Izvirni znanstveni članek
UDK 347.44:004

Domet uporabne vrednosti pametnih pogodb na področju pogodbenega prava

NATAŠA SAMEC BERGHAUS
doktorica pravnih znanosti, izredna profesorica na Pravni fakulteti Univerze v Mariboru

KLEMEN DRNOVŠEK
univerzitetni diplomirani pravnik, asistent na Pravni fakulteti Univerze v Mariboru

1. Uvod

V zadnjih letih smo priča skokovitemu tehnološkemu razvoju, ki se že kaže (oziroma se bo pokazal prej ali slej) tudi na različnih pravnih področjih. V letih 2017 in 2018 sta bila največji napredek in povečanje zanimanja opazna zlasti v zvezi s tehnologijo veriženja podatkovnih blokov (*blockchain technology*), čemur so sledile napovedi in pobude sprememb v pozitivnopravni ureditvi. Čeprav začetki tehnologije veriženja podatkovnih blokov segajo v leto 2008,[1] pa je ta tehnologija svojo širšo prepoznavnost dosegla šele v drugi polovici lanskega leta. Razlog za pravi bum v zvezi s tehnologijo veriženja podatkovnih blokov so bili predvsem visoki finančni donosi kriptovalute bitcoin in drugih kriptovalut, ki delujejo na njeni osnovi. Vrednost bitcoina se je recimo od začetka januarja do konca decembra leta 2017 zvišala z 963 na 14.453 dolarjev, ob tem pa je 17. decembra 2017 dosegla tudi absolutni vrh pri 19.857 dolarjih. Nekatere (novejše) kriptovalute pa so imele leta 2017 še bistveno višje donose.[2] Tehnologijo veriženja podatkovnih blokov so z namenom oblikovanja lastne podatkovne verige uporabila številna podjetja in druge skupine posameznikov, tako da trenutno obstaja že več kot 2000 kriptovalut, katerih delovanje temelji na tej tehnologiji.[3]

---

[1] Leta 2008 je neznani avtor pod psevdonimom Satoshi Nakamoto objavil članek, v katerem je podrobno opisal inovativen sistem digitalne plačilne valute bitcoin, ki temelji na veriženju podatkovnih blokov. Glej Nakamoto 2008.

[2] Vrednost kriptovalute »verge« se je od 1. januarja 2017 do 31. decembra 2017 z 0,000020 dolarja zvišala na 0,228673 dolarja, kar pomeni praktično nepredstavljivo, več kot milijonodstotno zvišanje vrednosti. Glej *The top 10 crypto coins of an extraordinary 2017* (2018).

[3] CoinMarketCap 2018.

Čeprav je bil prvotni namen tehnologije veriženja podatkovnih blokov vzpostaviti plačilno sredstvo, ki bi omogočalo neposredno izmenjavo »vsak z vsakim« (*peer to peer*), pa je razvoj tehnologije omogočil tudi druge uporabne vrednosti na različnih gospodarskih in negospodarskih področjih. Tehnologija med drugim omogoča tudi izdelavo avtomatično izvršljivih računalniških aplikacij oziroma tako imenovanih pametnih pogodb (*smart contracts*). V pravni teoriji že lahko najdemo prispevke o opredelitvi, pravni naravi in umestitvi pametnih pogodb v veljavne pravne ureditve.[4] Odprto pa ostaja vprašanje o dejanski uporabni vrednosti pametnih pogodb in o njihovem dejanskem vplivu na področje pogodbenega prava. Na eni strani zagovorniki tehnologije napovedujejo, da bo tehnologija veriženja podatkovnih blokov prinesla bistvene spremembe na področju sklepanja pogodb, in to tehnologijo omenjajo celo kot naslednico pogodbenega prava. Na drugi strani pa lahko zaznamo zadržan odziv skeptikov na (pre)obetajoče napovedi in obljube zagovornikov tehnologije. Tehnologija veriženja podatkovnih blokov zagotovo prinaša bistvene spremembe in novosti na različnih (tudi pravnih) področjih. V tem prispevku bomo skušali odgovoriti zlasti na vprašanje, kakšen bo domet uporabne vrednosti pametnih pogodb na področju pogodbenega prava.

2. Splošno

Tehnologija veriženja podatkovnih blokov je inovativen sistem, ki omogoča neposredno izvajanje plačil in prenašanje drugih digitalnih podatkov. Začetki segajo v leto 2008, ko je še vedno neznani avtor pod psevdonimom Satoshi Nakamoto objavil članek, v katerem je podrobno opisal sistem digitalne plačilne valute bitcoin. Namen prispevka je bila vzpostavitev sistema za neposredno izvajanje plačil brez posredovanja tretje osebe. Trenutna digitalna ekonomija namreč temelji na zaupanju določeni centralni avtoriteti (finančni instituciji), ki izvaja in potrjuje elektronska plačila ter s tem preprečuje dvojno porabo (*double spending*). Tehnologija veriženja podatkovnih blokov pa omogoča izvedbo elektronskega poslovanja brez posredovanja centralne avtoritete in brez nevarnosti plačila istih sredstev več različnim uporabnikom hkrati.[5]

Izmenjava transakcij in digitalnih podatkov brez nevarnosti dvojne porabe je mogoča zaradi porazdeljene podatkovne baze (*distributed public ledger*) vseh digitalnih transakcij, ki so se kdaj zgodile, med vsemi vozlišči oziroma uporabniki omrežja. Če posamezen uporabnik želi izvesti določeno transakcijo, jo mora posredovati v potrditev celotnemu omrežju vozlišč. Posamezne transakcije se povezujejo v podatkovne bloke. Ko podatkovni blok transakcij potrdi večina uporabnikov (vozlišč), se ga doda na verigo podatkovnih blokov (*blockchain*). Vsak

---

[4] Za opredelitev in umestitev v slovenski pozitivnopravni ureditvi glej Samec Berghaus, Drnovšek, str. 17–30, in Drnovšek, str. 721–750.

