

BLOKKLÁNC-TECHNOLÓGIA ALKALMAZÁSA AZ ELLÁTÁSI LÁNCOKBAN

Sipos Dániel

egyetemi hallgató, Miskolci Egyetem, Informatikai Intézet,
Alkalmazott Informatikai Intézeti Tanszék

3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: sipos.daniel@student.uni-miskolc.hu

Absztrakt

A blokklánc-technológia az elmúlt években jelentős érdeklődést váltott ki számos iparágban. Olyan iparágak átalakítására képesek, mint például a pénzügy, IoT-alkalmazások, ellátási láncok, ingatlan-szolgáltatások, a nemzetközi kereskedelem és még sok más terület. Ebben a cikkben bemutatásra kerül a blokklánc-technológia hatása az ellátási láncokra nézve. A technológia alkalmazásával lehetőség nyílik többek között a költséghatékonyság, a nyomkövethetőség vagy az átláthatóság problémáira megoldást adni. A blokkláncok alkalmazása alapjaiban változtathatja meg az ellátási láncok működését.

Kulcsszavak: blokklánc, ellátási lánc, okosszerződések

Abstract

Blockchain is a new technology that over the last few years was generating significant interest in various industries. The blockchains have the potential to transform diverse industries such as finance, IoT applications, supply chain, real estate, international trade and many others. This paper introduces the effects of blockchain technology on supply chain. By implementing blockchain, brings the opportunities in addressing the challenges of supply chain industries such as cost-efficiency, traceability or transparency. Implementing blockchain can revolutionize the way a supply chain works.

Keywords: blockchain, supply chain, smart contracts

1. Bevezetés

Satoshi Nakamoto 2008 októberében publikálta interneten keresztül a bitcoin működését elméletben bemutató dolgozatot, az úgynevezett white papert [1]. Az írás tartalmazza a bitcoin tranzakciók hiteles elszámolásáért felelős blokklánc technológiáét.

A blokklánc egy összetett kriptográfián alapuló, rekordrögzítő és szerződéskényszerítő technológia. Az adatok ún. blokkokba foglaltak, egy blokkban maximált mennyiségű adat tehető be. Az így blokkosított adatokból képezhető egy, csak erre az adathalmazra jellemző, de a teljes befoglalt adatnál lényegesen rövidebb ellenőrző kód. Ezek után a következő blokk elejére ezt a kódot építjük be, majd csak utána jön a többi adat, ami ezt a bizonyos következő blokkot alkotni fogja, és így tovább. Így végül az adatoknak egy adott láncolata keletkezik, amelyre az a jellemző, hogy ami adat ebben a láncolatban szerepel, az nem változtatható meg visszamenőleg sem direkt, sem véletlenül, mert akkor az egész blokklánc logikailag sérül. Ennek a ténynek az ellenőrzésére bárki képes, aki hozzáfér a blokklánchoz. Ebből tehát az következik, hogy az az adat, amely a blokkláncba bekerül, az valamilyen módon hitelesnek tekinthető és tekintendő.

Nick Szabo 2008-ban társakat keresett a blogján keresztül a Bit Goldhoz. A Bit Gold, a Szabo által javasolt formában [2] soha nem került bevezetésre, azonban kulcsfontosságú inspirációt jelentett Satoshi Nakamoto számára. Néhány hónappal később a bitcoin program elindításával Satoshi működés közben is bemutatta találmányát, majd pár éven belül hirtelen növekedésnek indult a népszerűsége. Ezzel párhuzamosan elkezdődött a mögöttes technológia potenciális alkalmazási területeinek a feltérképezése. Blokklánccal ugyanis tetszőleges nyilvántartás vezethető, nem csak a bitcoin tranzakcióké. Pontosan emiatt olyan értékes a találmány, hiszen hiteles, megbízható és mindig naprakész nyilvántartásra az élet rengeteg területén van szükség.

2. Blokklánc

Különböző típusú blokklánccok léteznek, attól függően, hogy a felhasználók milyen módon kívánnak interakcióba lépni velük, és az adataikhoz milyen kezelés/hozzáférés legyen biztosított.

