# Wykorzystanie Ethereum do Budowy Zdecentralizowanej Aplikacji

Wojciech Korzeniowski

Instytut Informatyki
Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Politechnika Warszawska
http://www.ii.pw.edu.pl/

**Streszczenie** Opis smart kontraktów zdefiniowanych na platformie Ethereum. Przykład wykorzystania Ethereum do zrealizowania zdecentralizowanego systemu do głosowania. Koniec artykułu zostanie poświęcony poszczególnym zagrożeniom wynikającym z wykorzystania smart kontraktów wraz z konsekwencjami ich przeoczenia

**Słowa Kluczowe:** Ethereum · Smart kontrakt · Blockchain · Decentralized Application · DApp

## 1 Ethereum

Ethereum jest zdecentralizowaną platformą dla aplikacji które działają dokładnie tak jak zostały zdefiniowane bez możliwości oszustwa, cenzury czy interwencji stron trzecich[1]. Została stworzona przez rosyjskiego programistę nazywającego się Vitalik Buterin.

Ether jest kryptowalutą wykorzystywaną na platformie Ethereum. Pod względem wartości rynkowej jest drugą co do wielkości kryptowalutą na świecie, zaraz po Bitcoinie[1].

To co wyróżnia Ethereum na tle Bitcoina to fakt iż pozwala on na definiowanie smart kontraktów. To z kolei umożliwia tworzenie nowego rodzaju aplikacji nazywanych DApp, czyli Decentralized Application, co w wolnym tłumaczeniu z języka angielskiego oznacza "zdecentralizowana aplikacja". Są to aplikacje które wykorzystują smart kontrakty, lub bardziej ogólnie blockchain, jako miejsce do przechowywania danych aplikacji.

## 2 Smart kontrakt

Smart kontrakt jest kolejnym etapem rozwoju technologii blockchain. Można znaleźć tłumaczenia które opisują smart kontrakt jako cyfrowy zapis umowy która w odpowiednich warunkach realizuje ustaloną akcję. Z technicznego punktu widzenia jest to zbiór danych oraz funkcji które mogą operować na danych i

[1] Według serwisu https://coinmarketcap.com/, stan na 2.06.2018

są jedynym sposobem na ich zmianę. Wywołania niektórych funkcji wymagają przekazania Etheru który może być przechowywany w smart kontrakcie jak w zwykłym portfelu lub być przekazanym dalej wraz z wywołaniem innej funkcji. Ma to miejsce na przykład w grach hazardowych gdzie aby wywołać funkcję losu należy przekazać ustaloną kwotę Etheru jako opłatę za los. W Ethereum smark kontrakty definiuje się wykorzystując język Solidity[3]

Istotną cechą która wynika z architektury blockchainu jest fakt iż smart kontrakt który został utworzony na blockchainie nie może zostać zmieniony. Jest to bardzo istotne ze względu na bezpieczeństwo tworzonej aplikacji. Jeżeli popełnimy błąd w definicji kontraktu nie ma możliwości jego naprawy. Jedyne co można zrobić to utworzyć nowy kontakt i zaprzestać korzystania z jego starej wersji. Takie rozwiązanie nie zawsze jest satysfakcjonujące, szczególnie jeżeli do starej wersji kontraktu przypisany jest Ether a nie utworzyliśmy funkcji która pozwala na jego przekazanie do innego portfela. Z drugiej strony istnienie funkcji która pozwala na wybranie całego Etheru z kontraktu może wzbudzić podejrzenia co do intencji jego twórcy.

Funkcje zdefiniowane w smart kontrakcie można podzielić na 2 kategorie. Te które czytają dane i te które je zmieniają. Jako że dostęp do danych z blockchainu jest publiczny i można stworzyć własny węzeł który jest pełną kopią blockchainu, dane można odczytać w każdej chwili. Inaczej jest w przypadku funkcji która modyfikuje stan kontraktu lub samego tworzenia konraktu. Wynika to z faktu iż każdy z węzłów w sieci musi wywołać tę funkcję aby potwierdzić czy inne węzły również ją wykonały i stan blockchainu po wywołaniu funkcji się zgadza między węzłami. Fakt iż musimy wykonać tę funkcję na wszystkich węzłach powoduje że za jej wywołanie, wołający musi zapłacić. Walutą w której dokonuje się opłaty jest Gas który jest kupowany podczas zlecania wywołania funkcji za Ether.

