

Andrzej Jarynowski¹, Vitaly Belik²

Choroby przenoszone drogą płciową w dobie Internetu i E-zdrowia – kalkulatory ryzyka

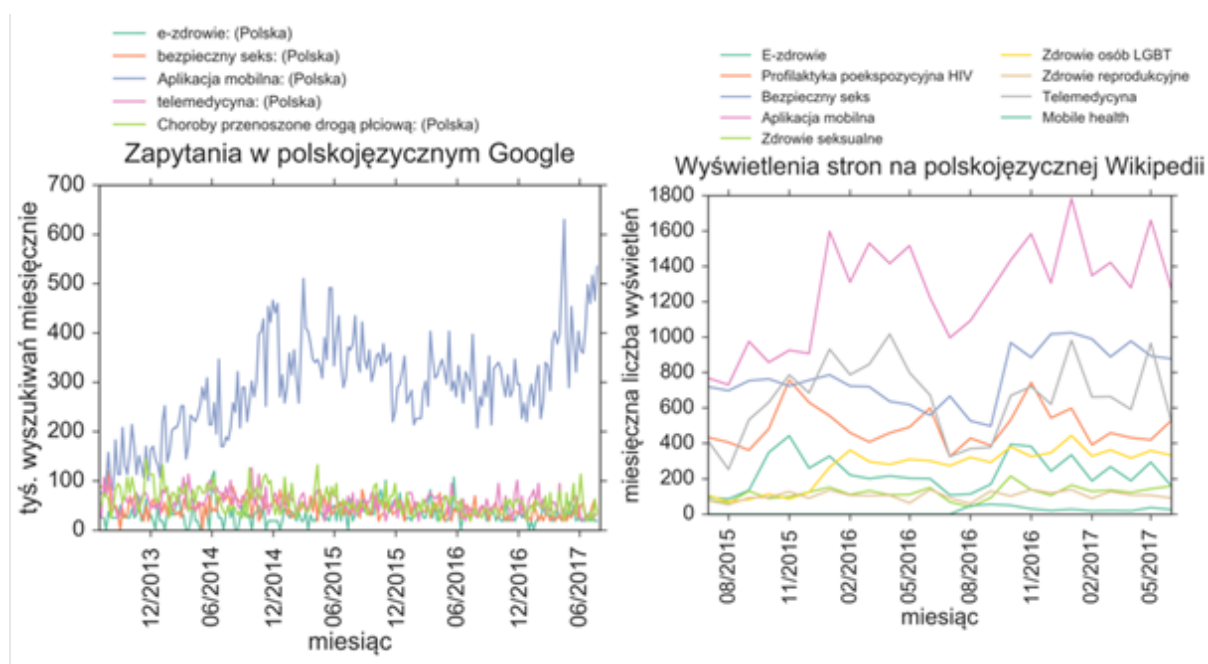
Wspomagana komputerowo inteligencja epidemiologiczna

Na świecie w obecnej dobie cyfrowej pojawia się wiele nowych zastosowań komputerów w profilaktyce zdrowia, jak m.in. e-health („e-zdrowie”) oraz m-health („zdrowie w telefonie”). Mimo ogromnych możliwości telemedycyny informatyzacja w służbie zdrowia w Polsce ogranicza się głównie do obsługi księgowo-finansowej. Niewiele miejsca w literaturze oraz w praktyce epidemiologicznej poświęca się narzędziom informatycznym pozwalającym na automatyczne szacowanie ryzyka zakażenia. Internet z odpowiednimi aplikacjami jest bardzo ważnym narzędziem profilaktycznym w przypadku seksuologii i chorób przenoszonych drogą płciową (ang. STI/STD - sexually transmitted infection/disease) (Korczyńska, et al. 2016). Zapewnia on anonimowość i daje poczucie intymności, co w przypadku tej dziedziny medycyny jest niezwykle ważne. Tutaj użytkownik, potencjalny pacjent, może oczekiwać fachowych oraz zgodnych z zasadami „medycyny opartej na dowodach” rozwiązań inteligentnych. Ważnym celem polskiej e-medycyny jest stworzenie aplikacji medycznej poświęconej automatycznemu szacowaniu ryzyka zakażenia chorobami przenoszonymi drogą płciową adresowanej do osób aktywnych seksualnie, osób zainteresowanych swoim zdrowiem. Głównym elementem tego kalkulatora ryzyka jest inteligentny system predykcyjny oparty o autorskie rozwiązania z zakresu analizy statystycznej oraz sztucznej inteligencji.

Sztuczna inteligencja już dziś ma wpływ na medycynę, np. w postaci regresyjnych algorytmów decyzyjnych, podnosi rzetelność analiz dzięki automatyzacji procesów i wykrywaniu nowych zależności w odpowiednio uporządkowanych zbiorach danych (Jarynowski, 2009). Dla prawidłowej pracy tych modeli potrzebne będzie uzupełnienie danych socjologicznych i medycznych. Parametry medyczne, bez większych strat na rzetelności, można przenieść z różnych badań światowych. Z kolei specyfika polskiej seksualności (ilość partnerów seksualnych, intensywność stosunków itp.) wymagać będzie adaptacji krajowych sondaży (IPSOS, 2014). Z tego powodu nie wszystkie szeroko dostępne anglojęzyczne aplikacje będą przydatne polskiemu internaucie. W tym celu polskie e-medyczne rozwiązanie będzie wymagało oparcia o analizę wtórną dostępnych raportów oraz o własne badania sondażowe.

¹ Instytut Fizyki, Uniwersytet Jagielloński; Grupa Modelowania Epidemiologicznego, Instytut Badań Interdyscyplinarnych, Wrocław; Państwowy Uniwersytet Mołdawski, Kiszyniów, Mołdawia (andrzej.jarynowski@sociology.su.se)

² Instytut Epidemiologii i Biometrii Weterynaryjnej, Wolny Uniwersytet Berliński, Berlin, Niemcy



Rys. 1. Ustabilizowana lub rosnąca popularność tematów z pogranicza zdrowia seksualnego i aplikacji prozdrowotnych w polskojęzycznym Internecie w ostatnich 2 (Wikipedia)/4 (Google) latach.