Hozzáférés szerint:

1. **Publikus blokklánc:** tipikus példa a Bitcoin vagy az Ethereum hálózata. Bárki csatlakozhat a láncához, indíthat és validálhat tranzakciót [3]. A bányászok gyakran jutalomban részesülnek a validációért végzett munkájuk ellenében. Előnyei közé sorolható az átláthatóság és a hozzáférhetőség, azonban hátrányként számolhatunk a magas számítási igénnyel vagy felhasználástól függően könnyen idesorolhatjuk ismét az átláthatóságot. A számítási műveletek – amelyek a blokkok validációjához szükségesek – alapvetően jelentős tételt tesznek ki a költségoldalon, illetve a transzparencia egy nagyvállalati környezetben nem tekinthető ideálisnak, ahol üzleti titkok kiszivárgása nem megengedett. Elterjedt mechanizmus a Proof of Work (PoW), ezt azonban a hatalmas energiaigénye miatt hamarosan felválthatja a Proof of Stake (PoS).
2. **Privát blokklánc:** Alapvetően a blokklánc ötlete a nyilvános hozzáféréseken alapult, azonban idővel kialakult az igény a privát megvalósításra is. Ennél a típusnál a blokklánc tulajdonosa alkotja a szabályokat, ebből kifolyólag ő határozza meg a bányászatért járó díjazást vagy hogy ki az, aki jogosult a hálózathoz való hozzáféréshez. Más néven engedélyhez kötött hálózatnak is nevezik. Felhasználási területe, ahol szenzitív adatokat kezelnek, például pénzügyi vagy biztosítási szektor, egészségügy.
3. **Konzorciumi blokklánc:** A szereplők köre előre meghatározott, csak a meghívottak csatlakozhatnak új csomóponttal. A meghívottak egy része ismerheti a hálózaton részt vevő többi csomópontot, ellenben a nyilvános blokklánccal, ahol bárki csatlakozhat. Általában nem a teljes nyilvánosság számára érhető el, hanem csupán csak egy iparági szegmensben, bizonyos cégek számára nyújtanak platformot a digitális együttműködéshez [4]. Megvalósításra példa a Hyperledger [5], amelynek mechanizmusa a Proof of Elapsed Time (PoET) konszenzust támogatja [6]. Az Intel SGX hardveres támogatással is rendelkezik a technológiához [7].

Számos olyan projekt indult, ami a bitcoin nyílt és decentralizált jellegét megtartva képes nyilvántartást vezetni blokklánc alkalmazásával. Használhatják adattárolásra (pl. orvosi feljegyzések titkosított tárolására), földhivatali nyilvántartás vezetésére, virtuális részvények és kötvények adásvételének elszámolására vagy akár választásokat lebonyolító rendszerként (a leadott szavazatokat hitelesen tárolja, így nem lehet manipulálni a végeredményt). Ezek néhány kiragadott példák voltak a témérdek potenciális alkalmazás közül [29].

2.1. Smart contract

Mivel az emberi társadalom alapjai nagyrészt olyanokra épülnek mint a tulajdon és a szerződések – amelyeket általában az állam garantál a társadalom számára –, ezért azon gondolkodott, miképpen lehetne ezeket az építőelemeket átültetni az online térbe – az államok és erőszakszervezetek kiiktatásával [2].

Ennek az eredménye lett az „okosszerződés” elméleti koncepciója, amelyben informatikai protokollok digitálisan végzik a szerződések letárgyalását, majd érvényesítik azokat harmadik fél beiktatása nélkül [8]. Példák a gyakorlatban:

