

Blockchain pre sledovateľnosť potravín*

Simona Kubicseková, Dominik Kužma, Maroš Kvietok

Slovenská technická univerzita v Bratislave

Fakulta informatiky a informačných technológií

30. september 2025

Abstrakt

Dodávateľské reťazce v agropotravinárskom priemysle sú zložité a za- hŕňajú veľký počet aktérov. Spotrebiteľia sa čoraz viac zaujímajú o pôvod a kvalitu potravín, čo vyvoláva tlak na producentov a distribútorov, aby poskytvali transparentné a overiteľné informácie.

Táto štúdia sa zameriava na využitie technológie blockchain ako decentralizovaného rámca na zlepšenie sledovateľnosti potravín. Navrhovaný systém umožňuje monitorovanie potravinových výrobkov v reálnom čase od pôvodu až po spotrebu, čo by účinne obmedzovalo riziko a dopad kontaminácie potravín, pretože by umožnil rýchlu a presnú identifikáciu zdroja problému.

Štúdia uplatňuje analytický prístup, ktorý kombinuje literárnu rešerš, návrh modelu blockchainového systému a prípadovú štúdiu z praxe agro- potravinárskeho sektora.

Očakávaným prínosom je zvýšenie dôvery spotrebiteľov, zníženie administratívnych nákladov a podpora udržateľných postupov v potravinárstve. Implementácia blockchainu môže tiež uľahčiť spoluprácu medzi aktérmi a zabezpečiť lepšiu transparentnosť v celom hodnotovom reťazci.

*Semestrálny projekt v predmete Metódy inžinierskej práce, ak. rok 2025/26, vedenie: Ivan Kapustík

Obsah

1	Úvod	3
2	Teoretický rámec	3
2.1	Základné pojmy	3
2.2	Blockchain	3
2.3	Sledovateľnosť potravín (Food Traceability)	4
3	Integrácia blockchainu do sledovania potravín	5
4	Prípadové štúdie / praktické príklady	5
5	Záver	5

1 Úvod

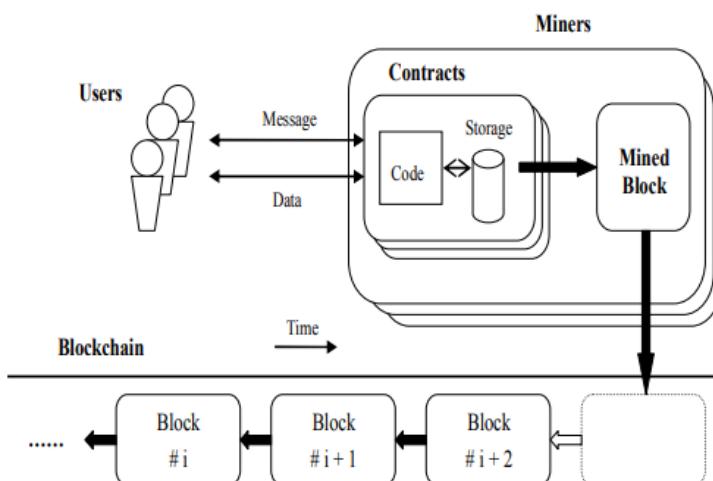
2 Teoretický rámec

2.1 Základné pojmy

2.2 Blockchain

Technológia *blockchain* predstavuje spôsob uchovávania dát v decentralizovanej sieti, ktorý eliminuje potrebu centrálneho sprostredkovateľa. Vznikla v roku 2008 ako súčasť návrhu kryptomeny Bitcoin, no odvtedy sa jej využitie rozšírilo do mnohých oblastí – od bankovníctva až po verejnú správu.

Blockchain možno v jednoduchej forme predstaviť ako reťaz blokov (ako môžeme vidieť na obrázku 1), kde každý blok obsahuje súbor transakcií a odkaz (tzv. hash) na predchádzajúci blok. Tento mechanizmus zabezpečuje, že žiadny blok nemožno späť zmeniť bez narušenia celej štruktúry reťazca. Takto sa vytvára dôveryhodný a nemenný záznam udalostí, ktorý je navyše distribuovaný medzi všetkými účastníkmi siete.



Obr. 1: Zjednodušená architektúra blockchainu

Jednou z hlavných výhod blockchainu je jeho *transparentnosť*. Každý účastník siete môže overiť údaje bez nutnosti dôvery v konkrétnu autoritu. Tento princíp je užitočný všade tam, kde je dôležité zabezpečiť integritu informácií – napríklad v logistike, energetike, či evidencii majetku. Naopak, nevýhodou býva energetická náročnosť niektorých mechanizmov a obmedzená rýchlosť spracovania transakcií.

V posledných rokoch sa výskum zameriava na efektívnejšie modely, ako sú *Proof of Stake* alebo *Byzantine Fault Tolerance*, ktoré umožňujú rýchlejšie a ekologickejšie spracovanie údajov. Tieto prístupy robia blockchain atraktívnym aj pre oblasti mimo finančného sektora, napríklad pre zdravotníctvo či verejné registre [3].

V súčasnosti sa blockchain skúma aj ako nástroj pre transparentnosť a dôveryhodnosť v rámci dodávateľských reťazcov, kde umožňuje bezpečné zdieľanie údajov medzi nezávislými aktérmi. Aj keď jeho implementácia prináša technické a organizačné výzvy, je považovaný za perspektívnu technológiu s potenciálom zásadne zmeniť spôsob, akým pracujeme s dátami.