Powyższy rysunek wskazuje zainteresowanie Polaków zdrowiem seksualnym (rys. 1), **przecinek**każdym ogniwem łańcucha epidemiologicznego chorób przenoszonych drogą płciową (od ryzyka przez diagnozę, dalej raportowanie i leczenie). Świadomie tutaj pominięto element końcowy - leczenie (Jędrychowski, 2002), gdyż celem rodzimej e-medycyny nie jest wspieranie samoleczenia. Niektórzy naukowcy wskazują, że wspierane komputerowo planowanie leczenia może być skuteczniejsze oraz bezpieczniejsze od „analogowego” z zaangażowaniem lekarza chorób zakaźnych (Leibovici, 2013). Nie wolno jednak zapominać, że samoleczenie wciąż może powodować więcej problemów niż przynosić korzyści, jak np. w przypadku antybiotyków i związaną z nimi opornością. Ten fakt ma dodatkowe znaczenie w erze Internetu, gdyż praktycznie każdy lek lub jego zamiennik, nawet niedostępny w krajach Unii Europejskiej, można zamówić spoza Unii Europejskiej poprzez wyspecjalizowaną firmę pośredniczącą. To właśnie produkty na zaburzenia zdrowia seksualnego stanowią główną ofertę wyspecjalizowanych w tym celu firm pośredniczących.

E-zdrowie seksualne i kontekst internetowy

Życie seksualne Polaków, mimo dużego zainteresowania medialnego (rys. 1), jest cały czas słabo poznane. Również z punktu widzenia epidemiologii niewiele wiadomo o stanie zdrowia Polaków. WHO - Europa klasyfikuje Polskę w dziedzinie chorób przenoszonych drogą płciową na poziomie krajów trzeciego świata, a więc w gronie takich państw jak Kirgistan, Albania, Tadżykistan, czy Ukraina. W świetle aktualnych danych (Stec, 2015) wiedza na temat chorób, zakażeń, przenoszonych drogą płciową w polskim społeczeństwie jest stosunkowo niska i najwięcej skojarzeń pojawia się w odniesieniu do HIV. Inne choroby wydają się być problemem nieznanym, należącym do przeszłości. Programy profilaktyczne, czy edukacja seksualna, oparte są często na nienaukowych stereotypach i nie przygotowują na nowe fale patogenów endemicznych w krajach sąsiednich, jak np. Chlamydie w Niemczech i Szwecji (SMI, 2018). Przykładem takiego uproszczenia (*StudjUJ bezpiecznie*, 2012) jest ulotka informacyjna wydana z okazji dnia wiosny przez polską uczelnię z najdłuższą tradycją medyczną. W tej ulotce napisano,

że "prezerwatywy nie chronią przed zakażeniem wirusem HIV". Zatem pominięto fakt, że prezerwatywy obniżają (w warunkach idealnych) prawdopodobieństwo zakażenia wirusem HIV w ciągu jednego aktu seksualnego aż **stukrotnie**³. Dodatkowo w tejże ulotce pominięte zostały inne infekcje mogące wynikać z kontaktu seksualnego, które prawdopodobnie zdarzają się tysiące razy częściej⁴ aniżeli HIV. Nie wolno pominąć faktu, że mimo coraz skuteczniejszego leczenia (zwłaszcza wirulencji u osób z HIV) w Polsce nie będzie zanikało ryzyko związane z chorobami przenoszonymi drogą płciową. Ryzyko wiąże się z obserwowanymi zmianami zachowań seksualnych w populacji heteroseksualnej, takimi jak: obniżanie się wieku inicjacji seksualnej oraz zwiększanie się liczby partnerów (Lew-Starowicz, 2010).

W oparciu o doświadczenie kliniczne i wiedzę epidemiologiczną tworzone są kampanie oraz programy profilaktyczne, które z uwagi na występujący typ edukacji seksualnej bardzo często mają wyłącznie charakter informacyjny. W Polsce dominują dwa typy edukacji seksualnej, a mianowicie (Dora, 2013):

- (Typ A wg. Amerykańskiej Akademii Pediatrii, Typ 1 wg. WHO) Wychowanie do czystości i wstrzeźliwości, bez informowania o antykoncepcji, gdzie każdy przekaz informacyjny (nieważne jak skonstruowany) może być traktowany jako seksualizacja dziecka i automatycznie blokowany;
- (Typ B wg. Amerykańskiej Akademii Pediatrii, Typ 3 wg. WHO) Negowanie wszelkich czynności potencjalnie dyskryminacyjnych, a co za tym idzie blokowanie z zasady skutecznych działań profilaktycznych, gdyż te działania mogłyby wiązać się ze stygmatyzacją jakiejś kategorii społecznej.

Żaden wymieniony wyżej typ edukacji seksualnej nie opiera się na merytorycznych wytycznych, a promuje tylko własny przekaz kulturowy (Hinc, 2009). Zadaniem zatem polskiej e-medycyny jest przekazanie użytkownikowi rzetelnej wiedzy w paradygmacie zdrowia jako dobra nadrzędnego. Z tych względów należy przekazać wiedzę o ryzyku oraz metodach redukcji tego ryzyka, zaś jednostce należy pozostawić wybór wraz z jego konsekwencjami.

Wśród najczęściej poszukiwanych tematów w Internecie wymienia się: objawy chorób („*żeby upewnić się, co mi jest*”), leki, ulotki, informacje i opinie o lekarzach, medycyna naturalna (Stec, 2015). Użytkownicy korzystają z Internetu w celach medycznych ze względu na oczekiwane korzyści (jak ominięcie kolejek do służby zdrowia) oraz sprzyjające okoliczności (jak odpowiedź „tu i teraz”, a także brak konieczności opuszczania własnej sfery komfortu) (Szmigielska, 2012).

Charakterystyka potencjalnej grupy docelowej odbiorców aplikacji

Obecnie można zaobserwować pewne trendy w korzystaniu z Internetu. Coraz więcej można dowiedzieć się o zdrowiu z Internetu. Już ponad 99% młodych Polaków korzysta z Internetu na komputerze, czy to w telefonie. Ponadto świadomość cyfrowa Polek, jeśli chodzi o możliwość wykorzystania porad on-line, jest wyraźnie wyższa niż mężczyzn, którzy zauważalnie rzadziej deklarują użytkowanie internetowych poradników. W związku z tym, to właśnie młode Polki (nie różnią się od swoich rówieśniczek z Europy Zachodniej) mają szansę stać się „Agentkami Cyfrowej Zmiany” upowszechniającymi kompetencje cyfrowe w społeczeństwie polskim (Pokojska, 2015). Z tychże badań wynika, że młode Polki (16-24 lata) deklarują najwyższą częstotliwość korzystania z komputera w całej Unii Europejskiej i są szczególnie aktywne w obszarze korzystania z serwisów poradnictwa. To właśnie kobiety dbają bardziej niż mężczyźni o swoje zdrowie seksualne (Izdebski, 2012) i częściej byłyby