1. Az amerikai kiskereskedelemben a Walmart létrehozta saját food safety [9] megoldását, amivel lehetővé válik, hogy a beszállítói folyamatosan nyomon kövessék saját ellátási láncukat és ezzel értékes információkat szolgáltatassanak a Walmartnak, amin keresztül jelentősen fel lehet gyorsítani és túpontosá lehet tenni a szalmonella és hasonló bakteriális betegségek esetén azok forrásának beazonosítását. A betegség legkisebb gyanújára is azonnal le lehet venni az összes boltból az azonos forrásból, azonos ellátási útvonalon érkező élelmiszereket.
2. A tengerentúli fuvarozásra szakosodott MAERSK használatba vette a TradeLens [10] nevű rendszerét, aminek célja, hogy mindig pontos információkat lehessen szolgáltatni az ellátási láncok állapotáról, melyhez 234 tengeri kikötő és rakodópont adatait egyesítik. A rendszer több évtizedes fejlődést ugrik át egy lépésben.
3. Az Axa Biztosítónak volt egy blokkláncra épülő repülőjegy biztosítása. A Fizzy [11] egy olyan applikáció, amely smart contractot hozott létre, és független adatok alapján el tudta dönteni, hogy az adott repülőjárat késett vagy nem késett 2 órát a tervezetthez képest. Amennyiben késést állapított meg, akkor automatikusan kifizetésre került a kártérítés, bármilyen emberi beavatkozás nélkül. Az Axa nem egy saját hálózatot hozott létre, ahol a konszenzus erősen megkérdőjelezhető lett volna a célfelhasználás okán, hanem választott egy, már felhasználásra kész blokkláncot (Ethereum). A működését 2019-ben leállították.

3. Blokklánc alkalmazása az ellátási láncokban

3.1. Nyomonkövethetőség

A blokklánc-technológia alkalmazásával növelhető a hatékonyság az ellátási lánc iparágában, különösen a nyomonkövethetőség tekintetében. A blokklánc-technológia megvalósításával minden szereplő távolról nyomon követheti az összes információt az ellátási lánc mentén, például a nyersanyag minőségét, a megtett úton rögzített időbélyegeket, a gyártásban és forgalmazásban részt vevő különféle szereplőket.

A nyomonkövethetőség hozzájárulhat a termék biztonságához és a termékkel szembeni közbizalom növeléséhez. Ha valamilyen hibás termék eléri a fogyasztót, akkor a rendszer meghatározhatja, hogy melyik terméket kell eldobni anélkül, hogy a teljes termékcsaládot veszélyeztetné. Ez a holisztikus nyomonkövethetőségi modell képes csökkenteni a termékek visszahívásának költségeit, csökkenteni a folyamat hatékonyságát, és lehetővé teszi a kiskereskedők számára, hogy másodpercek alatt nyomon kövessék az egyes termékeket.

A blokkláncban minden tranzakció hash-kód formájában kerül rögzítésre, melyben rögzítettek a résztvevő felek, az ügylet részletei és az időbélyegző a hiteles fél digitális aláírásával. Az ellátási láncban az egyes termékeket vagy árukat egyedi sorozatszám, vonalkód vagy címke formájában ábrázolják [12]. Ezután a blokklánc titkosítja az adatokat és továbbításra kerülnek validálásra minden résztvevőhöz. Amint a többi társ érvényesként elfogadja a változtatásokat, a tranzakciós blokk hozzáadódik a digitális

főkönyvhöz. Ez a konszenzus biztosítja, hogy ha bármelyik blokkban bármilyen változás következne be, akkor a részt vevő felek nyilatkoznak annak elfogadásáról vagy elutasításáról az okosszerződésben foglaltak alapján.

3.2. Átláthatóság

A blokklánc ellensúlyozza az egymásnak ellentmondó információkat azáltal, hogy a főkönyvhöz nyílt hozzáférés biztosított, illetve az ellátási láncban haladó tételeket címkével látják el és a kezelés során regisztrálják [13].

A blokklánc jelentősen megkönnyíti az átláthatósággal kapcsolatos feladatokat az ellátási lánc iparágain keresztül az adatok változatlan nyilvántartásával, elosztott rendszerben való tárolásával és a felhasználók ellenőrzött hozzáféréssel [14]. A blokklánc-technológiát alkalmazó decentralizált elosztott rendszerek képesek összegyűjteni, tárolni és menedzselni az egyes termékek legfontosabb termékinformációit annak teljes élettartama alatt [14]. Ezt teszi lehetővé a decentralizált főkönyv, amely segítségével nyomon követhető és rögzíthető a termékek mozgása az ellátási láncban az eredettől a fogyasztóig. A nyomon követés lehetővé teszi az egyes elemek származásának és hitelességének közvetlen ellenőrzését, biztosítva az ügyfelek számára, hogy a releváns információk birtokában döntsenek egy adott termék megvásárlásával kapcsolatban [15]. Ennek eredményeként minimalizálható az igény a külső ellenőrök iránt, hatékonyabbá és megbízhatóbbá teszi az ellátási láncot azáltal, hogy csökkenti az időbeli késéseket, a hozzáadott költségeket és az emberi hibákat [16].