[5] Pérez-Solà in dr. 2017.

podatkovni blok ima časovni žig (*time stamp*), torej datum in čas, ko je bil zapis narejen. Ker si podatkovni bloki kronološko sledijo, posameznih zapisov praktično ni več mogoče spreminjati. Nadgrajena veriga podatkovnih blokov namreč velja kot kriptografska osnova za kriptiranje in potrjevanje prihodnjih transakcij. S spremembo posameznega zapisa bi se tako morala strinjati večina vseh vozlišč, vsakršna sprememba pa bi hkrati posegla tudi v vse poznejše in že potrjene podatkovne bloke. Ko je transakcija enkrat izvedena in potrjena, nanjo torej ni več mogoče vplivati, dokaz o njenem obstoju pa je v vsakem trenutku dostopen vsem zainteresiranim posameznikom. S tem se vzpostavlja transparenten sistem, ki omogoča, da lahko v vsako izvedeno transakcijo vpogledamo in jo lahko kadarkoli v prihodnosti tudi enostavno preverimo.[6] Teoretično je posledice izvedene transakcije tako mogoče izničiti le z novo nadomestno transakcijo.[7]

Dodati je treba, da navedeno v celoti velja zgolj za javno odprte verige podatkovnih blokov (*public blockchains*), ob tem pa tehnologija veriženja podatkovnih blokov omogoča tudi izdelavo zasebnih verig (*private blockchains*). Medtem ko so javno odprte verige popolnoma decentralizirane, pa zasebne verige vključujejo določeno mero centralnega nadzora. V primeru zasebnih verig podatkovnih blokov lahko pravilnost izvedenih transakcij potrjuje samo ena organizacija (*fully private blockchains*) oziroma vnaprej določena skupina uporabnikov oziroma vozlišč (*consortium blockchains*). Zasebne verige podatkovnih blokov sicer še vedno ohranjajo večino zgoraj navedenih značilnosti tehnologije veriženja podatkovnih blokov, zaradi vključitve centralnega nadzora pa hkrati pomenijo znatno večje tveganje za nastanek dvojne porabe in drugih zlorab.[8] Prispevek se nanaša na javno odprte verige podatkovnih blokov.

2.1. Pametne pogodbe v verigi podatkovnih blokov

Pojem pametna pogodba (*smart contract*) se je v širši javnosti začel uporabljati šele v drugi polovici leta 2017, v povezavi s tehnologijo veriženja podatkovnih blokov. Kljub temu pa pojem ni novost, saj ga je že leta 1994 uvedel Nick Szabo, znanstvenik na področju prava in računalništva. S pojmom pametna pogodba je poimenoval pogodbe, ki se sklenejo v digitalni obliki in se s pomočjo informacijske tehnologije ob izpolnitvi vnaprej določenih pogojev avtomatično izpolnijo.[9] Szabo je kot primer predhodnika sklepanja pametnih pogodb navedel sklepanje pogodb prek prodajnih avtomatov, ki na podlagi enostavnega mehanizma v zameno za vstavljen denarni znesek avtomatično izdajo izbrani izdelek. Napovedal je, da bodo pamet-

---

6 Yli-Huumo in dr.

7 Kiviat, str. 579.

8 Ekparinya, Gramoli, Jourjon.

9 Szabo 1994.

ne pogodbe z razvojem digitalne tehnologije presegle pomen prodajnih avtomatov, tako da bo mogoče sklepati avtomatizirane pravne posle tudi za premoženje večjih vrednosti.[10]

Kljub obsežnemu razvoju na področju digitalizacije pa se je uporabna vrednost pametnih pogodb zaradi slabosti podatkov v digitalni obliki začela poudarjati šele z razvojem tehnologije veriženja podatkovnih blokov. Pri zapisu podatkov v digitalni obliki namreč ni mogoče ugotoviti, ali gre za izvorno datoteko ali pa le za njeno kopijo, saj so kopije povsem enake originalom. Da gre za originalni podatek oziroma transakcijo, smo do pred kratkim lahko ugotovili le na podlagi potrditve od zaupanja vredne centralne avtoritete. Navedene pomanjkljivosti digitalne oblike pa odpravlja tehnologija veriženja podatkovnih blokov, in sicer s tem, da so vse transakcije javno objavljene, in z vzpostavitvijo sistema, v katerem udeleženci dosežejo dogovor o potrditvi ter s tem o enotni zgodovini vseh izvedenih transakcij.[11] Tako se bistveno povečuje uporabna vrednost podatkov v digitalni obliki na različnih področjih, med drugim tudi na področju pogodbenega prava.

Platforma Ethereum velja za prvega ponudnika javne verige podatkovnih blokov, ki omogoča izdelavo avtomatično izvršljivih računalniških aplikacij oziroma tako imenovanih pametnih pogodb.[12] V nasprotju s tradicionalnimi pogodbami (ustnimi ali pisnimi) so pametne pogodbe torej zapisane v obliki računalniške kode, ki omogoča računalniško analizo in s tem tudi avtomatično izpolnitev. Čeprav so tovrstne pogodbe poimenovane s pridevnikom »pametne«, pa to ne pomeni, da vključujejo umetno inteligenco, ki bi lahko presojala ustreznost ravnanja pogodbenih strank glede na podane okoliščine. Gre le za algoritmični zapis niza navodil, ki se avtomatično izpolni, če se izpolnijo objektivno preverljivi pogoji, ki jih stranki vnaprej določita.[13] Beseda »pametne« tako ponazarja predvsem večjo uporabno vrednost tovrstnih pogodb v primerjavi s klasičnimi (papirnatimi) pogodbami zaradi možnosti avtomatične izpolnitve.[14] Ugotovimo lahko, da poimenovanje ni najbolj ustrezno in da ustvarja iluzijo glede vsebine.[15]

