas - manewr podczas rozgrywki, który zakłada posiadanie wysokiej karty przez jednego z przeciwników i taki sposób zagrywania kart, aby ta karta została pobita przez jedną z wyższych, posiadanych przez rozgrywającego kart.

zagranie z góry - zagranie wysokiej karty w danym kolorze. Karta ta weźmie lewę.

linia rozgrywki - plan zagrywania kart w konkretnej kolejności.

1.2. Opis zapisów używanych w dalszej części pracy magisterskiej

Rozkłady problemów opisane w rozdziale 4. przedstawione są na obrazkach. Dla uproszczenia zakładamy, że karty ułożone na górze obrazka są gracza siedzącego na pozycji N, a na dole gracza na pozycji S. W każdym problemie rozgrywającym jest gracz S. Przeciwnik siedzący z prawej strony rozgrywającego zajmuje pozycję oznaczoną literą E, natomiast po lewej - W.

Układ 3-1 oznaczać będzie, że gracz siedzący po lewej stronie rozgrywającego ma 3 karty w danym kolorze, natomiast gracz siedzący po prawej ma w tym kolorze jedną kartę.

$$Q432 \ \square \ -$$

Powyższy zapis przedstawia rozkład koloru u przeciwników, w którym gracz siedzący na pozycji W ma Q432, natomiast "-" w miejscu kart gracza, w tym przykładzie siedzącego na pozycji E oznacza, że nie posiada on żadnej karty w danym kolorze.

$$Qxx \ \square \ x$$

W powyższym przykładzie zapisu rozkładu koloru litery "x" reprezentują miało znaczące blotki. Przykładowo, gdy w danym kolorze przeciwnicy posiadają karty: Q, 4, 3, 2, to układy które spełniają powyższy przykład zapisu to:

$$Q43 \; \square \;\; 2$$
$$Q42 \; \square \;\; 3$$
$$Q32 \; \square \;\; 4$$

Z punktu widzenia rozgrywającego wszystkie 3 rozkłady są równoważne, ponieważ te blotki nie mają żadnego wpływu na rozgrywkę koloru. Natomiast z matematycznego punktu widzenia są to 3 różne możliwe rozkłady tego koloru.

ROZDZIAŁ 2

Wstęp do prawdopodobieństwa

Teoria prawdopodobieństwa zajmuje się zdarzeniami, które pojawiają się jako rezultat doświadczeń losowych. W doświadczeniach losowych wyniku nie da się z góry przewidzieć, ale jest on możliwy do odtworzenia w analogicznych warunkach.

Zbiór wszystkich możliwych rezultatów doświadczenia oznaczany jest literą Ω.
Konkretny wynik doświadczenia oznaczany jest literą A.

$$A \subset \Omega$$

Aby ocenić szansę zajścia danego zdarzenia posługujemy się prawdopodobieństwem. Dlatego też jest ono analogiczne do częstości występowania danego zdarzenia podczas powtarzania doświadczenia.

Prawdopodobieństwo spełnia następujące warunki:

1. Prawdopodobieństwo zdarzenia nie może być ujemne
2. Prawdopodobieństwo zdarzenia pewnego jest równe 1
3. Jeżeli zdarzenia wzajemnie się wykluczają to prawdopodobieństwo sumy tych zdarzeń jest równe sumie ich prawdopodobieństw

Warunki te nazywamy aksjomatami teorii prawdopodobieństwa i zdefiniowane zostały przez Kołmogorowa w 1933 roku. [6]

2.1. Klasyczna definicja prawdopodobieństwa

Jeżeli dla skończonego zbioru Ω wszystkie zdarzenia są tak samo prawdopodobne, to:

$$\mathrm{P}(A) = \frac{\#A}{\#\Omega}$$

Powyższy wzór oznacza, że prawdopodobieństwo zajścia danego zdarzenia A to stosunek liczby zdarzeń spełniających warunki zdarzenia A do liczby wszystkich możliwych zdarzeń.

Definicja 1.

Każdy podzbiór zbioru n-elementowego X, który składa się z k-elementów, gdzie $0 \leqslant k \leqslant n$, nazywamy k-elementową kombinacją tego zbioru i oznaczamy za pomocą symbolu C_n^k

$$C_n^k = \binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

2.2. Prawdopodobieństwo warunkowe

Gdy wiemy, że zaszło zdarzenie B to prawdopodobieństwo $P(A|B)$ równe jest stosunkowi ilości zdarzeń spełniających warunki zdarzenia A i zawartych w B do ilości wszystkich zdarzeń tworzących B: [6]

$$P(A|B) = \frac{\#A \cap B}{\#B} = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$$

2.3. Prawdopodobieństwo a priori i a posteriori

Prawdopodobieństwo a priori to prawdopodobieństwo zajścia pewnego zdarzenia losowego, obliczane przed wykonaniem jakichkolwiek doświadczeń bądź obserwacji. [pwn]

Prawdopodobieństwo a posteriori to prawdopodobieństwo zajścia pewnego zdarzenia losowego, obliczane po uwzględnieniu zdarzeń, które są wynikiem doświadczeń i obserwacji. [pwn]

ROZDZIAŁ 3

Prawdopodobieństwo w brydżu

W brydżu zawodnicy podejmują decyzje w warunkach ryzyka i niepewności. Rachunek prawdopodobieństwa jest pomocny do wyliczenia, która linia rozgrywki ma największe szanse powodzenia. Prawdopodobieństwo podziału koloru nie jest stałe i zmienia się w trakcie gry, w momencie napływających informacji z przebiegu licytacji i rozgrywki. [7]

Brydżysta, do wyboru najlepszej linii rozgrywki danego koloru, dokonuje następującej analizy:

1. Znajduje wszystkie układy koloru, które są zwycięskie dla konkretnej linii rozgrywki.
2. Oblicza prawdopodobieństwo wystąpienia tych układów.
3. Analizuje różne linie rozgrywki i wybiera tę, która jest zwycięska przy wystąpieniu układu o największym prawdopodobieństwie.

3.1. Brak informacji o kolorach bocznych przeciwników

Zakładając, że nie wiadomo nic o rozkładzie kart w zakrytych rękach przeciwnika, można posłużyć się klasyczną definicją prawdopodobieństwa: "Prawdopodobieństwo podziału kart spełniającego dany warunek jest równe stosunkowi liczby podziałów spełniających ten warunek do liczby wszystkich możliwych podziałów." [7]

Liczba podziałów

Aby obliczyć liczbę podziałów posługujemy się symbolem Newtona. Wzór ten ma postać:

$$\binom{N}{n} = \frac{N!}{n!(N-n)!}$$

gdzie N oznacza liczbę wszystkich kart, które mają przeciwnicy w danym kolorze, a n liczbę wyboru kart dla konkretnego gracza.