3.3. Fenntarthatóság

Más iparágakhoz hasonlóan az ellátási lánc iparára is egyre nagyobb nyomás helyeződik a társadalomtól a fenntartható üzleti gyakorlatok bevezetésére [18]. Az ellátási lánc iparát is okolják, hogy hozzájárul a globális felmelegedéshez a jelentős mennyiségű szén-dioxid-kibocsátással, mely a termék a gyártótól a fogyasztóig történő eljuttatása során keletkezik [17]. Ezért egyre nagyobb az igény az ellátási lánc zölddebbé tételére.

A veszélyes termékek és anyagok hatékony nyomon követése, a környezeti megfelelés az ellátási láncban szintén jól ellenőrizhető [17]. A technológia alkalmazásával pontosan nyomon követhetőek a hibás termékek, így csökkenthető a termékek visszahívásának és javításának szükségessége, ami szintén csökkenti az erőforrások felhasználását és a hulladék keletkezését.

A blokkláncon alapuló ellátási lánc hozzájárulhat az emberi jogok és a tisztességes munka biztosításához. Például a termékinformációk átlátható nyilvántartása biztosítja a vásárlókat arról, hogy a megvásárolt terméket ellenőrzött etikai forrásból szállítják és gyártják [19].

3.4. Bizalom

Az ellátási láncok kiterjesztése bizalmi aggodalmakat vetett fel a láncban részt vevő partnerek között. Az információk megosztására való hajlandóság és az egymásba vetett bizalom alacsony a nagy és többszintű ellátási láncokban [20]. Mivel az ellátási láncok egyre inkább globálissá válnak, a bizalmat szerves eszköznek tekintik a hosszú távú partnerségek kialakításához [13]. Ez a hiteles információmegosztás kritikus jelentőségűvé válik az ellátási lánc iparágaiban [21]. Mivel minden tevékenység rögzített, így egy kialakult vita gyorsan rendeződhet a könyvelt információk alapján [22].

A blokklánc kriptográfián alapuló, decentralizált és elosztott főkönyvre támaszkodik, így biztosított a bizalom a felek között. Az érvényesített tranzakciók egyazon főkönyvi verzióban léteznek, amellyel

minden résztvevő rendelkezik, így nem alakulhat ki konfliktus a tranzakciókat illetően, mivel korábban már megállapodás született azok érvényességéről [17].

3.5. Költséghatékonyság

A blokklánc-technológia több módon hozzájárulhat az ellátási lánc költséghatékonyságához, például csökkentve a harmadik feles közvetítő igényét, csökkentve a tranzakciós költségeket vagy minimalizálva az emberi hibákat [23].

Tegyük fel, hogy egy hagyományos ellátási láncban adott az A és a B részt vevő fél, akik egymás között árut cserélnek. Az A árut exportál B-nek, ekkor közvetítőre van szükség annak biztosításához, hogy A elegendő árut tart készleten, vagy hogy B-nek elegendő pénze van a számla kiegyenlítésére. Az ilyen típusú tranzakciók általában egymást követve zajlanak, vagy A küldi az árut a fizetés előtt, vagy B fizet az áru küldése előtt. Ha azonban B pénzügyei blokklánc-technológián adottak, akkor A ellenőrizheti B számláját, lehetővé téve A számára, hogy bizalommal küldje el az árut. Fordítva, B először bizalommal kifizeti az árut, ha B részére hozzáférhető az A frissített készletinformációja.

Az ellenőrzési költségek a felek közötti bizalom hiánya miatt merülnek fel. A blokklánc segítségével az ellátási láncban részt vevő szereplők meg tudják adni valós idejű pénzügyi helyzetüket vagy valós idejű könyvelésüket a többi szereplőnek, ami feleslegessé teszi a számviteli vállalkozás általi ellenőrzést. Ezért az ellátási lánc iparágai jelentős mennyiségű [24] ellenőrzési költséget takaríthatnak meg.