Izraz pametna pogodba se pojavlja v različnih prispevkih z različno vsebino.[16] Definicija pojma je odvisna zlasti od področja objave, saj lahko najdemo prispevke s področja tehnike, računalništva, prava in tudi z drugih področij. Medtem ko se v tehničnem smislu besedna

---

10 Szabo 1997.

11 Nakamoto, str. 2.

12 Glej Ethereum.

13 Adlerstein 2017.

14 Szabo 1996: »I call these contracts 'smart', because they are far more functional than their inanimate paper-based ancestors.«

15 Samec Berghaus, Drnovšek.

16 Mik, str. 272.

zveza pametna pogodba uporablja zlasti za avtomatično izvršljiv računalniški program,[17] pa jo na pravnem področju uporabljamo za primere sklepanja avtomatično izvršljivih dogovorov v obliki računalniške kode, ki hkrati izpolnjujejo pogoje za veljavno sklenitev pogodbe. Pogoj za uporabo pojma pametna pogodba na pravnem področju je torej obstoj dvostranskega pravnega posla, ki izpolnjuje predpostavke za veljavno sklenitev pogodbe in ki se ob izpolnitvi vnaprej določenih pogojev avtomatično izpolni.[18] Vsi drugi primeri avtomatiziranih ravnanj, ki ne izpolnjujejo navedenih pogojev, v pravnem smislu ne štejejo za pametne pogodbe, temveč gre le za druga avtomatizirana ravnanja, ki temeljijo na uporabi tehnologije veriženja podatkovnih blokov. Pametne pogodbe so torej dvostranski pravni posli v smislu civilnega prava, zapisani v programskem jeziku, ki se (deloma ali v celoti) avtomatično izpolnijo ob izpolnitvi vnaprej določenih pogojev.[19]

3. Uporabna vrednost pametnih pogodb

Pametne pogodbe v verigi podatkovnih blokov so torej posebni računalniški programi, v katerih je vključen dogovor pogodbenih strank, ki se ob izpolnitvi vnaprej določenih pogojev avtomatično izpolni. Gre za vnaprej določena pogodbena določila, ki za nastanek določene okoliščine predvidevajo izvršitev vnaprej določene posledice, na primer: »Če se zgodi X, prenesi znesek v višini Y z naslova A na naslov B.«[20] Pametne pogodbe prevzemajo vse značilnosti tehnologije veriženja podatkovnih blokov. Računalniška koda pametne pogodbe se zapiše v verigo podatkovnih blokov, tako da lahko vsak uporabnik preveri, kaj se bo ob izpolnitvi vnaprej določenih pogojev zgodilo, pri čemer identiteta strank navzven ni razvidna. Sklenitev dogovora je časovno ožigosana. Ker si podatkovni bloki kronološko sledijo, posameznih zapisov (vsebine pametnih pogodb) praktično ni več mogoče spremeniti oziroma na kakršenkoli način vplivati na njihovo izvajanje. Pametna pogodba se bo torej v vsakem primeru izpolnila v skladu z vprogramiranimi pogodbenimi določili.

3.1. Prednosti pametnih pogodb

Zagovorniki kot ključno prednost pametnih pogodb poudarjajo njihovo večjo učinkovitost. Izpolnitev klasične pogodbe praviloma temelji le na pravni zavezi pogodbenih strank. Kot

---

[17] Na področju tehnike in računalništva recimo kot primere pametnih pogodb navajajo tudi avtomatično zbiranje in obdelavo digitalnih podatkov, avtomatične izpolnitve bančnih transakcij, vodenje registrov, vodenje sledljivosti dobavne verige, avtomatično izvršljive oporoke in celo vsa druga avtomatizirana dejanja tako imenovanega interneta stvari (*internet of things*), kot je recimo avtomatično odpiranje okenskih zaves pred zvonjenjem jutranjega alarma in podobno. Glej *Smart Contracts: 12 Use Cases for Business & Beyond*.

[18] Več o predpostavkah za veljavno sklenitev pametne pogodbe glej Drnovšek, str. 741–744.

[19] Raskin, str. 310.

[20] Mik, str. 277.

takšne so klasične pogodbe torej podvržene določeni negotovosti glede njihove izpolnitve. Pogodbene stranke lahko (namerno ali nenamerno) ne izpolnijo svoje obveznosti in s tem kršijo pogodbeno razmerje, nepravilnost pa sankcionirata šele sodna in izvršilna veja oblasti. Nasprotno pa pri pametnih pogodbah načeloma ni negotovosti v zvezi z njihovo izpolnitvijo. Izpolnitev pogodbene obveznosti namreč ni več odvisna od volje pogodbenih strank, ampak le od izpolnitve vnaprej določenih pogojev.[21] Ker je izpolnitev pogodbenih obveznosti pri pametnih pogodbah odvisna zgolj od izpolnitve pogojev, naj ne bi bilo nevarnosti neizpolnitve in nepravilne izpolnitve ter s tem potrebe po sodnem uveljavljanju izpolnitve pogodbene obveznosti. Manjši kot je človeški faktor, manjša je možnost odstopanj od dogovorjenih obveznosti in s tem večja učinkovitost pogodbenih razmerij.[22] Ta učinkovitost izhaja neposredno iz navodil, ki so vprogramirana v računalniško kodo pametne pogodbe.