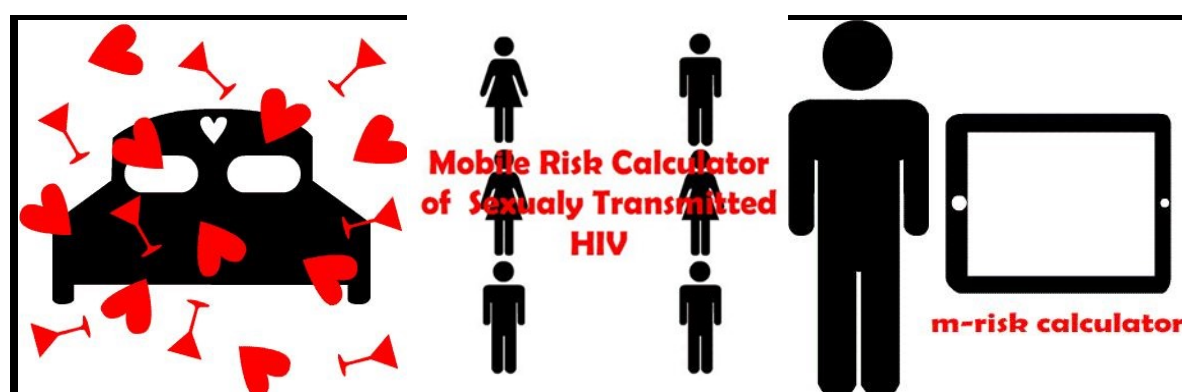
³ Przy założeniu, że prezerwatywa jest stosowana poprawnie (Pinkerton, Abramson, 1993), aczkolwiek we właściwej aplikacji „błąd ludzi” został dodatkowo uwzględniony (patrz tabela w Appednixie)

⁴ Szacunkowo na jedno nowe zakażenie HIV (STI) w populacji białej przypada mniej więcej nowych zakażeń: 5000 HPV, 1000 Chlamydii, 500 Rzęsistkowic, 400 Kił, 40 Rzeżączek, 20 HSV, itd. (Jarynowski, Serafimovic, 2014; CDC, 2013; NSW Health, 2018)

skłonne sięgać po tworzone systemy e-medyczne. Dodatkowym czynnikiem jest fakt, że młode kobiety częściej zapadają i ciężiej przechodzą infekcje, np. Chlamydiami (Czerwiński et al., 2018), czy HPV (Jarynowski, Serafimovic, 2014).

Cel tworzenia aplikacji

Polskim celem jest stworzenie aplikacji webowej i na telefon, która pozwoliłaby określić prawdopodobieństwo zakażenia chorobami przenoszonymi drogą płciową dla różnych patogenów. Użytkownik tegoż programu będzie miał możliwość bezpłatnie i w dowolnym czasie oszacować szansę zakażenia w odniesieniu do pojedynczego aktu płciowego na podstawie znanych, bądź domniemyanych atrybutów partnera (rys. 2).



Rys. 2. Przykładowe użycie aplikacji mobilnej. Kolejność prezentacji dowolna - w zależności od szacowania ryzyka przed- lub po-ekspozycyjnego.

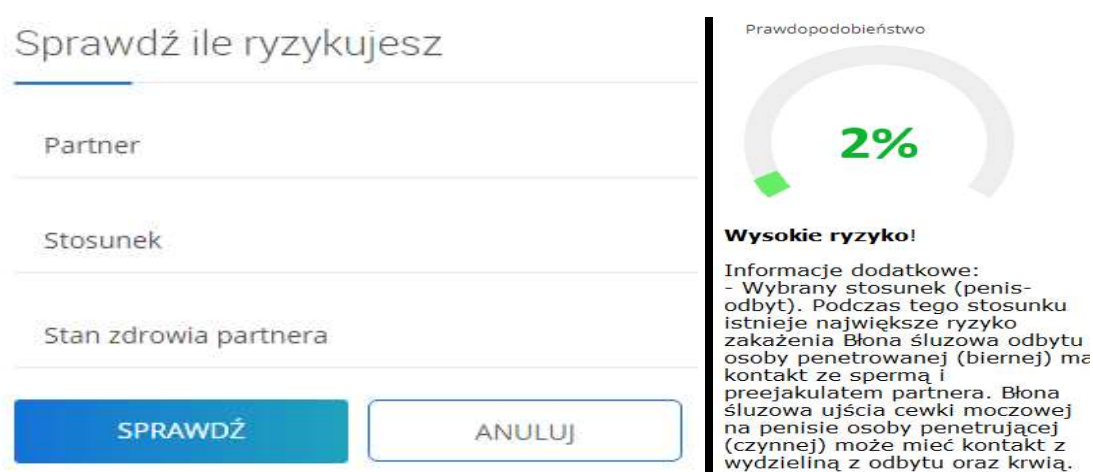
Wiedza medyczna o chorobach przenoszonych drogą płciową oraz seksualności w niektórych krajach na świecie stoi na bardzo wysokim poziomie. Fakt ten wynika z ogromnej liczby badań prowadzonych w tym zakresie oraz z priorytetowego traktowania zdrowia seksualnego w kulturze anglo-amerykańskiej (np. w Australii publikuje się 20 razy więcej artykułów na ten temat niż w Polsce w przeliczeniu na obywatela⁵). Jeśli chodzi o monitorowanie i ocenę zagrożeń dla zdrowia ludzi, duży nacisk kładzie się na modelowanie matematyczne i symulacje komputerowe (James, Steele, 1999). Ze względu na znacznie mniejszą ilość informacji, jakie posiada państwo polskie o obywatelach, jedynie część funkcjonalności wzorcowej metodologii stosowanej w krajach skandynawskich czy kultury anglo - amerykańskiej będzie możliwa do realizacji. Stan wiedzy samych Polaków o seksualności oraz chorobach przenoszonych drogą płciową jest również niski (IPSOS, 2014) i tym bardziej w ciągle zmieniającej się sytuacji epidemiologiczno - demograficznej ciężko jest wymagać od Polaków świadomej oceny ryzyka. Zgodnie z klasycznym trójkątem epidemiologicznym (Jędrzychowski, 2002), choroba zakaźna może się rozprzestrzeniać tylko w obecności źródła, podatnych jednostek i odpowiedniego środowiska. Wiele chorób zakaźnych zostało zbadanych i opisanych według tego schematu. Na elementy trójkąta (osobno lub w połączeniu) kierowane są działania prewencyjne oraz interwencyjne. Najważniejszym etapem działania epidemiologicznego jest identyfikacja czynników ryzyka. W przypadku chorób przenoszonych drogą płciową źródłem zakażenia może być partner, czynnikiem zakaźnym np. skóra, krew, wydzielina, śluz, czy sperma, a wrotami zakażenia np. błona śluzowa czy krew. Posiadając wymienione dane można spróbować zbudować model matematyczny, który wyjaśniłby proces epidemiologiczny i pozwoliłoby