Ilość Gasu potrzebnego do wywołania funkcji jest proporcjonalna do złożoności obliczeniowej wołanej funkcji. Cena Gasu zależy od aktualnego obciążenia sieci oraz od tego czy chcemy aby nasza funkcja została wywołana jak najszybciej.

Wywołania funkcji, utworzenie smart kontraktu oraz transfer Etheru na inne konto nazywamy transakcją. Wszystkie transakcje trafiają do puli transakcji (ang. Transaction Pool). Transakcje z puli są akceptowane zaczynając od tych za które jest największa opłata ponieważ te są najbardziej korzystne dla kopaczy odpowiedzialnych za utrzymanie konsensusu.

### 2.1 System do głosowania

Smart kontrakty mogą zostać wykorzystane do zbudowania systemu do tajnego głosowania. Organizator głosowania tworzy umowę z osobami uprawnionymi do głosowania która pozwala uprawnionym na oddanie dokładnie jednego głosu. Następnie, po zamknięciu głosowania, opcja która zebrała najwięcej głosów zostaje zwycięzcą głosowania.

Zastanówmy się najpierw jakie są problemy w organizowaniu głosowania bez smart kontraktów. Przede wszystkim należy zadbać o to aby głos mogła oddać tylko osoba do tego upoważniona oraz aby każda z tych osób mogła oddać

tylko jeden głos. Kolejnym problemem jest sposób w jaki głosy są liczone. Jak powiedział Józef Stalin: "Nieważne, kto głosuje, ważne, kto liczy głosy."

Powyższe problemy w przypadku głosowań w Polsce rozwiązywane są przez Państwową Komisję Wyborczą która organizuje i pilnuje porządku głosowania. Tworzone są okręgowe komisje wyborcze których odpowiedzialnością jest kontrolowanie czy osoba oddająca głos jest do tego uprawiona. Następnie komisja skrutacyjna liczy głosy po czym ogłaszany jest wynik głosowania.

Takie rozwiązanie wymaga istnienia tak zwanej "zaufanej trzeciej strony". W przypadku wyborów w Polsce jest to PKW. Obywatele muszą zaufać że komisja w poprawny sposób zorganizuje i przeprowadzi głosowanie a następnie bezbłędni policzy głosy i ogłosi zwycięzcę. Nie raz pojawiały się różnego rodzaju kontrowersje co do sposobu przeprowadzania wyborów. Na przykład podczas wyborów samorządowych 2014 opóźnione było ogłoszenie wyników. PKW tłumaczyła to awarią systemów informacyjnych jednak co bardziej podejrzliwi obywatele wyczuwali w tym spisek. Dodatkowo obywatele muszą ufać że każda z okręgowych komisji wyborczych będzie przestrzegać prawa i nie nadużyje swoich kompetencji aby sfałszować organizowane wybory.

W przypadku głosowania zrealizowanego na smart kontraktach nie ma potrzeby istnienia zaufanej trzeciej strony. Można zdefiniować kontrakt którego definicja jest publicznie dostępna i każdy może sprawdzić w jaki sposób zbierane są głosy oraz jak są one zliczane. Wymaganie aby każdy z uprawionych mógł zagłosować tylko jeden raz można zrealizować poprzez przekazanie każdemu uprawnionemu jednego tokenu do głosowania który nie może być przekazany dalej. Osoba która wykorzystuje swój token do zagłosowania wywołuje odpowiednią funkcję na kontrakcie do głosowania w efekcie czego liczba głosów na wybraną opcję zwiększa się.

Jedną z głównych zalet realizacji systemu głosowania opartego na blockchainie jest jego transparentność. Ponieważ dane zapisane na blockchainie są publicznie dostępne do odczytu każdy z zainteresowany może sprawdzić jak przebiegało głosowanie oraz jaki jest jego aktualny stan. Ponadto technologia blockchain gwarantuje że dane zapisane w blockchainie nie zostaną zmienione więc nie ma możliwości fałszowania wyników.