Zaradi lastnosti tehnologije veriženja podatkovnih blokov se bo dogovor izvedel natančno tako, kot je programiran, brez nevarnosti prekinitve, spremembe ali drugega vpliva nasprotne stranke ali tretjih oseb.[23] Uporabnik je tako lahko prepričan, da se bo dogovor vedno izvedel na točno določen in vnaprej predviden način.[24] S tem je (v primeru izpolnitve pogojev) zagotovljena izpolnitev obveznosti obeh pogodbenih strank. V teoriji takšno izpolnitev imenujemo tudi popolna izpolnitev (*perfect performance*).[25] Do izpolnitve pogodbene obveznosti bo prišlo avtomatično in neposredno, torej brez posredovanja zaupanja vredne osebe. Posledično naj bi bile pametne pogodbe (v primerjavi s klasičnimi pogodbami) bolj učinkovite in ekonomične ter z manjšimi možnostmi za napake, nesporazume, zamude ali druge kršitve.[26] Večja učinkovitost pametnih pogodb temelji na naslednjih značilnostih: točnost opredelitve dogovora, transparentnost, predvidljivost, hitrost, zanesljivost, ekonomičnost in popolnost izpolnitve.

Kot primer uporabne vrednosti pametnih pogodb se najpogosteje omenja sklenitev pogodbe o prenosu lastninske pravice na nepremičnini.[27] V praksi pa se je že pojavilo tudi množično

---

21 Cuccuru, str. 187.

22 Giancaspro, str. 3.

23 Ravno odprto decentralizirano verigo podatkovnih blokov lahko namreč štejemo za primer posebne varnostne tehnologije (*tamper-proof technology*), ki velja za nezaustavljivo in v tehničnem smislu ne more zatajiti ne glede na različna zlonamerna dejanja, izpade električne energije, motnje v omrežju, naravne katastrofe ali katerekoli druge možne dogodke. Glej Clack, Bakshi, Braine, str. 4.

24 Kostanjšek, str. 14.

25 Mik, str. 274.

26 Hsiao, str. 687.

27 Stranki na primer lahko oblikujeta računalniško kodo (pametno pogodbo), ki vsebuje obveznost prodajalca (prenos lastninske pravice na nepremičnini) in obveznost kupca (plačilo kupnine). Za avtomatično izpolnitev navedene pogodbe morata biti izpolnjena dva pogoja, in sicer da ima kupec na svojem transakcijskem računu zadostno količino sredstev in da je prodajalec v zemljiški knjigi vpisan kot (edini) lastnik (neobremenjene) nepremičnine. Ko bo iz baz podatkov v pametno pogodbo prišla informacija o tem, da sta pogoja izpolnjena, se bo pametna pogodba avtomatično

sklepanje pametnih pogodb, in sicer v zvezi z zbiranjem zagonskih sredstev v številnih zagonskih podjetjih prek izdaje posebnih žetonov (*initial coin offering*).[28] Tovrstne pametne pogodbe so sklenjene tako, da zagonsko podjetje izda uporabne žetone (*tokens*) in jih v zameno za posredovana finančna sredstva posreduje investitorjem. Žetoni zagotavljajo neko ugodnost, ki je že dostopna ali pa bo dostopna v bližnji prihodnosti. S tem, ko uporabnik na določen naslov nakaže določeno vsoto zahtevane kriptovalute, v elektronsko denarnico (*wallet*) avtomatično pridobi izdane žetone. Če je kot pogoj izdaje žetonov določena spodnja zahtevana meja zbranih sredstev (*soft cap*), se pametne pogodbe izpolnijo le v primeru izpolnitve tega dodatnega pogoja. Če spodnja zahtevana meja zbranih sredstev ni dosežena (pogoji pametne pogodbe niso izpolnjeni), se transakcije ne izvedejo, sredstva investitorjev pa se avtomatično nakažejo nazaj. Vse sprejete ponudbe investitorjev so torej pod razveznim pogojem zadostne skupne vsote zbranih sredstev.

3.2. Analiza dometa uporabne vrednosti pametnih pogodb

Iz zgoraj navedenih značilnosti pametnih pogodb lahko ugotovimo, da se pametne pogodbe od klasičnih pogodb razlikujejo zlasti v naslednjih lastnostih: avtomatična izpolnitev pogodbene obveznosti, sklenitev pogodbe v obliki računalniške kode in gotovost, da se bo dogovor izpolnil tako, kot je bilo dogovorjeno. Čeprav zagovorniki pametnih pogodb navedene lastnosti poudarjajo kot njihove ključne prednosti, pa lahko ugotovimo, da te hkrati odpirajo številna vprašanja in dileme v zvezi z nadaljnjim razvojem in uporabo pametnih pogodb v poslovni praksi.[29]

3.2.1. Avtomatična izpolnitev pogodbene obveznosti

Za presojo dometa uporabne vrednosti pametnih pogodb na področju pogodbenega prava se je najprej treba vprašati, katera pogodbena razmerja se sploh lahko sklenejo v obliki pametnih pogodb. Glede na definicijo pametne pogodbe je za analizo navedenega vprašanja pomembno zlasti naslednje: oblika računalniške kode, izpolnjevanje pogojev in prenos informacij o izpolnjenih pogojih v pametno pogodbo ter avtomatizacija izpolnitvenega ravnanja.

---

izpolnila. Prodajalec bo prejel nakazilo kupnine, hkrati pa bo kupec v zemljiški knjigi pri zadevni nepremičnini vknjižen kot novi lastnik. Prvi pogoj za sklenitev pametne pogodbe pa je vključenost baze transakcijskih računov in zemljiške knjige v verigo podatkovnih blokov.

[28] Več o projektih zbiranja zagonskih sredstev glej Adhami, Giudici, Martinazzi.

[29] V prispevku so v zvezi z uporabno vrednostjo pametnih pogodb obravnavana samo pogodbenopravna vprašanja, ne pa tudi vprašanja, povezana z izpolnjevanjem predpostavk za veljavno sklenitev pogodbe, ter vprašanja, ki se nanašajo na druga pravna področja, kot so na primer varstvo osebnih podatkov, davčno pravo, stvarno pravo idr.