Przykład.
Liczba podziałów 2-2
Łącznie przeciwnicy mają 4 karty, zatem $N = 4$. Natomiast $n = 2$, ponieważ jednemu graczowi należy przyporządkować dwie karty. [7]

$$\binom{4}{2} = \frac{4!}{2!\ 2!} = 6$$

Liczba wszystkich możliwych podziałów

Aby obliczyć liczbę wszystkich możliwych podziałów należy wybrać 13 z 26 wszystkich zakrytych kart. [7]

$$\binom{26}{13} = \frac{26!}{13! - 13!} = 10400600$$

Prawdopodobieństwo podziału kart spełniającego dany warunek

Aby obliczyć prawdopodobieństwo zajścia podziału kart spełniającego dany warunek, należy liczbę tych podziałów podzielić przez liczbę wszystkich możliwych podziałów. Wzór ma postać:

$$\frac{\binom{N}{n} * \binom{26-N}{13-n}}{\binom{26}{13}}$$

Przykład.
Prawdopodobieństwo podziału koloru treflowego 2-2.
Łącznie przeciwnicy mają 4 trefle. Jeden z nich może otrzymać 2 trefle na $\binom{4}{2}$ sposobów i 11 kart nie-treflowych na $\binom{22}{11}$ sposobów. Zatem prawdopodobieństwo, że kolor dzieli się 2-2 jest równe:

$$\frac{\binom{4}{2} * \binom{22}{11}}{\binom{26}{13}} = 40{,}6957\ \%$$

Ściśle określony układ

Może zdarzyć się taki rozkład koloru, że do wzięcia w nim wszystkich lew potrzebny jest konkretny układ u przeciwników, ściśle określony co do jednej karty, np. QJ-732. Do obliczenia prawdopodobieństwa ściśle określonego układu modyfikuje się powyższy wzór w taki sposób, że w miejscu $\binom{N}{n}$ wstawiamy 1, ponieważ istnieje tylko jeden podział, który spełnia podany warunek. Zatem prawdopodobieństwo, że zawodnik posiada ściśle określone n kart w kolorze wynosi:

$$\frac{\binom{26-N}{13-n}}{\binom{26}{13}}$$

3.2. Wpływ informacji o kolorach bocznych przeciwników

Klasyczną definicję prawdopodobieństwa można również użyć w momencie, gdy przeciwnicy ujawnili podział koloru bocznego. Wówczas wzór ma postać:

$$\frac{\binom{N}{n} * \binom{26-N-M}{13-n-m}}{\binom{26-M}{13-m}}$$

gdzie M jest liczbą kart, jaką mają w sumie przeciwnicy w kolorze ujawnionym, a m liczbą kart, jaką ma konkretny gracz. Posługując się powyższym wzorem otrzymamy prawdopodobieństwo posiadania przez gracza n kart w kolorze, gdzie łącznie przeciwnicy mają ich N, pod warunkiem posiadania przez niego m kart w kolorze bocznym, którego łącznie przeciwnicy mają M.

Przykład.

Prawdopodobieństwo podziału koloru treflowego 2-2 po ujawnieniu przez przeciwników podziału 3-3 w pikach.

Jeżeli przeciwnicy mają po 3 piki, to pozostaje 10 nie-pikowych kart u każdego z nich. Łącznie przeciwnicy mają 4 trefle. Jeden z nich może otrzymać 2 trefle na $\binom{4}{2}$ sposobów i 8 kart nietreflowych i nie-pikowych na $\binom{16}{8}$ sposobów. Zatem prawdopodobieństwo, że kolor dzieli się 2-2 po ujawnieniu podziału 3-3 w kolorze bocznym jest równe:

$$\frac{\binom{4}{2}*\binom{16}{8}}{\binom{20}{10}} = 41{,}7957\ \%$$

ROZDZIAŁ 4

Analiza konkretnych układów

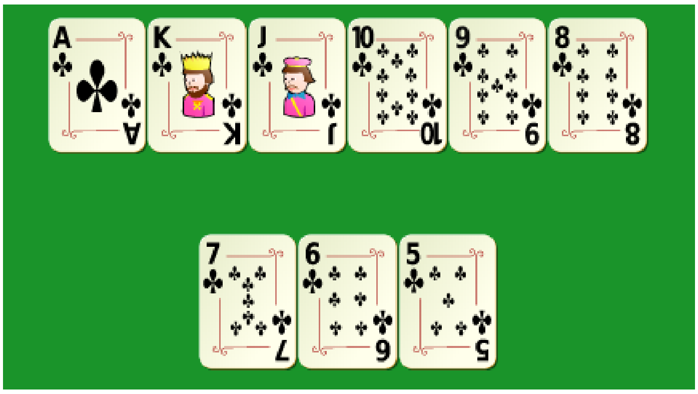
W tym rozdziale przedstawię kilka rozkładów koloru wraz z analizą i wyborem najlepszej linii rozgrywki w dwóch wersjach:

(A) Prawdopodobieństwo a priori, czyli nie mając żadnych informacji o kolorach bocznych przeciwników;

(B) Prawdopodobieństwo a posteriori, czyli po uwzględnieniu podziału koloru bocznego.

Każdą lewę rozgrywający może rozpocząć z dowolnej pozycji, tzn. zakładamy, że posiada on nieograniczoną komunikację do obu rąk.

4.1. Problem 1.



Rozgrywający dysponujący tymi kartami ma dwie sensowne linie rozgrywki:

1. Zagrać asa, a następnie, jeśli obaj gracze dołożą trefle, to w kolejnej lewie zagrać króla, a jeśli E nie dołoży trefla do pierwszej lewy, to w kolejnej lewie zaimpasować damę.

Rozgrywający wygra, gdy zastanie układy:

1.1. $Q432$ □ –

1.2. 432 □ Q

1.3. dowolny układ 2-2

1.4. Q □ 432

2. Zagrać asa, a w drugiej lewie, jeśli gracz W dołoży blotkę trefl, zaimpasować damę.

Rozgrywający wygra, gdy zastanie układy:

2.1. gdy udaje się impas

2.2. 432 □ Q

4.1.1. Problem 1.A

Rozgrywka 1.

1.1. $Q432$ □ – $\frac{\binom{26-4}{13-0}}{\binom{26}{13}} = 4{,}7826\ \%$

1.2. 432 □ Q $\frac{\binom{26-4}{13-1}}{\binom{26}{13}} = 6{,}2174\ \%$

1.3. dowolny układ 2-2 $\frac{\binom{4}{2}*\binom{26-4}{13-2}}{\binom{26}{13}} = 40{,}6957\ \%$

1.4. Q □ 432 $\frac{\binom{26-4}{13-3}}{\binom{26}{13}} = 6{,}2174\ \%$

Sumując powyższe prawdopodobieństwa otrzymujemy wynik 57,9131 %. Oznacza to, że rozgrywający grając dwa razy z góry nie odda żadnej lewy w 57,9131 % rozdań.

Rozgrywka 2.

2.1. gdy udaje się impas 50 %

2.2. 432 □ Q $\frac{\binom{26-4}{13-1}}{\binom{26}{13}} = 6{,}2174\ \%$

Sumując, gra w drugiej lewie na impas daje wygraną w 56,2174 % rozdań.

Z powyższych obliczeń wynika, że grając dwa razy z góry częściej okaże się skuteczniejszą linią rozgrywki, niż na impas w drugiej lewie.