⁵ Na podstawie porównania liczby wyników zapytania w PubMed dla ostatnich 5 lat: „STI Poland” -147 wyników, „STI Australia” -1491 wyników

przygotować skuteczne narzędzia w walce z chorobami zakaźnymi. Ponieważ problem wymaga wiedzy z różnych dziedzin, niezbędna jest współpraca naukowców z różnych środowisk, nie tylko lekarzy, ale również: fizyków, matematyków, statystyków, informatyków i socjologów (Sznajd-Weron, 2002; Jarynowski, 2013).

Materiały i metody

Polski model oceny ryzyka to iloczyn warunkowej prevalencji z warunkowym prawdopodobieństwem zakażenia, a algorytm wyznacza prawdopodobieństwo zakażenia na podstawie odpowiedzi na temat aktu płciowego oraz osoby, z którą ten stosunek ma miejsce. Rozwój technik komputerowych ułatwiających gromadzenie i analizowanie dużych ilości danych, umożliwił dokładne zbadanie struktury sieci rzeczywistych kontaktów oraz procesów epidemiologicznych występujących na tej sieci (Jarynowski, Serafimovic, 2014).



Rys. 3. Główny interfejs graficzny aplikacji mobilnej – formularz ankiety oraz przykładowy wynik liczbowy prawdopodobieństwa zakażenia wraz z informacją zwrotną dotyczącą największego czynnika ryzyka.

Użytkownik ma za zadanie wypełnić krótką ankietę online, bądź offline, na uprzednio zainstalowanej na telefonie aplikacji, a w wyniku otrzyma numeryczne prawdopodobieństwo zakażenia (zmienna wyjaśniana) oszacowane na podstawie polskiego algorytmu (rys. 3). Pytania są dobrane właśnie pod kątem znanych z literatury naukowej zmiennych wyjaśniających, co do ich efektu oraz możliwych interakcji (rys. 4, 5). Dotychczas wartości efektów wprowadzono ręcznie, a więc wynik działania modelu jest poprawny w rozumieniu rzędu wielkości, ale naukowcy zamierzają każdą zmienną potwierdzić parametrem zawierającym cytaty z literatury medycznej. Słownictwo, jak i treść pytań, opracowano na potrzeby pilotażu polskiej e-medycyny. Pilotaż polskiej e-medycznej aplikacji pozwoli na eksperymentalne zbadanie postrzegania kategorii poznawczych, o które są pytani użytkownicy tej aplikacji.

Algorytm na podstawie odpowiedzi na temat aktu płciowego (informacja o typie kontaktu - I_f) oraz osoby, z którą ten stosunek ma miejsce (informacja o osobie z kontaktu - I_h) wyznacza prawdopodobieństwo zdarzenia Z - zakażenia $P(Z)$. Naukowcy zakładają, że można zapisać to szukane prawdopodobieństwo $P(Z) = P(H|I_h) * P(F|I_f)$, jako iloczyn prawdopodobieństw warunkowych: szansy na kontakt z zakażonym (H - zdarzenie, że wybrana osoba jest zakażona) i prawdopodobieństwa zakażenia w kontakcie z zakażonym (F - zdarzenie, że doszło do transmisji patogenu).

The screenshot shows a questionnaire interface with two main sections: 'Partner' and 'Stosunek'. The 'Partner' section includes a dropdown for 'Płeć partnera', a slider for 'Wiek od: 17 do: 40', a dropdown for 'Liczba poprzednich partnerów partnera', a dropdown for 'Rasa (Pochodzenie) partnera', and a dropdown for 'Czy partner zażywa narkotyki'. The 'Stosunek' section includes a dropdown for 'Typ stosunku', a dropdown for 'Rodzaj stosunku', a dropdown for 'Użycie prezerwatywy', and a dropdown for 'Seks płatny'.

Rys. 4. Główne składowe kwestionariusza dotyczące partnera (opis statystyczny: czy nasz partner może być zakażony) oraz rodzaju stosunku (opis statystyczny: czy możliwa jest transmisja patogenu).

Proponowane narzędzie bazuje na dorobku naukowym w dziedzinie psychologii ryzyka, seksuologii oraz zakażeń przenoszonych drogą płciową. W konsekwencji w tej aplikacji wykorzystuje się parametry dotychczas oszacowane na potrzeby „medycyny opartej na dowodach”, często mające swoje odzwierciedlenie w badaniach epidemiologicznych (szczegóły w Appendixie).

The screenshot shows the same questionnaire interface as in Rys. 4, but with a filled-out example scenario. The 'Partner' section has 'Mężczyzna' selected for gender, a slider for 'Wiek od 38 do 38', 'Powyżej przeciętnej' for the number of previous partners, 'Obywatele kraje post sowieckich (Europa Wschodnia)' for race, and 'Tak - twarde' for drug use. The 'Stosunek' section has 'homo mezczyzni' for relationship type, 'analny odbiorczy' for relationship kind, and 'Nie' for both condom use and paid sex.