Prvi pogoj za sklenitev pametne pogodbe je izdelava algoritmičnega zapisa (računalniške kode). Računalniška koda se napiše v programskem jeziku, za katerega so značilne formalnost, določnost in pogojenost (*if-then instructions*). Programski jezik ne omogoča diskrecije pri razlagi posameznega pogodbenega določila oziroma navodila. Navodila so jasna in točno določena, zato da so lahko računalniško berljiva.[30] Pametna pogodba ne more vključevati določila, ki ima v trenutku izpolnitve pogodbe drugačen pomen kot v trenutku njene sklenitve.[31] Ker morajo biti posamezna navodila (določila) pametne pogodbe točno določena, pa sta stranki hkrati omejeni glede ohlapnejše opredelitve pogodbenega razmerja. Stranke pogosto oblikujejo pogodbena razmerja tako, da jih je lažje prilagajati različnim okoliščinam in možnim dogodkom v prihodnosti. Nasprotno pa so stranke pri sklepanju pametnih pogodb omejene na uporabo jasnih in določnih pogodbenih določil. Programski jezik namreč ne omogoča tako imenovanih sivih območij, saj loči le dve možnosti: 1 ali 0. Stranke, ki želijo pogodbeno razmerje oblikovati na nedoločen in prilagodljiv način na podlagi standardov in temeljnih načel, ga torej ne morejo skleniti v obliki pametne pogodbe.[32]

Na podlagi povedanega lahko ugotovimo, da pametnih pogodb ni mogoče sklepati, kadar gre za obligacije prizadevanja (presoja skrbnosti ravnanja stranke ne more biti algoritmično določena; na primer mandatna pogodba) in tudi tiste obligacije rezultata, pri katerih je izpolnitveno ravnanje nedoločno opredeljeno. O nedoločni opredelitvi razmerja govorimo, kadar so v pogodbeno razmerje vključeni standardi, običaji, načela in drugi pojmi, ki na abstraktni ravni niso konkretno opredeljeni in se njihova vsebina oblikuje šele na podlagi okoliščin vsakega konkretnega primera posebej. Ugotovimo lahko, da se v obliki pametne pogodbe lahko sklepajo le obligacije rezultata, in še to le tiste z jasnimi in računalniško berljivimi pogodbenimi določili, ki jih ni treba dodatno razlagati in oblikovati njihove vsebine.

Čeprav morajo biti določila pametne pogodbe jasna in določna, pa se vanje vnaša tudi nekaj negotovosti, in sicer prek vključevanja pogodbenih pogojev. Ti pogoji se lahko nanašajo na ravnanja strank (na primer »če bo kupec plačal kupnino«) ali pa tudi na druge dogodke in ravnanja zunaj sfere pogodbenih strank. Kadar se pametne pogodbe nanašajo na dejstva in dogodke v svetu zunaj sfere verige podatkovnih blokov, je takšne podatke treba zbrati prek zunanjega vira in jih posredovati v verigo podatkovnih blokov. Sisteme, ki neodvisno zbirajo in posredujejo podatke iz zunanjih virov ter s tem vplivajo na presojo pogodbenih pogojev, imenujemo orakli (*oracles*). Drugače kot pri sistemu veriženja blokov orakli niso popolnoma decentralizirani, zato morajo pogodbene stranke do neke mere zaupati v avtentičnost po-

---

30 Savelyev, str. 13.

31 Sklaroff, str. 291.

32 Cuccuru, str. 190.

sredovanih podatkov.[33] Gre torej za zunanje zaupanja vredne vire; ti zbirajo podatke, ki niso vključeni v verigo podatkovnih blokov, ter jih posredujejo v povezane pametne pogodbe.[34]

Kot primer lahko navedemo sklenitev pametne zavarovalne pogodbe za primer suše, na podlagi katere bo zavarovanec prejel zavarovalnino, če količina padavin v določenem obdobju ne bo presegla vnaprej določene vrednosti. Veriga podatkovnih blokov kot takšna ne vsebuje podatkov o količini padavin. Gre za zunanji podatek, ki ga je treba neodvisno in objektivno izmeriti ter posredovati v povezano pametno pogodbo. Pametna pogodba bo tako od zunanjega zaupanja vrednega vira (na primer Agencije Republike Slovenije za okolje) pridobila informacijo o količini padavin v določenem časovnem obdobju. Če bo količina padavin manjša od dogovorjene mejne vrednosti, se bo pametna pogodba avtomatično izpolnila, in sicer tako, da se bo izvedlo nakazilo zavarovalnine na transakcijski račun zavarovanca. Z vključitvijo oraklov pa pogodbeno razmerje ni več popolnoma neodvisno in decentralizirano. Obstaja namreč tveganje, da bo prišlo do vpliva na zunanje zbiranje informacij in s tem do vpliva na (ne)izpolnitev pogodbenih obveznosti.[35]

Za sklenitev pogodbenega razmerja v obliki pametne pogodbe pa ne zadostujeta zgolj vsebina pogodbenega razmerja, ki se lahko preoblikuje v algoritmični zapis (računalniško kodo), in neodvisni zunanji viri informacij (orakli), temveč mora biti hkrati tudi rezultat pogodbenega razmerja (izpolnitveno ravnanje) takšen, da omogoča avtomatično izpolnitev brez potrebe po vključitvi pogodbene stranke.[36] Avtomatična izpolnitev pogodbenih obveznosti velja za temeljno značilnost pametnih pogodb. O pametni pogodbi lahko govorimo le takrat, kadar se pogodba (računalniški program) ob izpolnitvi vnaprej določenih pogojev avtomatično izpolni. *A contrario* ne gre za pametno pogodbo, če se obveznost ne izpolni avtomatično in je za njeno izpolnitev potrebno ravnanje tretje osebe oziroma ravnanje pogodbenih strank. Posledično v obliki pametnih pogodb ni mogoče sklepati tudi vseh tistih obligacij rezultata, pri katerih je izpolnitveno ravnanje nujno odvisno od ravnanja konkretne pogodbene stranke (na primer fizična izročitev predmeta, izvedba predmeta podjemne ali gradbene pogodbe ipd.).[37]