4.1.2. Problem 1.B

Rozgrywający dowiedział się, że piki (kolor boczny) dzieli się 5-3 z większą ilością pików u gracza E.

Rozgrywka 1.

1.1. $Q432$ □ – $\frac{\binom{26-4-8}{13-0-5}}{\binom{26-8}{13-5}} = 6{,}8627\ \%$

1.2. 432 □ Q $\frac{\binom{26-4-8}{13-1-5}}{\binom{26-8}{13-5}} = 7{,}8431\ \%$

1.3. dowolny układ 2-2 $\frac{\binom{4}{2}*\binom{26-4-8}{13-2-5}}{\binom{26-8}{13-5}} = 41{,}1765\ \%$

1.4. $Q \ \square \ 432$ $\frac{\binom{26-4-8}{13-3-5}}{\binom{26-8}{13-5}} = 4{,}5752\ \%$

Zagranie dwa razy z góry będzie skuteczne w 60,4575 % przypadków rozdań.

Rozgrywka 2.

2.1. gdy udaje się impas, czyli:

2.1.1. $Q432 \ \square \ -$ $\frac{\binom{26-4-8}{13-0-5}}{\binom{26-8}{13-5}} = 6{,}8627\ \%$

2.1.2. $Qxx \ \square \ x$ $\frac{\binom{3}{1}*\binom{26-4-8}{13-1-5}}{\binom{26-8}{13-5}} = 23{,}5294\ \%$

2.1.3. $Qx \ \square \ xx$ $\frac{\binom{3}{2}*\binom{26-4-8}{13-2-5}}{\binom{26-8}{13-5}} = 20{,}5882\ \%$

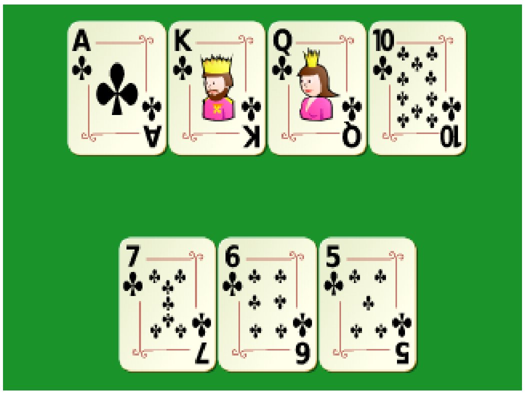
2.1.4. $Q \ \square \ 432$ $\frac{\binom{26-4-8}{13-3-5}}{\binom{26-8}{13-5}} = 4{,}5752\ \%$

2.2. $432 \ \square \ Q$ $\frac{\binom{26-4-8}{13-1-5}}{\binom{26-8}{13-5}} = 7{,}8431\ \%$

Sumując, gra w drugiej lewie na impas daje wygraną w 63,3986 % rozdań.

Podsumowując, jeżeli gracz E pokazał 5 kart w kolorze, w którym łącznie przeciwnicy mają w nim 8 kart, to skuteczniejszą linią rozgrywki jest impas w drugiej lewie. Prawdopodobieństwo zdarzenia, że udaje się impas wzrasta o ponad 5,5 % w porównaniu do prawdopodobieństwa a priori.

4.2. Problem 2.



Rozgrywający dysponujący tymi kartami ma dwie sensowne linie rozgrywki:

1. Zagrać trzy razy z góry - asa, króla i damę. Chyba, że do pierwszej lub drugiej lewy gracz E nie dołoży trefla, wtedy w kolejnej lewie impasować waleta.

Wygra, gdy zastanie układy:

1.1. $J \square$ 98432

1.2. $Jx \square\ xxxx$

1.3. dowolny układ 3-3

1.4. 98432 $\square\ J$

1.5. $xxxx \square\ Jx$

1.6. $J98432 \square\ -$

1.7. $Jxxxx \square\ x$

2. Zagrać dwa razy z góry, a w trzeciej lewie impasować waleta.

Wygra, gdy zastanie układy:

2.1. gdy udaje się impas

2.2. $xxxx \square\ Jx$

2.3. 98432 $\square\ J$

4.2.1. Problem 2.A

Rozgrywka 1.

1.1. $J \square$ 98432 $\quad \frac{\binom{26-6}{13-5}}{\binom{26}{13}} = 1{,}2112\ \%$

1.2. $Jx \square\ xxxx$ $\quad \frac{\binom{5}{4}*\binom{26-6}{13-4}}{\binom{26}{13}} = 8{,}0745\ \%$

1.3. dowolny układ 3-3 $\quad \frac{\binom{6}{3}*\binom{26-6}{13-3}}{\binom{26}{13}} = 35{,}5280\ \%$

1.4. 98432 $\square\ J$ $\quad \frac{\binom{26-6}{13-1}}{\binom{26}{13}} = 1{,}2112\ \%$

1.5. $xxxx \square\ Jx$ $\quad \frac{\binom{5}{1}*\binom{26-6}{13-2}}{\binom{26}{13}} = 8{,}0745\ \%$

1.6. $J98432 \square\ -$ $\quad \frac{\binom{26-6}{13-0}}{\binom{26}{13}} = 0{,}7453\ \%$

1.7. $Jxxxx \square\ x$ $\quad \frac{\binom{5}{1}*\binom{26-6}{13-1}}{\binom{26}{13}} = 6{,}0559\ \%$

Podsumowując powyższe obliczenia otrzymujemy wynik 60,9006 %. Tyle wynosi prawdopodobieństwo wzięcia wszystkich czterech lew przez rozgrywającego, gdy zagra zgodnie z pierwszą linią rozgrywki.

Rozgrywka 2.

2.1. gdy udaje się impas 50 %

2.2. $xxxx \ \square \ Jx$ $\frac{\binom{5}{1}*\binom{26-6}{13-2}}{\binom{26}{13}} = 8{,}0745$ %

2.3. 98432 $\square$ J $\frac{\binom{26-6}{13-1}}{\binom{26}{13}} = 1{,}2112$ %

Sumując, gra w trzeciej lewie na impas daje wygraną w 59,2857 % rozdań.

Podsumowując, rozgrywający częściej weźmie wszystkie cztery lewy, gdy wybierze pierwszą linię rozgrywki.

4.2.2. Problem 2.B

Gracz E ujawnił w licytacji, że posiada 6 kart w kierach lub pikach. Ponadto rozgrywający wie, że gracz W ma 2 karty w kolorze partnera.

Rozgrywka 1.