3.6. Alkalmazásai a különböző ágazatokban

1. táblázat. Ágazatonkénti lehetséges alkalmazások

Ágazatok	Funkció, alkalmazhatóság példák
Élelmiszeripar	Gyártási folyamatok támogatása, élelmiszerek útjának nyomon követése a termelőtől a fogyasztóig [9] [20] [22].
Egészségügy	Klinikai kutatások, folyamatban lévő biztosítási ügyek, konzisztens egészségügyi nyilvántartás létrehozása [26] [27] [28].
Állami	Szavazási rendszerek, adózás, pályázatokkal kapcsolatos adminisztráció segítése
Logisztika	Nyomonkövethetőség, átláthatóság, fenntarthatóság, költséghatékonyság növelése [10] [13] [17] [18] [19][25] [26].
Pénzügy	Bizalom felépítése központi irányító rendszer nélkül [1] [2].
Biztosítás	Gondoskodik a tulajdonjogról, az értékesítésről és az aláírásról, az információs felhatalmazásról [11].

4. Összefoglalás

A blokklánc-technológia szépsége, hogy alkalmazási lehetősége sokszínű és igen ígéretes. Természetesen a terület még új és az üzleti követelmények, valamint a létező keretrendszerek ennek megfelelően dinamikusan fejlődnek. Jó eséllyel el kell még telnie pár évnek, mire meg lehet mondani, mely területeken és mely use-case-re nyújt a technológia igazán átütő sikereket. Egyelőre kicsi, ugyanakkor egyre növekvő a számossága az olyan kész megoldásoknak, amelyek a hétköznapi élet feladataira is segítségül

szolgálnak, ugyanis nagyvállalati szinten már aktívan használnak blokklánc alapú technológiát. Más oldalról nézve azonban a konzorciumi blokklánc területek szabályozási kérdései sokkal kevésbé problematikusak, mint a nyílt blokkláncoké. Ez lehetőséget nyújt a technológia gyors és zökkenőmentes elterjedésére.

5. Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett kutatómunka az E FOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű *Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése* projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] Nakamoto, S.: *Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system*. Online, available: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- [2] Szabo, N.: *Bit gold*. Online, available: <https://nakamotoinstitute.org/bit-gold/>.
- [3] Fernández-Caramés, T. M., Fraga-Lamas, P. *A Review on the Application of Blockchain to the Next Generation of Cybersecure Industry 4.0 Smart Factories*. IEEE Access 2019, 7:45201-45218. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2908780>
- [4] Szegő, D.: *Konzorcium blokklánc keretrendszerek analízise, 2019*. Online, available: <https://fintechzone.hu/konzorcium-blokklanc-keretrendszerek-analizise/>
- [5] Cachin, C.: *Architecture of the hyperledger blockchain fabric, 2016*. Online, available: <http://bytacoin.io/main/Hyperledger.pdf>
- [6] PoET 1.0 Specification. Online, available: <https://sawtooth.hyperledger.org/docs/core/releases/1.0/architecture/poet.html>.
- [7] Costan, V., Devadas, S. (2016). *Intel SGX explained*. Online, available: <https://eprint.iacr.org/2016/086.pdf>.
- [8] Varsányi, K. (2018). *Nick Szabo és a kriptovilág születése*. Online, available: <https://fintechzone.hu/nick-szabo-es-a-kriptovilag-szuletese/>
- [9] Kamath, R. (2018). *Food traceability on blockchain: Walmart's pork and mango pilots with IBM*. The Journal of the British Blockchain Association 2018, 1(1):47-53. [https://doi.org/10.31585/jbba-1-1-\(10\)2018](https://doi.org/10.31585/jbba-1-1-(10)2018)
- [10] Jensen, T., Hedman, J., Henningsson, S. (2019). *How trade lens delivers business value with blockchain technology*. MIS Quarterly Executive 2019, 18(4):5. <https://doi.org/10.17705/2msqe.00018>
- [11] *AXA goes blockchain with fizzy*. Online, available: <https://www.axa.com/en/magazine/axa-goes-blockchain-with-fizzy>.
- [12] Visser, C., Hanich, Q. A. (2018). *How blockchain is strengthening tuna traceability to combat illegal fishing*. Online, available: <https://theconversation.com/how-blockchain-is-strengthening-tuna-traceability-to-combat-illegal-fishing-89965>
- [13] Badzar, A. (2016). *Blockchain for securing sustainable transport contracts and supply chain transparency*. Master Thesis, Lund University. Online, available: <https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=8880383&fileId=8880390>
- [14] Abeyratne, S. A., Monfared, R. (2016). *Blockchain ready manufacturing supply chain using distributed ledger*. Loughborough University, Institutional Repository