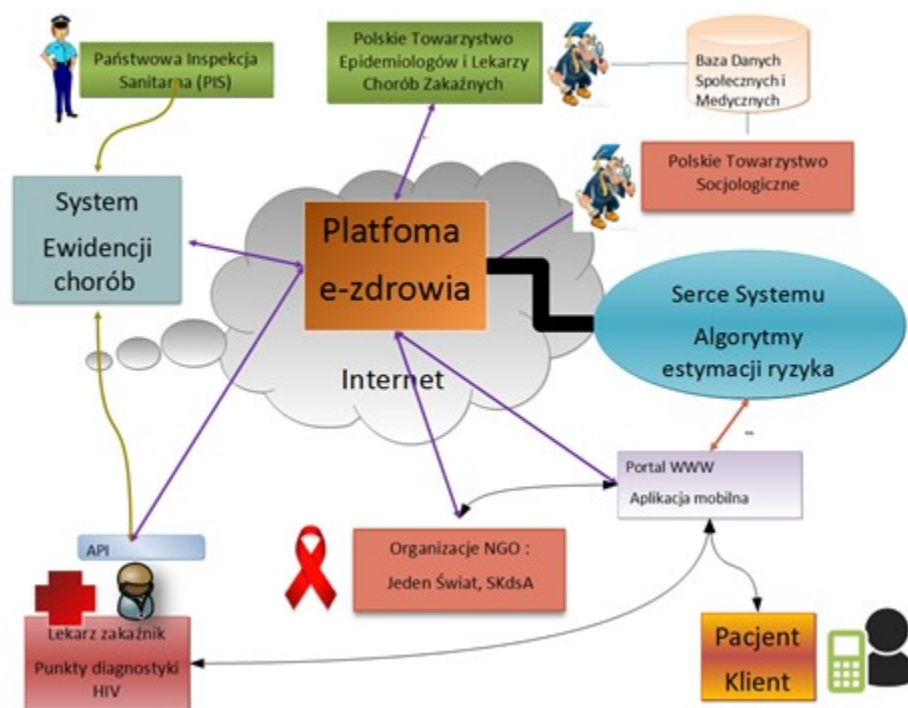
Rys. 5. Wypełnione główne składowe kwestionariusza opisujące przykładowy scenariusz.

Testowe wdrożenie oraz wyniki pilotażu

Testowa wersja polskiej aplikacji e-medycznej dostępna jest pod adresem: <http://interdisciplinaryresearch.eu/ankieta.php>. Nie posiada ona pełnej funkcjonalności i jest ograniczona wyłącznie do szacowania ryzyka dla wirusa HIV (rys. 6). Wersja testowa zawiera pewne niedoskonałości, gdyż jej autorzy ani w literaturze ani w praktyce epidemiologicznej nie znaleźli żadnego narzędzia informatycznego pozwalającego na liczbowe szacowanie ryzyka zakażenia w odniesieniu do partnera o nieznanym statusie serologicznym, a jedynie jakościowe określenie grupy ryzyka. W związku z bardzo delikatną tematyką dotyczącą seksualności, autorzy aplikacji zdają sobie sprawę z potencjalnych trudności, aczkolwiek waga problemu jest na tyle poważna, że pomimo wielu kontrowersji warto zajmować się tym zagadnieniem.

Do tej pory w polskiej aplikacji e-medycznej zaimplementowano jedynie zakażenie ludzkim wirusem upośledzenia odporności (Human Immunodeficiency Virus, HIV). Choroba wywoływana wirusem HIV, czyli AIDS prowadzi pośrednio do śmierci. Temu patogenowi poświęca się najwięcej uwagi, jednak obecnie w krajach europejskich notuje się jedynie pojedyncze przypadki zakażeń endemicznych poza zachowaniami kwalifikowanymi do ryzykownych. Tu trafiamy na stygmatyzację pewnych kategorii społecznych, dla których ryzyko zakażenia jest istotnie większe niż w ogólnej populacji. Ze względu na

brak akceptacji społecznej, ciężko jest uzyskać wiarygodne dane. Duży nacisk w pilotażowej ankiecie został położony na MSM (*Men who have Sex with Men*: mężczyźni uprawiający seks z mężczyznami), ze względu na dużą liczbę publikacji na ten temat. Znamienne, że to dzięki Internetowi, a właściwie technikom doboru próby typu RDS (*Respondent Driven Sampling*: łańcuchowy dobór próby), udało się poznać dość dobrze charakterystykę zachowań seksualnych w tej populacji (Lu, 2013). Według różnych badań około 2-3% mężczyzn w Polsce deklarowało współżycie z osobą tej samej płci (Izdebski, 2012). Kolejnym zaakcentowanym obszarem ludzkiej seksualności jest prostytutka, która chociaż w Polsce ma charakter legalny⁶, nie jest prawnie uregulowana. Stąd wynika brak rejestrowanych danych na temat prostytutki, a szacunki kształtuje się wyłącznie o raporty policji. Według raportów policyjnych z prostytutki utrzymuje się około 10 tysięcy osób (nie wiadomo ile jedynie dorabia w ten sposób, np. w ramach sponsoringu). Dodatkowo wiadomo, że ponad 11% aktywnych seksualnie mężczyzn korzystało z usług seksualnych za pieniądze (Izdebski, 2012). Z kolei Internet pozwolił na opracowanie statystycznie nieobciążonych technik docierania do grup stygmatyzowanych z różnych względów. Przełomowa dla budowy aplikacji e-medycznej była też analiza portali randkowych oraz serwisów do transakcji seksualnych (Jarynowski, 2013). Bowiem wyniki analiz szwedzkich oraz brazylijskich portali ujawniły charakterystyki sieciowe kontaktów oraz ich wpływ na rozprzestrzenianie się chorób drogą seksualną. Nie wszystkie znane czynniki ryzyka zostały wprowadzone do ankiety, m.in. ze względu na konieczność posiadania konkretnej zmiennej medycznej (np. liczby antyciał CD4). Wynika to z ograniczeń formy ankietowej, gdzie zazwyczaj brak jest możliwości poznania danych klinicznych partnera osoby korzystającej z aplikacji.



Rys. 6. Schemat docelowej pełnej implementacji aplikacji.

Forma liczbowa prawdopodobieństwa użyta w tej aplikacji może dawać ludziom złudzenie, że jeśli w ich przypadku prawdopodobieństwo jest niskie w rozumieniu liczbowym, to nie mają powodu do

⁶ Uprawianie ani korzystanie z prostytutki nie jest karalne, co wynika z artykułu 6 ratyfikowanej przez Polskę konwencji abolicjonistycznej (NU, 1952)

zmartwienia, kwestia zakażenia ich nie dotyczy. Takie odczytywanie wyniku wiąże się z psychologicznym efektem niedoszacowania relatywnie niskich prawdopodobieństw (Kahneman, 2003). Jednakże w przypadku tej aplikacji e-medycznej kalkulator oblicza ryzyko kompleksowo w rozumieniu bayesowskim (Gigerenzer, et al. 1998), więc otrzymany wynik nie podlega dalszej interpretacji, która była problematyczna dla lekarza, a tym bardziej dla pacjenta. W związku z tym komunikowanie ryzyka (Gigerenzer, Edwards, 2003) jest tym bardziej ważne, ponieważ testowana aplikacja podaje ryzyko na jeden akt, przy do końca nieznanym statusie serologicznym partnera, co wymaga dodatkowego słownego opisu. Należy poinformować użytkownika, czy otrzymany wynik to relatywnie wysokie czy niskie ryzyko. Dodatkowo należy poinformować, które czynniki w największym stopniu wpłynęły na ocenę tego ryzyka.