1.1. $J \ \square$ 98432 $\frac{\binom{26-6-8}{13-5-6}}{\binom{26-8}{13-6}} = 0{,}2074$ %

1.2. $Jx \ \square \ xxxx$ $\frac{\binom{5}{4}*\binom{26-6-8}{13-4-6}}{\binom{26-8}{13-6}} = 3{,}4565$ %

1.3. dowolny układ 3-3 $\frac{\binom{6}{3}*\binom{26-6-8}{13-3-6}}{\binom{26-8}{13-6}} = 31{,}1086$ %

1.4. 98432 $\square$ J $\frac{\binom{26-6-8}{13-1-6}}{\binom{26-8}{13-6}} = 2{,}9035$ %

1.5. $xxxx \ \square \ Jx$ $\frac{\binom{5}{1}*\binom{26-6-8}{13-2-6}}{\binom{26-8}{13-6}} = 12{,}4434$ %

1.6. J98432 $\square$ $-$ $\frac{\binom{26-6-8}{13-0-6}}{\binom{26-8}{13-6}} = 2{,}4887$ %

1.7. $Jxxxx \ \square \ x$ $\frac{\binom{5}{1}*\binom{26-6-8}{13-1-6}}{\binom{26-8}{13-6}} = 14{,}5173$ %

Po dodaniu wszystkich powyższych obliczeń okazuje się, że zagranie zgodnie z pierwszą linią rozgrywki zakończy się powodzeniem w 67,1254 % rozdań.

Rozgrywka 2.

2.1. gdy udaje się impas, czyli:

2.1.1. $J \ \square$ 98432 $\frac{\binom{26-6-8}{13-5-6}}{\binom{26-8}{13-6}} = 0{,}2074$ %

2.1.2. $Jx \ \Box \ xxxx$ $\qquad \frac{\binom{5}{4}*\binom{26-6-8}{13-4-6}}{\binom{26-8}{13-6}} = 3{,}4565\ \%$

2.1.3. $Jxx \ \Box \ xxx$ $\qquad \frac{\binom{5}{3}*\binom{26-6-8}{13-3-6}}{\binom{26-8}{13-6}} = 15{,}5543\ \%$

2.1.4. $Jxxx \ \Box \ xx$ $\qquad \frac{\binom{5}{2}*\binom{26-6-8}{13-2-6}}{\binom{26-8}{13-6}} = 24{,}8869\ \%$

2.1.5. $Jxxxx \ \Box \ x$ $\qquad \frac{\binom{5}{1}*\binom{26-6-8}{13-1-6}}{\binom{26-8}{13-6}} = 14{,}5173\ \%$

2.1.6. $J98432 \ \Box \ -$ $\qquad \frac{\binom{26-6-8}{13-0-6}}{\binom{26-8}{13-6}} = 2{,}4887\ \%$

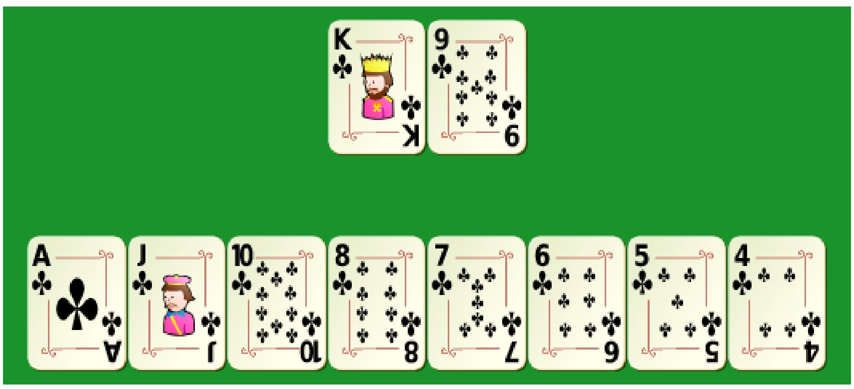
2.2. $xxxx \ \Box \ Jx$ $\qquad \frac{\binom{5}{1}*\binom{26-6-8}{13-2-6}}{\binom{26-8}{13-6}} = 12{,}4434\ \%$

2.3. $98432 \ \Box \ J$ $\qquad \frac{\binom{26-6-8}{13-1-6}}{\binom{26-8}{13-6}} = 2{,}9035\ \%$

Sumując, gra w trzeciej lewie na impas daje wygraną w 76,4580 % rozdań.
Z powyższych obliczeń wynika, że granie w trzeciej lewie na impas częściej okaże się skuteczniejszą linią rozgrywki, niż zagranie zgodne z pierwszą linią rozgrywki.

Podsumowując, gdy jeden z przeciwników ujawnił 6 kart w kolorze bocznym, w którym łącznie przeciwnicy mają ich 8, to prawdopodobieństwo powodzenia zagrania na impas, czyli szukania kluczowej karty (w tym przypadku waleta) u gracza z mniejszą ilością ujawnionych kart, znacząco rośnie.

4.3. Problem 3.



Rozgrywający dysponujący tymi kartami ma dwie sensowne linie rozgrywki:
1. Zagrać w pierwszej lewie króla i jeżeli obaj przeciwnicy dołożą trefle, to w następnej lewie zagrać asa. Natomiast jeżeli gracz W nie dołoży trefla, to w następnej lewie impasować damę.

Wygra, gdy zastanie układy:

1.1. dowolny układ 2-1 lub 1-2

1.2. $- \square\ Q32$

2. Zagrać blotkę z ręki i jeżeli gracz W dołoży blotkę, to impasować damę, czyli dołożyć 9. Jeżeli gracz W dołoży damę, to zagrać z góry, natomiast jeśli nie dołoży trefla, to zagrać króla i w kolejnej lewie impasować damę.

Wygra, gdy zastanie układy:

2.1. $Q32 \square\ -$

2.2. $Qx \square\ x$

2.3. $Q \square\ 32$

2.4. $- \square\ Q32$

4.3.1. Problem 3.A

Rozgrywka 1.

1.1. dowolny układ 2-1 lub 1-2 $\frac{\binom{3}{1}*\binom{26-3}{13-1}}{\binom{26}{13}} = 39\ \%$ $\frac{\binom{3}{2}*\binom{26-3}{13-2}}{\binom{26}{13}} = 39\ \%$

1.2. $- \square\ Q32$ $\frac{\binom{26-3}{13-3}}{\binom{26}{13}} = 11\ \%$

Podsumowując, zagranie K w pierwszej lewie będzie skuteczne w 89 % rozdań.

Rozgrywka 2.

2.1. $Q32 \square\ -$ $\frac{\binom{26-3}{13-0}}{\binom{26}{13}} = 11\ \%$

2.2. $Qx \square\ x$ $\frac{\binom{2}{1}*\binom{26-3}{13-1}}{\binom{26}{13}} = 26\ \%$

2.3. $Q \square\ 32$ $\frac{\binom{26-3}{13-2}}{\binom{26}{13}} = 13\ \%$

2.4. $- \square\ Q32$ $\frac{\binom{26-3}{13-3}}{\binom{26}{13}} = 11\ \%$

Sumując, gra do 9 na impas damy daje wygraną w 61 % rozdań.

Podsumowując, rozgrywający częściej weźmie wszystkie lewy, gdy nie zagra na impas.

4.3.2. Problem 3.B

Gracz E ujawnił w licytacji, że posiada co najmniej 8 kart w kolorze bocznym, w którym łącznie przeciwnicy mają ich 10.

Rozgrywka 1.