## 3 Token

Tokenem w świecie Ethereum nazywamy nową "kryptowalutę" która istnieje na blockchainie Ethereum. Istnieje przyjęty interfejs tokenu o nazwie 'ERC20' którego implementacja musi definiować między innymi całkowitą liczbę tokenów, nazwę oraz zasady przekazywania go innym użytkownikom.

Tokeny mogą być wykorzystane do zbiórki pieniędzy co jest nazywane ICO (Initial Coin Offering) i jest odpowiednikiem określenia IOP (Initial Public Offering) znanego giełd papierów wartościowych. Przypuśćmy że właściciel startupu potrzebuje dofinansowania do swojego biznesu. Może on utworzyć token który następnie będzie sprzedawał za Ether. W ten sposób twórca pozyskuje Ether którym może płacić lub wymienić na inną walutę. Natomiast kupujący w zależności

od przyjętej polityki ICO, może otrzymać udziały w startupie lub możliwość wykorzystania tokenu w zamian za usługę realizowaną przez biznes twórcy tokenu. Podczas ICO cena tokenu jest ustalana przez jego twórce, w późniejszym czasie jego wartość jest weryfikowana przez rynek.

## 4 Komunikacja z siecią Ethereum

Sieć Ethereum[2] składa się z węzłów które komunikują się ze sobą aby ustalić wspólną wersję blockchainu. Jest to nazywana ustaleniem konsensusu i jego zasady nie są opisane w niniejszym artykule. Węzeł to serwer który posiada lokalną kopię blockchainu od początku istnienia Ethereum wraz ze wszystkimi transakcjami i smart kontraktami które zostały na nim zapisane. Ponadto węzeł implementuje protokół JSON-RPC poprzez który następuje komunikacja klienta z węzłem. Jednym z bardziej znanych klientów jest klient napisany w języku JavaScript o nazwie Web3.js[2]. Wykorzystując go można stworzyć aplikację działającą w przeglądarce która komunikuje się bezpośrednio z węzłem Ethereum.

Aby utworzyć własny węzeł Ethereum można wykorzystać oficjalną implementację węzła którą można pobrać z serwisu Github[3]. Nie jest to jednak konieczne jeżeli chcemy zacząć przygodę z tworzeniem smart kontraktów. Serwis Infura[4] udostępnia za darmo publiczny węzeł który można wykorzystać do komunikacji z siecią Ethereum.

Aby utworzyć własny kontrakt w sieci można skorzystać z narzędzia Remix[5]. Jest to edytor w którym można napisać własny kontrakt a następnie z poziomu przeglądarki utworzyć jego kopię na blockchainie. Aby możliwe było utworzenie kontraktu na blockchainie twórca musi musi ponieść koszt utworzenia kontraktu. W przypadku narzędzia Remix oraz innych aplikacji przeglądarkowych wykorzystujących klienta Web3.js można skorzystać z wtyczki do przeglądarki o nazwie Metamask[6].

Technicznie Metamask wstrzykuje do strony globalny obiekt JavaScript o nazwie web3 który jest wykorzystywany do dalszej interakcji z blockchainem. Podczas tworzenia nowego smart kontraktu lub wywoływania funkcji która wymaga zapłaty pojawia się okienko które wymaga potwierdzenia czy chcemy wykonać daną akcję za określoną opłatą.

## 5 Architektura aplikacji

Najprostszą architekturą DApp jest klient działający w przeglądarce który komunikuje się bezpośrednio z wybranym węzłem. Inną możliwością jest stworzenie własnego serwera który komunikuje się z węzłem oraz aplikację przeglądarkową

[2] https://github.com/ethereum/web3.js/
[3] https://github.com/ethereum/go-ethereum
[4] https://infura.io/
[5] https://remix.ethereum.org/
[6] https://metamask.io/

komunikującą się tylko z naszym serwerem bez bezpośredniej komunikacji z węzłem. Takie rozwiązanie może być wykorzystane w celu przyspieszenia aplikacji aby nie odpytywać węzeł o dane za każdym razem tylko przechowywać je w pamięci podręcznej na serwerze.