Tudi če imamo pogodbeno razmerje, ki ga vsebinsko lahko zapišemo v algoritmični obliki, in tudi če gre za izpolnitveno ravnanje, ki je lahko avtomatizirano, pa je treba za sklenitev pametne pogodbe izpolniti še drugi pogoj. Ker se pametne pogodbe sklepajo in izpolnjujejo

---

33 Werbach, Cornell, str. 336.

34 Hansmann 2017.

35 Cuccuru, str. 186.

36 Simmchen, str. 164.

37 Zato je treba ločiti pametne pogodbe od pogodb, ki se sklepajo prek spleta in pri katerih je – poleg tega, da ne gre za vključitev tehnologije veriženja podatkovnih blokov – tudi izpolnitveno ravnanje odvisno od ravnanja ene ali obeh pogodbenih strank (na primer sklepanje pogodb prek platform Airbnb, Uber).

le v digitalni obliki, je treba za njihovo uporabo v poslovni praksi vzpostaviti še povezavo med digitalnim in realnim svetom.[38] V verigo podatkovnih blokov je tako treba vključiti različne baze podatkov (na primer register prebivalstva, register gospodarskih družb, zemljiško knjigo, register bančnih računov idr.) in jih medsebojno povezati. Samo to namreč omogoča avtomatično izvajanje transakcij, ki bo imelo pravne posledice tudi v realnem svetu.

3.2.2. Sklenitev pogodbe v obliki računalniške kode

Pametna pogodba je dogovor med pogodbenima strankama, ki je izražen v obliki računalniške kode in ki se ob izpolnitvi vnaprej določenih pogojev avtomatično izpolni. Za sklenitev pametne pogodbe je torej treba napisati računalniško kodo, kar pa ni izvedljivo brez ustreznega znanja računalniškega programiranja. Na področju pogodbenega prava s tem prihaja do bistvene spremembe, saj pogodbene stranke (pametnih) pogodb ne morejo skleniti v naravnem jeziku, temveč le v posebnem programskem jeziku, ki omogoča računalniško analizo in avtomatično izpolnitev. Programski jezik je popolnoma nerazumljiv vsakomur, ki ni vešč računalniškega programiranja, zato se postavlja vprašanje, kako bodo stranke sploh lahko sklepale pametne pogodbe.[39]

Prispevek se nanaša na trenutno stanje in poznavanje področja računalniškega programiranja, vsekakor pa obstaja možnost, da je navedena ovira le začasna in bo v prihodnosti odpravljena. V prihodnosti bi se znanje računalniškega programiranja namreč lahko razširilo na širšo populacijo, prav tako pa bi lahko prišlo tudi do razvoja računalniških aplikacij, ki bi omogočale pisanje in razumevanje programskega jezika prek uporabe naravnega jezika.[40] Ne glede na navedeno pa lahko ugotovimo, da v tem trenutku večina posameznikov nima ustreznih znanj računalniškega programiranja, ki bi omogočala sklepanje pametnih pogodb. Posledično je najbolj verjetno, da bodo stranke vsebino (pametne) pogodbe dorekle v klasični obliki, oblikovanje računalniške kode pa zaupale računalniškemu programerju. Tako se bo sicer ohranila večina značilnosti tehnologije veriženja podatkovnih blokov (med njimi tudi avtomatična in popolna izpolnitev), kljub temu pa ne bo uresničena temeljna ideja tehnologije veriženja podatkovnih blokov, to je možnost neposrednega poslovanja brez potrebe po vključevanju tretjih oseb.[41]

Problem nepoznavanja programskega jezika pa je mnogo širši od vprašanja posredne oziroma neposredne sklenitve pametne pogodbe. Za pametne pogodbe je značilno, da se avtomatično izpolnijo in da po sklenitvi (potrditvi v podatkovni blok) ni več mogoče vplivati na njihovo

---

38 Hsiao, str. 691.

39 Giancaspro, str. 7.

40 Surden, str. 629.

41 V zvezi s temeljno idejo razvoja tehnologije veriženja podatkovnih blokov glej Nakamoto.

vsebino oziroma kako drugače vplivati na izvajanje. Posledično je zelo pomembno, da je računalniška koda oblikovana brez napak, saj že najmanjša napaka lahko vpliva na nemožnost izpolnitve oziroma povzroči druge nepravilnosti.[42] Popolna izpolnitev je mogoča le v primeru popolne računalniške kode.[43] Izdelava popolne računalniške kode pa je z vključitvijo tretje osebe (računalniškega programerja) še toliko težja. Ni namreč dovolj, da je koda tehnično brezhibna, temveč mora hkrati tudi v celoti odražati voljo pogodbenih strank. Navedeno je še toliko težje, ker računalniški programerji praviloma nimajo znanj s področja pogodbenega prava in bodo zato dogovor pogodbenih strank še težje preoblikovali v ustrezen algoritmični zapis. Pričakujemo lahko, da se bodo zaradi odstopanja vsebine računalniške kode od dejanske vsebine pogodbenega razmerja postavljala različna vprašanja v zvezi s prekoračitvijo pooblastil oziroma neobstojem pooblastil računalniških programerjev, prav tako pa tudi v zvezi z (ne)veljavnostjo sklenjenih pogodb zaradi nesporazuma oziroma neobstoja resnične volje pogodbenih strank. Postavljalo se bo tudi vprašanje dolžne skrbnosti pogodbenih strank, saj stranki, ki ne bosta znali napisati računalniške kode, verjetno tudi ne bosta znali preveriti njene vsebine. To pomeni, da bosta popolnoma odvisni od računalniškega programerja, saj bosta le stežka preverili, ali programirana računalniška koda tudi dejansko izraža njuno resnično voljo ali ne.[44]