1.1. dowolny układ 2-1 lub 1-2 $\frac{\binom{3}{1}*\binom{26-3-10}{13-1-8}}{\binom{26-10}{13-8}} = 49{,}10714\%$, $\frac{\binom{3}{2}*\binom{26-3-10}{13-2-8}}{\binom{26-10}{13-8}} = 19{,}64286\%$

1.2. $-\ \square\ Q32$ $\frac{\binom{26-3-10}{13-3-8}}{\binom{26-10}{13-8}} = 1{,}78571\ \%$

Sumując, w 70,53571 % przypadków rozdań zagranie K w pierwszej lewie będzie prowadziło do wzięcia wszystkich lew w tym kolorze.

Rozgrywka 2.

2.1. $Q32\ \square\ -$ $\frac{\binom{26-3-10}{13-0-8}}{\binom{26-10}{13-8}} = 29{,}46429\ \%$

2.2. $Qx\ \square\ x$ $\frac{\binom{2}{1}*\binom{26-3-10}{13-1-8}}{\binom{26-10}{13-8}} = 32{,}73810\ \%$

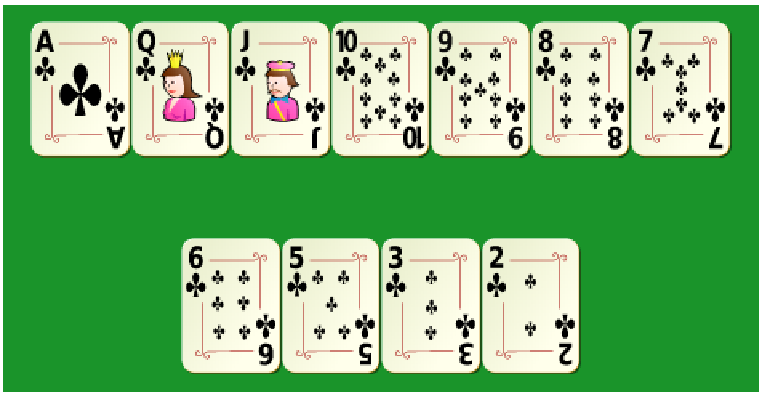
2.3. $Q\ \square\ 32$ $\frac{\binom{26-3-10}{13-2-8}}{\binom{26-10}{13-8}} = 6{,}54762\ \%$

2.4. $-\ \square\ Q32$ $\frac{\binom{26-3-10}{13-3-8}}{\binom{26-10}{13-8}} = 1{,}78571\ \%$

Sumując, gra na impas będzie dobra w 70,53572 % rozdań.
Z powyższych obliczeń możemy wywnioskować, że granie na impas daje wygraną w większej ilości rozdań.

Podsumowując, gdy jeden z przeciwników ujawnił 8 kart w kolorze bocznym, w którym łącznie przeciwnicy mają ich 10, to prawdopodobieństwo powodzenia zagrania na impas, czyli szukania kluczowej karty (w tym przypadku damy) u gracza z mniejszą ilością ujawnionych kart jest minimalnie większe, od zagrania z góry.

4.4. Problem 4.



Rozgrywający dysponujący tymi kartami ma dwie sensowne linie rozgrywki:

1. Zagrać na impas.

   Wygra, gdy zastanie układy:

   1.1. $K \ \square \ 4$

   1.2. $K4 \ \square \ -$

2. Zagrać asa.

   Wygra, gdy zastanie układy:

   2.1. $K \ \square \ 4$

   2.2. $4 \ \square \ K$

4.4.1. Problem 4.A

Rozgrywka 1.

1.1. $K \ \square \ 4$ $\qquad \frac{\binom{26-2}{13-1}}{\binom{26}{13}} = 26\ \%$

1.2. $K4 \ \square \ -$ $\qquad \frac{\binom{26-2}{13-0}}{\binom{26}{13}} = 24\ \%$

Sumując otrzymamy 50%, czyli po prostu prawdopodobieństwo, że udaje się impas.

Rozgrywka 2.

2.1. $K \ \square \ 4$ $\qquad \frac{\binom{26-2}{13-1}}{\binom{26}{13}} = 26\ \%$

2.2. $4 \ \square \ K$ $\qquad \frac{\binom{26-2}{13-1}}{\binom{26}{13}} = 26\ \%$

Podsumowując, zagranie asa będzie skuteczne w 52% rozdań.

Po zestawieniu obu wyników otrzymujemy informację, że zagranie asa częściej będzie prowadziło do sukcesu, niż zagranie na impas.

4.4.2. Problem 4.B

Gracz E ujawnił 5 kart w karach i 5 kart w kierach. Gracz W ma w uzupełnieniu 1 kiera i 4 kara.

Rozgrywka 1.

1.1. $K \ \square \ 4$ $\qquad \frac{\binom{26-2-6-9}{13-1-5-5}}{\binom{26-6-9}{13-5-5}} = 21{,}8182\ \%$

1.2. $K4 \ \square \ -$ $\qquad \frac{\binom{26-2-6-9}{13-0-5-5}}{\binom{26-6-9}{13-5-5}} = 50{,}9091\ \%$

Sumując, prawdopodobieństwo udanego impasu w tym problemie wynosi 72,7273%.

Rozgrywka 2.

2.1. $K \ \square \ 4$ $\qquad \frac{\binom{26-2-6-9}{13-1-5-5}}{\binom{26-6-9}{13-5-5}} = 21{,}8182\ \%$

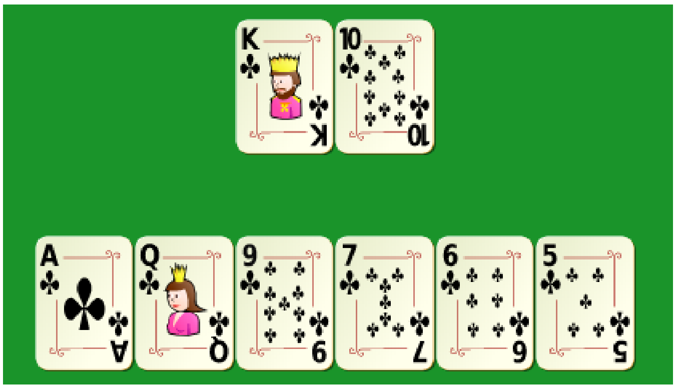
2.2. $4 \ \square \ K$ $\qquad \frac{\binom{26-2-6-9}{13-1-5-5}}{\binom{26-6-9}{13-5-5}} = 21{,}8182\ \%$

Sumując, zagranie asa będzie skuteczne w 43,6364% rozdań.

Z powyższych obliczeń wynika, że zagranie na impas jest wyraźnie lepszą linią rozgrywki.

Podsumowując, gdy jeden z przeciwników ujawnił 10 kart w kolorach bocznych, a drugi tylko 5, to prawdopodobieństwo powodzenia impasu, czyli posiadania kluczowej karty przez gracza z mniejszą ilością kart ujawnionych, znacząco rośnie w porównaniu do prawdopodobieństwa a priori.