Innym sposobem na wykorzystanie blockchainu jest wykorzystanie go tylko do przechowywania wartości funkcji skrótu danych które trzymamy w innym miejscu. Takie podejście stosowane jest ze względu na fakt że zapis do blockchainu kosztuje proporcjonalnie do złożoności obliczeniowej wywoływanej funkcji a w przypadku zapisu wartości funkcji skrótu koszt jest stały oraz nie zależy od ilości danych z których powstał skrót. Blockchain w takim przypadku służy tylko do weryfikacji czy dane które odczytujemy zgadzają się z danymi które zostały "podpisane" poprzez zapisanie ich skrótu na blockchainie.

## 6 Bezpieczeństwo

Dane aplikacji są najczęściej centralnym punktem stworzonej aplikacji. Utrata danych może spowodować że aplikacja staje się mniej wygodna w użytkowaniu[5] lub sprawa że użytkownicy tracą zaufanie stracić zaufanie do aplikacji[4].

Innym z problemów jest wyciek danych[6]. W mojej opinii jest to gorszy scenariusz niż usunięcie danych ponieważ użytkownicy aplikacji (w przykładach z cytowanego artykułu - studenci) są narażeni na Jeżeli natomiast nastąpi wyciek danych zaufanie do twórców aplikacji maleje co może spowodować odpływ użytkowników.

Ciężko ocenić który ze scenariuszy jest gorszy. Usunięcie danych może sparaliżować pracę użytkownika aplikacji lub nawet nieść konsekwencje prawne w przypadku utraty wrażliwych danych które są nie do odzyskania np. Dokumentacji podatkowych[7]. W przypadku utraty danych możemy przewidzieć jakie konsekwencje się z tym wiążą. Inaczej jest gdy nastąpi wyciek danych. Wyciek niesie niebezpieczeństwa które ciężko jest przewidzieć. Zdarzają się sytuacje w których serwis, świadomie lub nie, udostępnia czyjeś dane osobowe. W takim przypadku ciężko jest przewidzieć w jaki sposób takie dane zostaną użyte. Jedną z takich wpadek zaliczyło Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe które pozwalało na pobranie imienia, nazwiska oraz adresu zamieszkana po podaniu numeru PESEL[8]. W niepowołanych rękach danie dane mogą stwarzać realne niebezpieczeństwo dla dzieci które ogranicza tylko wyobraźnia atakującego.

Wykorzystanie technologii blockchain pozwala ograniczyć wymienione powyżej zagrożenia ponieważ usunięcie danych z blockchainu jest niemożliwe. Ciężko też mówić o wycieku danych ponieważ dane zapisane na blockchainie są publicznie dostępne. Oczywiście jeżeli chcemy przechowywać dane wrażliwe na blockchainie muszą one być zaszyfrowane i możliwe do odczytu tylko dla odpowiednich osób. Jeżeli szyfrowanie zostanie zrealizowane błędnie lub sam klucz szyfrujący zostanie przejęty przez atakującego możemy mówić o wycieku danych.

Dodatkowo jak wspomniałem w rozdziale 5, DApp może wykorzystywać tradycyjne bazy danych takie jak relacyjne czy NoSQL. W takim przypadku twórcy

aplikacji muszą brać pod uwagę zarówno niebezpieczeństwa związane z wykorzystaniem wybranej bazy danych jak i te wynikające z użycia blockchainu które omówię w kolejnych podrozdziałach.

TODO [10]

### 6.1 Generowanie liczb pseudolosowych

[9]

## 7 Podsumowanie

Podsumowując, system do głosowania wykorzystujący blockchain nie wymaga istnienia zaufanej trzeciej strony co jest główną ideą przyświecającą smart kontraktom. Dzięki spisaniu zasad umowy w sposób jednoznaczny w interpretacji oraz gwarancji wykonania danych akcji po spełnieniu wcześniej przyjętych warunków możemy zawrzeć umowę z kimś komu nie musimy ufać bez potrzeby pośrednika w postaci notariusza.