Przy założeniu, iż partner użytkownika jest zakażony, to rodzaj patogenu będzie miał kluczowe znaczenie. Przykładowo różnymi pod względem ryzyka są patogeny wirusa HIV (dla którego prawdopodobieństwo zakażenia w czasie pojedynczego stosunku hetero rzadko przekracza 1%) oraz bakterie Chlamydii (gdzie to prawdopodobieństwo jest wysokie, bo 7-40%). Dodatkowo odpowiedzi na niektóre pytania zadane w ankiecie testowanej aplikacji będą jedynie domysłami użytkownika i tylko szacunkowo przybliżają prawdopodobieństwo zakażenia. Z tych względów przy określeniu ryzyka konieczna jest słowna informacja zwrotna dla użytkownika wraz z informacjami na temat bezpłatnych i anonimowych testów na HIV w Punktach Konsultacyjno - Diagnostycznych (Mijas, 2016).

Rozszerzona wersja aplikacji

Dodatkowymi zmiennymi niezależnymi mogłyby być: stosowanie przez użytkownika aplikacji PrEP (profilaktyka przedekspozycyjna) lub (PEP – profilaktyka poekspozycyjna) oraz stosowanie przez jego partnera ART – leków antyretrowirusowych (jeżeli znany jest jego status serologiczny). Jednakże podobne rozwiązania dla klientów HIV – dodatnich już istnieją (CDC HIVRisk – 2018; EndingHIV - 2018). Z uwagi na fakt, że wciąż infekcje inne niż HIV są zbyt często pomijane, docelowo testowana aplikacja powinna uwzględniać jeszcze inne patogeny, jak chociażby:

- **zakażenie wirusem brodawczaka ludzkiego** (Human Papilloma Virus, HPV). Wirus może zakażać okolice narządów płciowych wywołując brodawki - kłykciny kończyste (głównie typy 9 i 11). Zakażenie HPV wiąże się z występowaniem raka szyjki macicy (głównie typy 16 i 18);
- **chlamydioza** – zakażenie bakteriami Chlamydia trachomatis nazywane jest czasem "cichą epidemią", bo występuje powszechnie, ale niewiele osób wie o swojej chorobie;
- **rzęsistkowica** – najczęściej zarażenia identyfikuje się w Polsce wśród ciężarnych kobiet. Chorobę wywołuje rzęsistek pochwy (Trichomonas vaginalis);
- **opryszczka narządów płciowych** - wirus opryszczki (Herpes Simplex Virus, HSV) powoduje okresowe pojawianie się pęcherzyków w okolicy narządów płciowych. Wirus ten pozostaje w organizmie osoby zakażonej do końca życia. W związku z tym, że patogen występuje w Polsce u 10% populacji w większości w postaci bezobjawowej, może być dobrym wskaźnikiem seksualności (zmienności partnerów⁷);
- **rzeżączka** - dwoinka rzeżączki (Neisseria gonorrhoeae). Rzeżączkę leczy się antybiotykami (obserwowane nabycie lekooporności, zwłaszcza w populacji MSM w innych krajach);
- **kiła** (syphilis) - zakażenie bakteryjne wywoływane przez krętka bladego (Treponema pallidum), które łatwo przeoczyć. Kiłę leczy się również antybiotykami (potencjalne nabycie lekooporności);

⁷ Można postawić hipotezę, że zróżnicowanie geograficzne prevalencja HSV w Polsce (Smith, et al. 2006) koreluje z intensywnością zmiany partnerów (większa w zachodniej Polsce oraz Warszawie, a mniejsza we wschodniej Polsce)

- **wirusowe zapalenie wątroby** (WZW) typu B lub C - do zakażenia wirusem HBV i HCV może dojść w czasie kontaktów seksualnych, częściej jednak innymi drogami;
- **drożdżyca** - znana również jako kandydoza czyli grzybica. Dochodzi do niej, kiedy drożdżaki „wymykają się spod kontroli” i zaczynają nadmiernie się rozmnażać. Mimo łatwości w leczeniu byłaby uzupełnieniem pełnego spectrum głównych patogenów.

Podsumowanie

Cyfrowa epidemiologia (technika rozwijana w przedstawionym projekcie) to również nauka przyszłości, ponieważ możliwość analizy ogromnej liczby danych (Big Data) niskim kosztem pozwala na optymalizację procesów medycznych (Helbing, et al. 2015). Polacy obecnie żyją w społeczeństwie informacyjnym, gdzie indywidualne dane medyczne mogą zostać wykorzystane w celu poprawy bezpieczeństwa epidemiologicznego (Jarynowski, Grabowski, 2015).



Rys. 7 Przykład naukowego sposobu uzyskania informacji o ryzyku zakażenia.

W obecnej sytuacji Polski wspomaganie podejmowania decyzji w zakresie zdrowia seksualnego jest już formalnie możliwe (rys. 7), aczkolwiek daleko jeszcze do powszechnie akceptowalnych wdrożeń. Dodatkowo w dobie rozwoju technologii informatycznych wspomaganie tych procesów przez inteligentne systemy komputerowe wyposażone w bazy wiedzy dziedzinowej wydają się najlepszym rozwiązaniem tego problemu. Jednocześnie rozwijane na masową skalę w drugiej dekadzie XX wieku techniki informatyczne dają narzędzia pozwalające na kontrolę zakażeń w kontekście indywidualnym oraz w obszarze zdrowia publicznego (Camitz, 2010). Internet oraz związany z nim rozwój metod informatycznych pozwala na opracowanie szeregu narzędzi w walce z chorobami przenoszonymi drogą płciową. To właśnie dzięki analizie danych z szeroko rozumianych portali randkowych (Holme, et al. 2004) oraz nowoczesnym internetowym technikom doboru próby respondentów (Lu, 2013) nastąpił ogromny przyrost wiedzy o ludzkiej seksualności na początku XXI wieku. Mimo wszystko należy z rezerwą podchodzić do idei rozwoju uczestnictwa pacjentów w jego procesie leczenia, bo chociaż technologia już istnieje, wciąż dostęp do niej jest w dużej mierze ograniczony. Rozwijane przez autorów testowanej aplikacji algorytmy poddawane są krytyce środowiska klinicystów (reprezentujących decydentów w dziedzinie medycyny) ze względu na demokratyzowanie (bądź też uprzedmiotowienie) przez e-rozwiązania relacji pacjent – lekarz. Testowana aplikacja nie jest tylko przeznaczona dla pacjenta, gdyż lekarz (pielęgniarka) również będzie mógł z niej skorzystać w celu oceny ryzyka pacjenta. Z drugiej strony rynek (reprezentowany głównie przez firmy farmaceutyczne), który sam również tworzy różnego rodzaju kalkulatory, nie jest zainteresowany komercjalizacją tego typu rozwiązań. Podsumowując należy stwierdzić, że kalkulator opracowany dla testowanej aplikacji e-medycznej mógłby uzupełniać inne aplikacje „improwizowane”, czy „alkoholowe” (np. aplikacje „(i)grasz” oraz „Połączenia CTRLowane”), czy też