4.5. Problem 5.



Rozgrywający dysponujący tymi kartami ma trzy sensowne linie rozgrywki:

1. Zagrać trzy razy z góry - asa, króla i damę.

   Wygra, gdy zastanie układy:

   1.1. $J \ \square \ 8432$

   1.2. $Jx \ \square \ xxx$

   1.3. $Jxx \ \square \ xx$

   1.4. $8432 \ \square \ J$

   1.5. $xxx \ \square \ Jx$

   1.6. $xx \ \square \ Jxx$

2. Zagrać króla, a w drugiej lewie 10. Jeżeli pierwszy przeciwnik dołoży małego trefla, to impasujemy waleta, jeżeli dołoży waleta, to gramy z góry.

   Wygra, gdy zastanie układy:

   2.1. $J \ \square \ 8432$

2.2. $8432 \square\ J$

2.3. $xxx \square\ Jx$

2.4. $xx \square\ Jxx$

2.5. $x \square\ Jxxx$

3. Zagrać blotkę do 10, chyba że pierwszy przeciwnik zagra waleta, wtedy gramy z góry.

Wygra, gdy zastanie układy:

2.1. $J \square\ 8432$

2.2. $Jx \square\ xxx$

2.3. $Jxx \square\ xx$

2.4. $Jxxx \square\ x$

4.5.1. Problem 5.A

Rozgrywka 1.

1.1. $J \square\ 8432$ $\quad \frac{\binom{26-5}{13-4}}{\binom{26}{13}} = 2{,}8261\ \%$

1.2. $Jx \square\ xxx$ $\quad \frac{\binom{4}{3}*\binom{26-5}{13-3}}{\binom{26}{13}} = 13{,}5652\ \%$

1.3. $Jxx \square\ xx$ $\quad \frac{\binom{4}{2}*\binom{26-5}{13-2}}{\binom{26}{13}} = 20{,}3478\ \%$

1.4. $8432 \square\ J$ $\quad \frac{\binom{26-5}{13-1}}{\binom{26}{13}} = 2{,}8261\ \%$

1.5. $xxx \square\ Jx$ $\quad \frac{\binom{4}{1}*\binom{26-5}{13-2}}{\binom{26}{13}} = 13{,}5652\ \%$

1.6. $xx \square\ Jxx$ $\quad \frac{\binom{4}{2}*\binom{26-5}{13-3}}{\binom{26}{13}} = 20{,}3478\ \%$

Sumując, ta linia rozgrywki będzie dobra w 73,4782% rozdań.

Rozgrywka 2.

2.1. $J \square\ 8432$ $\quad \frac{\binom{26-5}{13-4}}{\binom{26}{13}} = 2{,}8261\%$

2.2. $8432 \square\ J$ $\quad \frac{\binom{26-5}{13-1}}{\binom{26}{13}} = 2{,}8261\ \%$

2.3. $xxx \square\ Jx$ $\quad \frac{\binom{4}{1}*\binom{26-5}{13-2}}{\binom{26}{13}} = 13{,}5652\ \%$

2.4. $xx \square\ Jxx$ $\quad \frac{\binom{4}{2}*\binom{26-5}{13-3}}{\binom{26}{13}} = 20{,}3478\ \%$

2.5. $x \square\ Jxxx$ $\quad \frac{\binom{4}{3}*\binom{26-5}{13-4}}{\binom{26}{13}} = 11{,}3043\ \%$

Sumując, zagranie w drugiej lewie na impas będzie skuteczne w 50,8695% rozdań.

Rozgrywka 3.

3.1. $J \square$ 8432 $\frac{\binom{26-5}{13-4}}{\binom{26}{13}} = 2{,}8261\%$

3.2. $Jx \square\ xxx$ $\frac{\binom{4}{3}*\binom{26-5}{13-3}}{\binom{26}{13}} = 13{,}5652\ \%$

3.3. $Jxx \square\ xx$ $\frac{\binom{4}{2}*\binom{26-5}{13-2}}{\binom{26}{13}} = 20{,}3478\ \%$

3.4. $Jxxx \square\ x$ $\frac{\binom{4}{1}*\binom{26-5}{13-1}}{\binom{26}{13}} = 11{,}3043\ \%$

Sumując, zagranie blotki do 10 będzie skuteczne w 48,0434% rozdań.

Po zestawieniu powyższych trzech wyników wnioskujemy, że najlepszą linią rozgrywki jest zagranie z góry.

4.5.2. Problem 5.B

Gracz E ujawnił 5 kart w każdym z kolorów starszych. Gracz W ma w uzupełnieniu 2 piki i 3 kiery.

Rozgrywka 1.

1.1. $J \square$ 8432 $\frac{\binom{26-5-7-8}{13-4-5-5}}{\binom{26-7-8}{13-5-5}} = 0\ \%$

1.2. $Jx \square\ xxx$ $\frac{\binom{4}{3}*\binom{26-5-7-8}{13-3-5-5}}{\binom{26-7-8}{13-5-5}} = 0{,}6061\ \%$

1.3. $Jxx \square\ xx$ $\frac{\binom{4}{2}*\binom{26-5-7-8}{13-2-5-5}}{\binom{26-7-8}{13-5-5}} = 21{,}8182\ \%$

1.4. 8432 $\square\ J$ $\frac{\binom{26-5-7-8}{13-1-5-5}}{\binom{26-7-8}{13-5-5}} = 9{,}0909\ \%$

1.5. $xxx \square\ Jx$ $\frac{\binom{4}{1}*\binom{26-5-7-8}{13-2-5-5}}{\binom{26-7-8}{13-5-5}} = 14{,}5455\ \%$

1.6. $xx \square\ Jxx$ $\frac{\binom{4}{2}*\binom{26-5-7-8}{13-3-5-5}}{\binom{26-7-8}{13-5-5}} = 3{,}6364\ \%$

Sumując, ta linia rozgrywki będzie skuteczna w 49,6971 % rozdań.

Rozgrywka 2.

2.1. $J \; \square \; 8432$ $\qquad \frac{\binom{26-5-7-8}{13-4-5-5}}{\binom{26-7-8}{13-5-5}} = 0\ \%$

2.2. $8432 \; \square \; J$ $\qquad \frac{\binom{26-5-7-8}{13-1-5-5}}{\binom{26-7-8}{13-5-5}} = 9{,}0909\ \%$

2.3. $xxx \; \square \; Jx$ $\qquad \frac{\binom{4}{1}*\binom{26-5-7-8}{13-2-5-5}}{\binom{26-7-8}{13-5-5}} = 14{,}5455\ \%$

2.4. $xx \; \square \; Jxx$ $\qquad \frac{\binom{4}{2}*\binom{26-5-7-8}{13-3-5-5}}{\binom{26-7-8}{13-5-5}} = 3{,}6364\ \%$

2.5. $x \; \square \; Jxxx$ $\qquad \frac{\binom{4}{3}*\binom{26-5-7-8}{13-4-5-5}}{\binom{26-7-8}{13-5-5}} = 0\ \%$

Sumując, zagranie w drugiej lewie na impas będzie skuteczne w 27,2728 % rozdań.

Rozgrywka 3.