Ugotovimo lahko, da nepoznavanje in nerazumevanje programskega jezika (glede na trenutno stanje) bistveno vpliva na sklepanje pametnih pogodb in s tem na njihovo dejansko uporabno vrednost. Navedeno še posebno velja, kadar gre za enkratna pogodbena razmerja, pri katerih morajo stranke za vsako posamično sklenitev pametne pogodbe v razmerje vključiti tretjo osebo (računalniškega programerja).[45] S tem se otežijo pogajanja, povečajo se stroški sklenitve pogodbe, poleg tega pa se ustvari tudi nevarno okolje za nastanek številnih pravnih problemov ter s tem velika nevarnost za neveljavnost pogodbenega razmerja in za nastanek odškodninske odgovornosti katere izmed strank.

Zaradi navedenih značilnosti se sklepanje pametnih pogodb trenutno uporablja le pri množičnem sklepanju istovrstnih pogodb. V teh primerih ena izmed strank (sama ali ob pomoči tretje osebe) v verigi podatkovnih blokov vnaprej pripravi celotno vsebino pogodbe in jo zainteresiranim posameznikom ponudi v sprejetje. Enak vzorec pametne pogodbe se tako uporabi

---

42 V raziskavi »Step by Step Towards Creating a Safe Smart Contract: Lessons and Insights from a Cryptocurrency Lab« so preučevali tipične napake, ki se pojavljajo pri programiranju. Ugotovili so, da je zaradi njihove edinstvene narave že v primeru zelo enostavnih pametnih pogodb zelo pomembno, kako so sestavljene in na kakšen način implementirajo dogovor med pogodbenima strankama. Glej Delmolino in dr.

43 Mik, str. 300.

44 Navedeni problem je podoben položaju strank v primeru sklepanja pogodb pri nepismenih osebah oziroma sklepanja pogodbe v tujem jeziku, ki ga stranka ne razume. Glej Mik, str. 282.

45 Cuccuru, str. 189.

za sklenitev številnih pravnih razmerij z isto vsebino, a z različnimi pogodbenimi strankami. Takšen način sklepanja pametnih pogodb se uporablja pri vseh projektih zbiranja zagonskih sredstev z izdajo uporabnih žetonov (*initial coin offering*). Po načinu sklepanja takšne pogodbe imenujemo adhezijske pogodbe. Gre za pogodbe, ki jih nasprotne stranke lahko samo sprejmejo ali zavrnejo, ne morejo pa spreminjati njihove vsebine (*take it or leave it*).[46] Stranki se glede vsebine pogodbenega razmerja ne pogajata, saj je ta že celovito urejena s predloženim predlogom. Nasprotna stranka lahko tak predlog sprejme na različne načine, med drugim tudi z izpolnitvijo zahtevanega ravnanja, na primer z nakazilom določenega zneska določene kriptovalute na posredovani transakcijski naslov.[47]

3.2.3. (Ne)prilagodljivost pametne pogodbe

Tehnologija veriženja podatkovnih blokov omogoča, da se dogovor pogodbenih strank izvede natančno tako, kot je programiran, brez nevarnosti prekinitve, spremembe ali drugega vpliva nasprotne stranke ali tretjih oseb. Ko je pametna pogodba enkrat sklenjena (potrjena v podatkovni blok), je ni več mogoče spremeniti, preklicati ali kako drugače vplivati na njeno izpolnitev. Izpolnitev pogodbenih obveznosti tako ni več odvisna od volje pogodbenih strank, temveč je v celoti odvisna od izpolnitve pogojev in od programirane računalniške kode. Gre za popolno izpolnitev, ki jo zagovorniki navajajo kot eno izmed glavnih prednosti pametnih pogodb.[48] Načelo *pacta sunt servanda* (dogovore je treba spoštovati) je temeljno načelo pogodbenega prava, zato je vsekakor dobrodošlo, da izpolnitev pogodbene obveznosti ni odvisna od volje nasprotne pogodbene stranke. Domneva se, da se stranka lahko bolj zanese na tehnično gotovost izpolnitve s pomočjo sodobne računalniške tehnologije kot na (ne)predvidljivost človeškega ravnanja.[49] Tehnologija veriženja podatkovnih blokov s tem (v primeru izpolnitve pogojev) omogoča garantirano izpolnitev obveznosti obeh pogodbenih strank.

Čeprav se na prvi pogled zdi, da je nespremenljivost (pametne) pogodbe absolutno pozitivna lastnost, pa lahko ugotovimo, da je ta značilnost hkrati tudi ena izmed največjih pomanjkljivosti, ki bistveno vplivajo na domet uporabne vrednosti pametnih pogodb.[50] Načelo *pacta sunt servanda* namreč ni absolutno in ima določene izjeme. Po sklenitvi pogodbe v praksi pogosto

---

[46] Kranjc, str. 62; Savelyev, str. 11.

[47] Navedeni način sklepanja pogodb se uporablja pri zbiranju zagonskih sredstev z izdajo uporabnih žetonov (ICO-projekti). Nosilci projektov objavijo javne transakcijske naslove, na katere lahko zainteresirani posamezniki nakažejo kriptovaluto v poljubnem znesku. Opravljeno nakazilo se šteje za sprejetje ponudbe in sklenitev pametne pogodbe. V zameno za opravljeno nakazilo investitorji v svoje elektronske denarnice avtomatično prejmejo ustrezno količino uporabnih žetonov.