- [15] Lützenburg, B. (2017). *Aiming for supply chain transparency: Exploring the potential of blockchains*. Master Thesis, Lund University. Online, available: <https://lup.lub.lu.se/student-papers/search/publication/8927100>
- [16] Awwad, M., Kalluru, S. R., Airpulli, V. K., Zambre, M. S., Marathe, A., Jain, P. (2018). Blockchain technology for efficient management of supply chain. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Washington DC, USA, September 27–29.
- [17] Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., Shen, L. (2019). *Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management*. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1533261>
- [18] Ahlstrand, A. (2018). *The potential of blockchain technology in solving green supply chain management challenges*. Master Thesis, Aalto University. Online, available: <https://aalto-doc.aalto.fi/handle/123456789/36584>
- [19] Kouhizadeh, M., Sarkis, J. (2018). *Blockchain practices, potentials, and perspectives in greening supply chains*. *Sustainability* 2018, 10(10):3652. <https://doi.org/10.3390/su10103652>
- [20] Creydt, M., Fischer, M. (2019). *Blockchain and more – Algorithm driven food traceability*. *Food Control*, 105, 45–51. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.05.019>
- [21] Wu, H., Li, Z., King, B., Miled, Z. B., Wassick, J., Tazelaar, J. (2017). A distributed ledger for supply chain physical distribution visibility. *Information (Switzerland)*, 8 (4), 1–18. <https://doi.org/10.3390/info8040137>
- [22] Pearson, S., May, D., Leontidis, G., Swainson, M., Brewer, S., Bidaut, L., Frey, J. G., Parr, G., Maull, R., Zisman, A. (2019). *Are distributed ledger technologies the panacea for food traceability?* *Global Food Security*, 20 (November 2018), 145–149. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.02.002>
- [23] Laaper, S., Fritzgerald, J., Quasney, E., Yeh, W., Basir, M. (2017), *Using blockchain to drive supply chain innovation*. Deloitte (pp. 04–11). Deloitte Development LLC.
- [24] Francisco, K., Swanson, D. (2018). The supply chain has no clothes: Technology adoption of blockchain for supply chain transparency. *Logistics*, 2 (1), 2. <https://doi.org/10.3390/logistics2010002>
- [25] Chen, S., Shi, R., Ren, Z., Yan, J., Shi, Y., Zhang, J. (2017). A blockchainbased supply chain quality management framework. *In Proc. IEEE 14th Int. Conf. e-Bus. Eng. (ICEBE)*, Nov. 2017, pp. 172–176. <https://doi.org/10.1109/ICEBE.2017.34>
- [26] Bocek, T., Rodrigues, B. B., Strasser, T., Stiller, B. (2017). Blockchains everywhere - A use-case of blockchains in the pharma supply-chain. *In Proc. IFIP/IEEE Symp. Integr. Netw. Service Manage. (IM)*, May 2017, pp. 772–777. <https://doi.org/10.23919/INM.2017.7987376>
- [27] Azaria, A., Ekblaw, A., Vieira, T., Lippman, A. (2016). MedRec: Using blockchain for medical data access and permission management. *In Proc. 2nd Int. Conf. Open Big Data (OBD)*, Aug. 2016, pp. 25–30. <https://doi.org/10.1109/OBD.2016.11>
- [28] Shae, Z. Tsai, J. J. P. (2017). On the design of a blockchain platform for clinical trial and precision medicine. *In Proc. IEEE 37th Int. Conf. Distrib. Comput. Syst. (ICDCS)*, Jun. 2017, pp. 1972–1980. <https://doi.org/10.1109/ICDCS.2017.61>
- [29] De La Rosa, J. L., Torres-Padrosa, V., El-Fakdi, A., Gibovic, D., Hornyák, O., Maicher, L., Miralles, F. (2017). A survey of blockchain technologies for open innovation. *In Proceedings of the 4th Annual World Open Innovation Conference*, December 2017, (pp. 14–15).