3.1. $J \; \square \; 8432$ $\qquad \frac{\binom{26-5-7-8}{13-4-5-5}}{\binom{26-7-8}{13-5-5}} = 0\ \%$

3.2. $Jx \; \square \; xxx$ $\qquad \frac{\binom{4}{3}*\binom{26-5-7-8}{13-3-5-5}}{\binom{26-7-8}{13-5-5}} = 0{,}6061\ \%$

3.3. $Jxx \; \square \; xx$ $\qquad \frac{\binom{4}{2}*\binom{26-5-7-8}{13-2-5-5}}{\binom{26-7-8}{13-5-5}} = 21{,}8182\ \%$

3.4. $Jxxx \; \square \; x$ $\qquad \frac{\binom{4}{1}*\binom{26-5-7-8}{13-1-5-5}}{\binom{26-7-8}{13-5-5}} = 36{,}3636\ \%$

Sumując, zagranie blotki do 10 będzie skuteczne w 58,7879 % rozdań.

Po zestawieniu powyższych trzech wyników możemy wywnioskować, że najlepszą linią rozgrywki jest zagranie w pierwszej lewie na impas do 10.

Podsumowując, gdy jeden z przeciwników ujawnił 10 kart w kolorach bocznych, a drugi tylko 5, to prawdopodobieństwo powodzenia impasu, czyli posiadania kluczowej karty przez gracza z mniejszą ilością kart ujawnionych, znacząco rośnie w porównaniu do prawdopodobieństwa a priori.

ROZDZIAŁ 5

Program do nauki rozgrywki pojedynczego koloru

W ramach projektu magisterskiego, na bazie przeprowadzonych analiz z rozdziału 4. powstał program służący do nauki rozgrywki pojedynczego koloru dla początkujących brydżystów. Program ten jest **aplikacją webową**, czyli aplikacją uruchamianą w przeglądarce.

Zalety aplikacji webowej: [5]

- Łatwy dostęp - użytkownik może korzystać z programu na każdym urządzeniu z dostępem do internetu. Rodzaj używanego systemu operacyjnego czy przeglądarki internetowej nie ma znaczenia.
- Brak aktualizacji - użytkownik nie musi martwić się o aktualizację programu, a twórca o powiadomieniu o poprawkach naniesionych w programie.
- Bezpieczeństwo danych - w razie wystąpienia awarii sprzętu użytkownik nie traci dostępu do programu. Może z niego korzystać na innym urządzeniu, ponieważ nie wymaga on pobierania i instalowania na urządzeniu.

Aplikacja do nauki rozgrywki pojedynczego koloru została napisana z wykorzystaniem frameworka Angular. Dzięki niemu można stworzyć aplikację internetową typu SPA, czyli Single Page Application.[8] Jest to rodzaj aplikacji internetowej, która posiada tylko jeden plik html, więc podczas użytkowania strona nie jest przeładowywana w przeglądarce. Dzięki temu, użytkownik po rozegraniu problemu rozgrywkowego od razu widzi ekran podsumowujący jego rozgrywkę, czy analizę problemu, bez potrzeby przeładowania strony. Takie przeładowanie spowodowałoby, że interesująca w tym momencie treść dla użytkownika zostałaby przesunięta w dół i strona wyświetlałaby się od samej góry. Brak przeładowania powoduje, że użytkownik nie musi przewijać zawartości ekranu co wpływa korzystnie na komfort użytkowania.

Zalety Angulara: [ang] [4] [fra]

- Gotowy od razu po uruchomieniu - domyślna konfiguracja umożliwia łatwe pobieranie i prezentowanie danych, proste programowanie oraz testowanie.
- Ciekawe dyrektywy i szablony - możliwość korzystania z wbudowanych, jak i tworzenie własnych.
- Wbudowana komunikacja REST.

- Narzędzie wiersza poleceń Angular CLI - szybkość tworzenia i dodawania komponentów oraz testów.
- Czytelność kodu - wbudowany TypeScript umożliwia programistom tworzenie przejrzystego kodu, co pomaga w szybkim znajdowaniu błędów.
- Współpraca z zewnętrznymi bibliotekami - np. RxJS, UnderscoreJS, JQuery, Ionic framework.
- Dwukierunkowe wiązanie danych - zapewnia dynamiczną synchronizację danych warstwy widoku i modelu.
- Wbudowany mechanizm filtrowania danych - wyręcza programistów z pisania własnych funkcji do filtrowania danych.
- Dokumentacja - bardzo szczegółowa dokumentacja zawierająca wszystkie niezbędne informacje.

5.1. Omówienie programu

W górnej części strony znajduje sie poziome menu, czyli element nawigacyjny, dzięki któremu użytkownik może wybierać problem rozgrywkowy, który chce rozwiązać.

W centralnej części strony znajduje się zielony kwadrat symulujący stół, a na nim rozkład kart z problemu rozgrywkowego. Powyżej znajduje się krótki opis i informacja dla użytkownika o ujawnionych rozkładach kart w innym kolorze u przeciwników.

Z prawej oraz lewej strony ekranu umieszczone są kwadraty, które obrazują karty przeciwników. Gdy w problemie rozgrywkowym ujawniony jest rozkład kolorów bocznych to przedstawiony on jest w sposób graficzny za pomocą znaków kolorów umieszczonych w kwadratach. Kwadraty ze znakiem zapytania przedstawiają karty o których użytkownik, wcielający się w rozgrywającego, jeszcze nic nie wie. Wraz z każdą zagraną lewą kwadraty te zostają odpowiednio uzupełnione.

5.1.1. Przebieg rozgrywki

Użytkownik klika w daną kartę, którą chce zagrać. Ta pojawia się na środku stołu, a obok wyświetla się karta dołożona przez przeciwnika. Następnie użytkownik musi wybrać drugą kartę, którą chce zagrać w danej lewie, analogicznie jak pierwszą. Po pojawieniu się wszystkich czterech kart na środku stołu użytkownik chcąc zagrać kolejną lewę klika w następną kartę, którą chce zagrać lub, klikając w pustą przestrzeń stołu, chowa zagrane już karty.