zostać wykorzystany w programach edukacji seksualnej wobec osób powyżej „wieku zgody” (UNFPA, 2014) lub w poradnictwie HIV/AIDS.

Podziękowania

Autorzy pragną wyrazić wdzięczność Magdalenie Rosińskiej z PZH - Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego, Dominikowi Olejniczakowi z Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego oraz Damianowi Marchewce ze Spons Iuventy za konsultacje jak również za wsparcie NCBiR z projektu IS-2/195/NCBR/2015 oraz COST: CA15120 i CA15109.

Literatura

- Camitz, M. (2010). *Computer Aided Infectious Disease Epidemiology - Bridging to Public Health*, Praca doktorska, Karolinska Institutet, Stockholm
- CDC (2013), Fact Sheet on Incidence, Prevalence, and Cost of Sexually Transmitted Infections in the United States, (<https://www.cdc.gov/std/stats/STI-Estimates-Fact-Sheet-Feb-2013.pdf>) Dostęp 18.04.2018
- CDC (2018), HIV Risk Reduction Tool, (<https://wwwn.cdc.gov/hivrisk/>) Dostęp 18.04.2018
- Czerwinski, M., Niedzwiedzka-Stadnik, M., Zielicka-Hardy, A., Tomusiak, A., Sackowska-Todys, M., Zielinski, A., ... & Rosinska, M. (2018). Genital Chlamydia trachomatis infections in young adults—a school-based bio-behavioural study in urban areas, Poland, 2012 to 2015. *Eurosurveillance*, 23(6).
- Dora, M. (2013). Lepiej nie mówić. O edukacji seksualnej w Polsce. *Przegląd Pedagogiczny*, (2), 101-107.
- EndingHIV (2018), RISK CALCULATOR (<https://endinghiv.org.au/stay-safe/risk-calculator/>) Dostęp 18.04.2018
- Gigerenzer, G., & Edwards, A. (2003). Simple tools for understanding risks: from innumeracy to insight. *British Medical Journal*, 327(7417), 741-744.
- Gigerenzer, G., Hoffrage, U., & Ebert, A. (1998). AIDS counselling for low-risk clients. *AIDS care*, 10(2), 197-211.
- Helbing, D., Brockmann, D., Chadefaux, T., Donnay, K., Blanke, U., Woolley-Meza, O., ... & Perc, M. (2015). Saving human lives: what complexity science and information systems can contribute. *Journal of statistical physics*, 158(3), 735-781.
- Hinc, S. (2009). Pierre Bourdieu o edukacji i społeczeństwie oraz reprodukcji kulturowej. *Przegląd Naukowo-Metodyczny. Edukacja dla bezpieczeństwa*, (3), 9-23.
- Holme, P., Edling, C. R., & Liljeros, F. (2004). Structure and time evolution of an Internet dating community. *Social Networks*, 26(2), 155-174.
- IPSOS, (2014). Diagnoza stanu wiedzy w zakresie HIV/AIDS oraz zakażeń przenoszonych drogą płciową (ZPDP) (<http://www.aids.gov.pl/pobierz/3310/>) Dostęp 18.04.2018
- Izdebski, Z (2012), *Seksualność Polaków*, Warszawa: MUZA SA
- James G, Steele N. (1999). *Advanced Modern Engineering Mathematics* (chapter 10: Epidemics and spread of diseases), Prentice Hall, s. 179-191.
- Jarynowski, A. (2009). Wirtualne aspekty nauki i techniki – (<http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,6648>) Dostęp 18.04.2018
- Jarynowski, A. (2013). Modelowanie epidemiologiczne na sieciach społecznych na przykładzie zakażeń szpitalnych (HAI) i chorób przenoszonych drogą płciową (STI). *Studia i Materiały Informatyki Stosowanej*, nr 10, s.13-21.
- Jarynowski, A., Serafimovic, A. (2014). Studying possible outcomes in a model of sexually transmitted virus (HPV) causing cervical cancer for Poland. *Advances in Intelligent System and Computing*, 229 (2), s. 129-141.
- Jarynowski, A., Grabowski, A. (2015). Modelowanie epidemiologiczne dedykowane Polsce, Portal CZM 9(6) (<http://www.czm.mif.pg.gda.pl/wp-content/uploads/fam/publ/jarynowski2.pdf>) 18.04.2018
- Jędrzychowski, W. (2002) *Podstawy Epidemiologii. Metody badań oraz materiały ćwiczeniowe*. Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego
- Kahneman, D. (2003). A perspective on judgment and choice: mapping bounded rationality. *American psychologist*, 58(9), 697-720.
- Korczyńska, M. R., Skonieczna, J., Kielan, A., Cieślak, I., & Olejniczak, D. (2016). Edukacja zdrowotna w zakresie HIV/AIDS prowadzona przy pomocy portali społecznościowych. *Journal of Education, Health and Sport*, 6(2), 267-274.
- Leibovici, L., Kariv, G., Paul, M. (2013). Long-term survival in patients included in a randomized controlled trial of TREAT, a decision support system for antibiotic treatment. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 68(11):2664-6.
- Lew-Starowicz, Z (2010), *Podstawy Seksuologii*, Warszawa: PZWL
- Lu, X. (2013). *Respondent-driven sampling: theory, limitations & improvements*, Praca doktorska, Karolinska Institutet, Stockholm
- Mijas, M. (2016). Założenia metodologiczne badania „Analiza sposobów prezentowania HIV i osób żyjących z HIV w mediach ogólnopolskich”. W: M. Mijas, M., Dora, M., Brodzikowska, S.M, Żołądek S. (red.). *Język, media, HIV: obraz zakażenia i osób seropozytywnych w artykułach prasowych* (s. 61-72). Kraków: Stowarzyszenie Profilaktyki i Wsparcia w zakresie HIV/AIDS “Jeden Świat.”
- NU Naciones Unies – Organizacja Narodów Zjednoczonych, (1952) *Recueil des Traités*, vol. 96, p. 271.