2.3 Sledovateľnosť potravín (Food Traceability)

Na poznatkoch o fungovaní technológie *blockchain* je možné ďalej stavať pri jej uplatnení v konkrétnych oblastiach, kde je transparentnosť a dôveryhodnosť údajov mimoriadne dôležitá. Jednou z takýchto oblastí je *sledovateľnosť potravín* (*food traceability*), ktorá sa v súčasnosti stáva jednou z kľúčových témat v oblasti potravinovej bezpečnosti a riadenia dodávateľských reťazcov.

Globalizácia a technologický pokrok spôsobili, že potraviny prechádzajú cez množstvo aktérov, hraníc a procesov, čo výrazne zvyšuje riziko podvodov, neefektívnosti a ohrozenia kvality. Tradičné systémy, ktoré sa spoliehajú na papierové záznamy, čiarové kódy alebo fragmentované databázy, často nedokážu zabezpečiť dostatočnú transparentnosť a spoľahlivosť. V tejto situácii sa *blockchain* javí ako perspektívna technológia, ktorá môže zásadne zmeniť fungovanie potravinových dodávateľských reťazcov. Jeho základné vlastnosti – nemennosť, transparentnosť a odolnosť voči manipulácii – umožňujú vytvoriť systém, v ktorom je možné sledovať cestu potraviny od pôvodu až po konečného spotrebiteľa s vysokou mierou dôveryhodnosti [1].

V posledných rokoch sa koncept sledovateľnosti potravín rýchlo rozvíja, keďže rastie dopyt po bezpečných a overiteľných produktoch. Viaceré podniky a obchodné reťazce implementujú digitálne riešenia, ktoré umožňujú presne určiť pôvod a kvalitu potravín. Napríklad využitie blockchainu v potravinovom sektore dokázalo výrazne skrátiť čas potrebný na vysledovanie pôvodu produktu z niekoľkých dní na niekoľko sekúnd. Podobné systémy testujú aj ďalšie svetové spoločnosti, ktoré sa snažia zvýšiť dôveru spotrebiteľov a eliminovať falšovanie potravín. Tieto príklady potvrdzujú, že blockchain nie je len teoretickým konceptom, ale aj praktickým nástrojom, ktorý dokáže zlepšiť rýchlosť a spoľahlivosť vysledovateľnosti [2].

V rámci moderných riešení sa blockchain často kombinuje s technológiami Industry 4.0 a Web 3.0. Ide najmä o internet vecí (IoT), RFID, QR kódy, cloud computing a GPS. Tieto technológie umožňujú zber a prenos údajov v reálnom čase, ktoré sú následne zabezpečené a zdieľané prostredníctvom blockchainu. Zatiaľ čo niektoré pokročilé nástroje, ako umelá inteligencia, analýza veľkých dát, *edge computing*, IPFS či metaverzum, sa zatiaľ používajú len zriedka, práve ich prepojenie s blockchainom predstavuje potenciál pre sofistikovanejšie a efektívnejšie riešenia sledovateľnosti.

Zaujímavý smer predstavujú aj návrhy inteligentných systémov, ktoré kombinujú blockchain s umelou inteligenciou, cloudom a *big data* na znižovanie potravinového odpadu. Takéto prístupy ukazujú, že sledovateľnosť nemusí byť len o spätnej kontrole pôvodu, ale aj o aktívnom riadení tokov potravín, predchádzaní stratám a efektívnejšom využívaní zdrojov. V budúcnosti môžu podobné

modely umožniť rýchlejšie reakcie na krízy, lepšiu udržateľnosť a optimalizáciu celého dodávateľského reťazca.

Tieto princípy majú paralelky aj v iných odvetviach, kde sa blockchain využíva na zvýšenie dôvery a automatizáciu procesov, napríklad vo finančiach či logistike. Spoločným znakom je využitie distribuovaného registra a *smart kontraktov*, ktoré zabezpečujú transparentnosť a automatické vynucovanie pravidiel. V potravinovom sektore to znamená, že každý krok – od farmára cez spracovateľa až po obchodníka – môže byť zaznamenaný a overený bez možnosti dodatočnej manipulácie.

Na začiatku tohto projektu sa sledovateľnosť potravín chápe ako súbor technológií a procesov, ktoré umožňujú prepojiť údaje o pôvode, spracovaní a distribúcii potravín do jednotného, dôveryhodného systému. Cieľom je zvýšiť transparentnosť, udržateľnosť a bezpečnosť potravinového reťazca, pričom blockchain môže slúžiť ako technický základ pre tieto ciele.

3 Integrácia blockchainu do sledovania potravín

4 Prípadové štúdie / praktické príklady

5 Záver

Literatúra

- [1] Julio F. Gálvez, Juan C. Mejuto, and Jesús Simal-Gándara. Blockchain technology: Principles and applications in food traceability and quality control. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165993618301304>, 2018.
- [2] Feng Tian. A supply chain traceability system for food safety based on haccp, blockchain & internet of things. <https://fardapaper.ir/mohavaha/uploads/2017/11/A-Supply-Chain-Traceability-System-for-Food-Safety-Based-on-HACCP-Blockchain-Internet-of-Things.pdf>, 2017.
- [3] Zibin Zheng, Shaoan Xie, Hong-Ning Dai, Xiangping Chen, and Huaimin Wang. Blockchain challenges and opportunities: A survey. https://www.researchgate.net/publication/328271018_Blockchain_challenges_and_opportunities_a_survey, 2018.