#### Third Section

*Fourth Level* Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit.

## Literatura


1. Ethereum Homepage, `https://www.ethereum.org/`
2. Ethereum Homestead `http://www.ethdocs.org/en/latest/`
3. Solidity - dokumentacj `https://solidity.readthedocs.io/en/v0.4.24/`
4. Awaria w Nazwa.pl – klienci stracili dane, także z backupów, `https://niebezpiecznik.pl/post/awaria-w-nazwa-pl-klienci-stracili-dane-takze-z-backupow/`
5. Teatr Współczesny zhackowany? Niestety to nie happening `https://niebezpiecznik.pl/post/awaria-w-nazwa-pl-klienci-stracili-dane-takze-z-backupow/`
6. Wyszukiwarki studentów, publiczna lista usterek i niebezpieczne punkty ksero, czyli uczelnianych wpadek cz. IV `https://niebezpiecznik.pl/post/wyszukiwarki-studentow-publiczna-lista-usterek-i-niebezpieczne-punkty-ksero-czyli-uczelniany`
7. Skutki utraty dokumentacji podatkowej `http://www.ordynacjapodatkowa.pl/artykul,1679,5273,skutki-utraty-dokumentacji-podatkowej.html`
8. Jak pozyskać dane osobowe i adresy dzieci z twojej okolicy? `https://niebezpiecznik.pl/post/jak-pozyskac-dane-osobowe-i-adresy-dzieci-z-twojej-okolicy/`
9. Predicting Random Numbers in Ethereum Smart Contracts `https://blog.positive.com/predicting-random-numbers-in-ethereum-smart-contracts-e5358c6b8620`
10. OpenZeppelin `https://github.com/OpenZeppelin/zeppelin-solidity`

## 8 Takie tam przydatne przykłady

**Definition 1.** *text*

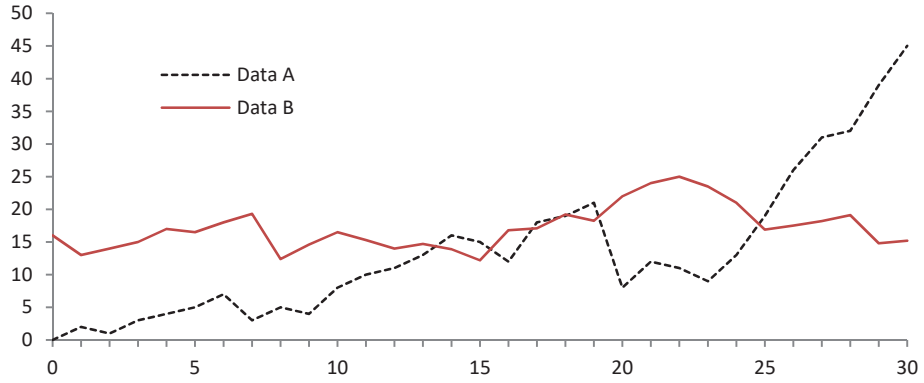
*Case 1.* text

*Dowód.* text

Widać na równaniu:

$$x + y = z \tag{1}$$

Please try to avoid rasterized images for line-art diagrams and schemas. Whenever possible, use vector graphics instead (see Fig. 1).




**Rysunek 1.** A figure caption is always placed below the illustration. Please note that short captions are centered, while long ones are justified by the macro package automatically.

Tabla 1 przedstawia że działa.

**Tabela 1.** Table captions should be placed above the tables.

| Heading level | Example | Font size and style |
|---|---|---|
| Title (centered) | **Lecture Notes** | 14 point, bold |
| 1st-level heading | **1 Introduction** | 12 point, bold |
| 2nd-level heading | **2.1 Printing Area** | 10 point, bold |
| 3rd-level heading | **Run-in Heading in Bold.** Text follows | 10 point, bold |
| 4th-level heading | *Lowest Level Heading.* Text follows | 10 point, italic |