- NSW Health (2018). Notyfikacje zakażeń (<http://www.health.nsw.gov.au/Infectious/Pages/notification.aspx>) Dostęp 18.04.2018
- Pokojska, J. (2015). *Agentki cyfrowej zmiany – kompetencje cyfrowe kobiet w Polsce, raport* DeLab UW (<http://www.delab.uw.edu.pl/pl/portfolio-items/agentki-cyfrowej-zmiany-kompetencje-cyfrowe-kobiet-w-polsce/>) Dostęp 18.04.2018
- StudjUJ bezpiecznie* (2012), Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego
- Stec, M. (2015). *Postawy i potrzeby informacyjno-edukacyjne w kontekście zakażeń przenoszonych drogą płciową, w tym HIV/AIDS*, raport MILLWARD BROWN (<http://www.aids.gov.pl/pobierz/3312/>) Dostęp 18.04.2018
- STI, (2018). Smittskyddsinstutetet: Klamydiainfektion (<https://www.folkhalsomyndigheten.se/folkhalsorapportering-statistik/statistikdatabaser-och-visualisering/sjukdomsstatistik/klamydiainfektion/>) Dostęp 18.04.2018
- Szmigielska, B., Wolski, K. i Jaszczak, A. (2012). Modele wyjaśniające zachowania użytkowników internetu. *E-mentor*, 3 (45), s 16-24.
- Sznajd-Weron, K. (2002). Seks według wzoru. *Wiedza i Życie*, (04), 46-50.
- UNFPA - United Nations Population Fund. (2014). UNFPA Operational Guidance for Comprehensive Sexuality Education (http://www.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/UNFPA_OperationalGuidance_WEB3.pdf) 18.04.2018

APPENDIX Wybrane źródła danych medycznych do aplikacji

Źródła danych parametrów – Prawdopodobieństwo zakażenia w kontakcie z zakażonym

Działanie	Surowe ryzyko (1)	Użycie prezerwatywy zredukowane ryzyko (2)	Inne STD u siebie jako (risk ratio) (3)	Inne STD u partnera (risk ratio) (4)
Analny odbiorczy	138	72	2,65	2,58
Analny inwazyjny	11	63	2,65	2,58
Waginalny inwazyjny	8	80	2,65	2,58
Waginalny odbiorczy	4	80	2,65	2,58

Tabela. Ryzyko surowe na 10000 aktów seksualnych oraz skalowane Risk Ratio (Ryzyko względne)

Źródła danych parametrów – Prewalencja (ang. prevalence) – szansa na kontakt z zakażonym:

- Risk Ratio dla kategorii: Liczba partnerów (hetero) (5): Poniżej przeciętnej 16/20, Średnio 1, Powyżej przeciętnej 20/16
- Prewalencja u wybranych kategorii: MSM w USA ~8.3% (6), MSM w krajach bogatych 6-12% (8), Transgender ~14% (7)
- Risk Ratio dla Zażywania narkotyków: (5) Narkotyki iniekcyjne x2
- Risk Ratio kategorii Liczba partnerów (MSM) (9): Poniżej przeciętnej – ½; Średnio 1; Powyżej przeciętnej 2
- Prewalencja średnia (18-49) za (10) Polska – 0,1%; Były ZSSR – 1,1-0,4% ; Bogate rozwinięte – 0.2-0.8%; Czarny/biały (Bogate rozwinięte) USA 10:1 CDC: HIV Surveillance Reports (w innych badaniach 5:1); Afryka 2-20%; Liga Arabska 0,1-0,3%; ASOAN 0,1-1.2%; Daleka Azja 0,2%; Ameryka Środkowa 0,9-1,8%; Ameryka Płd 0,3-0,6%

(1) Patel, P., Borkowf, C. B., Brooks, J. T., Lasry, A., Lansky, A., & Mermin, J. (2014). Estimating per-act HIV transmission risk: a systematic review. *AIDS*, 28(10), 1509-1519. doi: 10.1097/QAD.0000000000000298

(2) Smith, D. K., Herbst, J. H., Zhang, X., & Rose, C. E. (2015). Condom effectiveness for HIV prevention by consistency of use among men who have sex with men in the United States. *J Acquir Immune Defic Syndr*, 68(3), 337-344. doi: 10.1097/QAI.0000000000000461

(3) Hughes, J. P., Baeten, J. M., Lingappa, J. R., Magaret, A. S., Wald, A., de Bruyn, G., . . . Partners in Prevention, H. S. V. H. I. V. T. S. T. (2012). Determinants of per-coital-act HIV-1 infectivity among African HIV-1-serodiscordant couples. *J Infect Dis*, 205(3), 358-365. doi: 10.1093/infdis/jir747

(4) Gray, R. H., Wawer, M. J., Brookmeyer, R., Sewankambo, N. K., Serwadda, D., Wabwire-Mangen, F., . . . Rakai Project, T. (2001). Probability of HIV-1 transmission per coital act in monogamous, heterosexual, HIV-1-discordant couples in Rakai, Uganda. *Lancet*, 357(9263), 1149-1153. doi: 10.1016/S0140-6736(00)04331-2

(5) Shisana, Olive. South African national HIV prevalence, HIV incidence, behaviour and communication survey 2005. (2005) HSRC press.

(6) Holmberg, Scott D. "The estimated prevalence and incidence of HIV in 96 large US metropolitan areas." *American Journal of Public Health* 86.5 (1996): 642-654.

(7) Valleroy, Linda A., et al. "HIV prevalence and associated risks in young men who have sex with men." *Jama* 284.2 (2000): 198-204.

(8) Sullivan, Patrick S., et al. "Reemergence of the HIV epidemic among men who have sex with men in North America, Western Europe, and Australia, 1996–2005." *Annals of epidemiology* 19.6 (2009): 423-431.

(9) Marks, Gary, Nicole Crepaz, and Robert S. Janssen. "Estimating sexual transmission of HIV from persons aware and unaware that they are infected with the virus in the USA." *Aids* 20.10 (2006): 1447-1450.

(10) WHO (CIA factsheets) (<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>) Dostęp 31.07.2017