5.1.2. Zakończenie rozgrywki

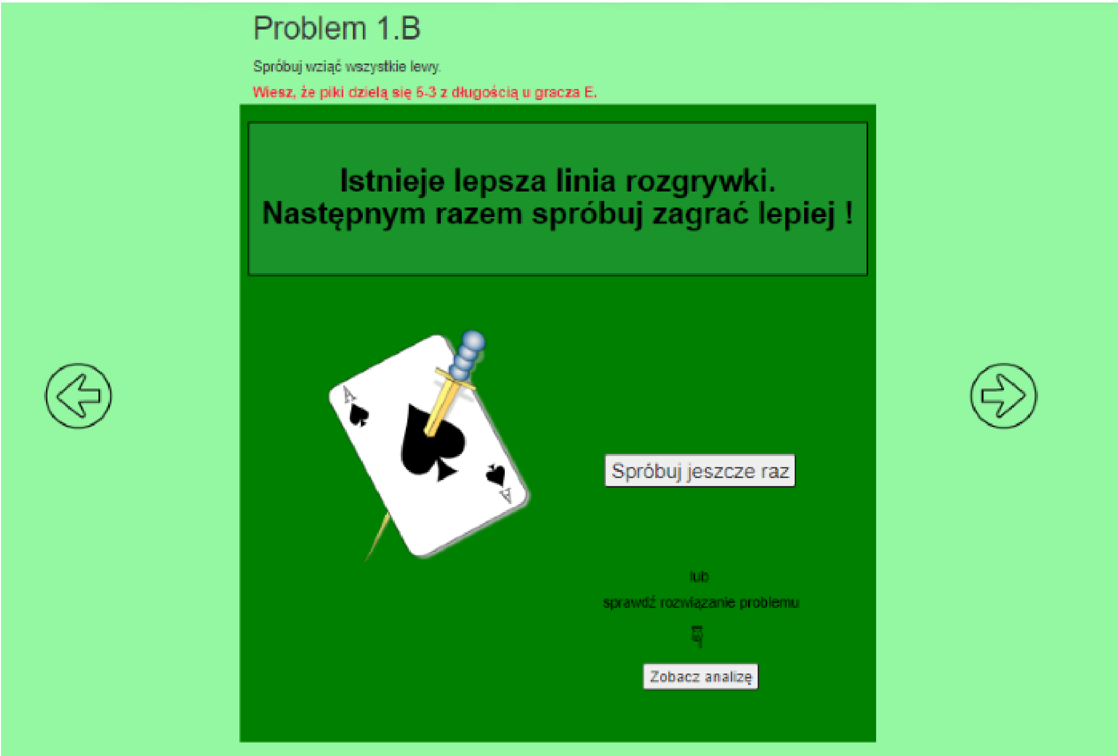
Program uczy rozgrywania pojedynczego koloru na największą szansę, dlatego zwycięstwo nie jest tutaj losowe, a karty przeciwników nie są z góry przyporządkowane.

Jeżeli użytkownik zagra na największą szansę, to ukarze mu się ekran z gratulacjami taki jak na rysunku powyżej.

Za pomocą strzałek znajdujących się z prawej i lewej strony ekranu użytkownik w łatwy sposób może poruszać się między problemami rozgrywkowymi.

Przycisk "Wróć do rozgrywki" cofa na początek danego problemu rozgrywkowego.

Przycisk "Zobacz analizę" przedstawia cały problem rozgrywki pojedynczego koloru w liczbach.

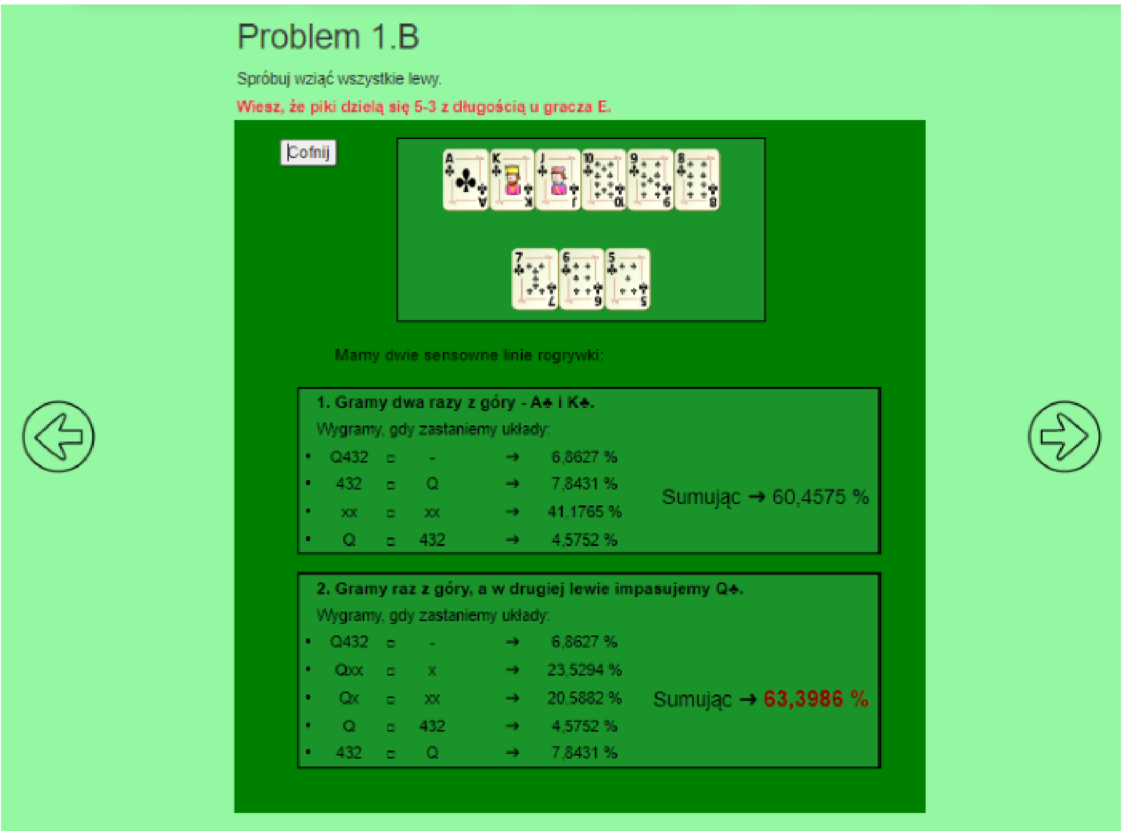


W przypadku gdy użytkownik nie zagra na największą szansę to przegrywa. Wówczas ukazuje się ekran taki jak na rysunku powyżej informujący, że istnieje lepsza linia rozgrywki.

Użytkownik, chcąc ponownie spróbować swoich sił w rozgrywce problemu, może cofnąć się do początku problemu rozgrywkowego poprzez kliknięcie w przycisk "Spróbuj jeszcze raz".

Analogicznie, jak w przypadku prawidłowego rozwiązania problemu, przycisk "Zobacz analizę" wyświetla analizę problemu rozgrywkowego.

5.1.3. Analiza problemu rozgrywkowego



W widoku analizy problemu rozgrywkowego przedstawione są sensowne linie rozgrywkowe, możliwe rozkłady kart u przeciwników przy których dana linia rozgrywki zakończy się powodzeniem oraz procentowo szansę zastania takiego rozkładu.

Bibliografia

[ang] Angular. https://impicode.pl/angular. 27

[fra] Framework angular. https://vavatech.pl/technologie/frameworki/angular. 27

[pwn] prawdopodobieństwo a priori. https://encyklopedia.pwn.pl. 10

[4] Bach, P. (2015). Angularjs 1.x – zalety i wady. *https://sii.pl/blog*. 27

[5] Górski, M. (2018). Aplikacja webowa a strona internetowa – jak działają i jakie są różnice pomiędzy nimi? *https://www.empressia.pl*. 27

[6] Jacek Jakubowski, R. S. (2001). *Wstęp do teorii prawdopodobieństwa*. SCRIPT, Warszawa. 9, 10

[7] Kosmulski, M. (1990). *Rozgrywka pojedynczego koloru*. Polski Związek Brydża Sportowego, Warszawa. 11, 12

[8] Michael Mikowski, J. P. (2015). *Single Page Web Applications. Programowanie aplikacji internetowych z JavaScript*. Helion. 27