[48] Hsiao, str. 687; Mik, str. 270; Raskin, str. 315.

[49] Raskin, str. 326.

[50] Glej tudi Sklaroff, str. 291–303.

nastopijo (nepričakovane) okoliščine, ki vplivajo na pogodbeno razmerje. Okoliščine lahko na razmerje vplivajo na različne načine, recimo da sklenitev pogodbenega razmerja ni več smotrna, da razmerje ne odraža (več) pogodbene volje strank, da je vsebino pogodbenega razmerja treba prilagoditi itd.

Pogodbene stranke ob sklenitvi pogodbe ne morejo *ex ante* predvideti vseh možnih dogodkov in okoliščin, ki bi lahko vplivale na pogodbeno razmerje. Tudi če bi jih lahko predvidele, pa bi bila opredelitev vseh možnih posledic v obliki določnih pogodbenih določil preveč kompleksna. Navedeno pride še posebej do izraza v primeru pogodbenih razmerij, ki se sklepajo za daljše časovno obdobje.[51] Pogodbenopravna zakonodaja zato omogoča, da se (klasična) pogodbena razmerja na spremenjene okoliščine lahko prilagajajo na različne načine. Do prilagoditve razmerja lahko pride na podlagi soglasja strank, na podlagi uporabe nedoločnih pogodbenih določil, katerih vsebina se prilagaja glede na nastale okoliščine, in z uporabo posebnih zakonskih pravil. Namen pravil pogodbenega prava je ravno v prilagodljivosti pogodbenega razmerja na različne okoliščine. Posledično lahko stranki v primeru nastanka spremenjenih okoliščin (sami ali prek intervencije sodišča) klasično pogodbeno razmerje korigirata v skladu s skupnim namenom in temeljnimi načeli pogodbenega prava. Gre predvsem za institute razveze pogodbe, odstopa od pogodbe, spremenjenih okoliščin, nemožnosti izpolnitve, delne izpolnitve, spremembe pogodbe, izpolnitve s subrogacijo, poravnave ipd.

Zaradi značilnosti tehnologije veriženja podatkovnih blokov pa vsebine pametne pogodbe v verigi podatkovnih blokov v nobenem primeru ni mogoče spremeniti, torej niti v primeru, če bi stranki soglašali o njeni spremembi ali razvezi. Ko je pametna pogodba enkrat sklenjena in vključena v potrjen podatkovni blok, na njeno vsebino ni več mogoče vplivati. Z izpolnitvijo pogojev se bo pametna pogodba avtomatično izpolnila v skladu s prvotnim dogovorom, ne glede na morebitno spremembo okoliščin in ne glede na spremenjen namen pogodbenih strank. Zaradi značilnosti tehnologije veriženja podatkovnih blokov pametne pogodbe ni mogoče prilagoditi na noben način. To je še posebno problematično v primerih, kadar bi obe pogodbeni stranki soglašali s spremembo pametne pogodbe. Navedeno namreč pomeni, da stranki po sklenitvi pametne pogodbe tudi ne moreta odpraviti morebitnih napak, do katerih je prišlo pri pisanju računalniške kode. Omenjeni problem je še toliko večji, ker je praktično nemogoče brez napak sprogramirati računalniške kode kompleksnejših pogodbenih razmerij, sploh zato, ker je potrebno vsa pogodbena določila jasno in določno opredeliti.[52]

Zaradi neprilagodljivosti pametnih pogodb bi bilo treba veliko več poudarka nameniti sklenitveni fazi pogodbenega razmerja. Stranke bi posledično morale že ob sklenitvi pametne pogodbe upoštevati vse predvidljive (in nepredvidljive) okoliščine, ki bi lahko vplivale na njihovo

---

[51] Goetz, Scott, str. 1091.

[52] Bacon, Bazinas 2017.

pogodbeno razmerje, saj bi le v tem primeru lahko prišlo do izpolnitve v skladu z njihovim skupnim namenom. Ne le, da bi morale stranke ob sklenitvi pametne pogodbe predvideti vse možne dogodke in zunanje okoliščine, ki bi lahko vplivale na pogodbeno razmerje, temveč bi morale zaradi zahtev po avtomatični izpolnitvi vse spremembe okoliščin tudi zapisati v računalniško berljivem algoritmičnem zapisu.[53] To pomeni, da bi morale že ob sklenitvi pogodbe točno določiti posledice, ki jih bo računalniška koda avtomatično izvršila za vsako posamično spremembo okoliščin.

Tehnologija veriženja podatkovnih blokov torej ne dopušča nobenih sprememb računalniške kode po njeni potrditvi. Če stranki soglašata o naknadni spremembi, lahko učinke pametne pogodbe odpravita le z oblikovanjem nove računalniške kode (s sklenitvijo nove pametne pogodbe) oziroma s sklenitvijo vzporedne klasične pogodbe.[54] Nespremenljivost pametnih pogodb pa hkrati onemogoča tudi intervencije sodišč in drugih državnih organov. Medtem ko je v primeru klasičnih pogodb izpolnitev pogodbe lahko zadržana ali zaustavljena, to za pametne pogodbe ne velja. Kakršnikoli ukrepi sodišča so tako mogoči zgolj *ex post*, torej po tem, ko pride do avtomatične izpolnitve pametne pogodbe. [55]

4. Sklep

Na podlagi analize prednosti in slabosti pametnih pogodb lahko ugotovimo, da tehnologija veriženja podatkovnih blokov omogoča nov koncept sklepanja pogodbenih razmerij. Izpolnitev pogodbene obveznosti ni več odvisna od volje pogodbenih strank, temveč le še od izpolnitve vnaprej določenih pogojev. Čeprav zagovorniki pametnih pogodb poudarjajo njihovo široko uporabno vrednost in celo napovedujejo, da bodo pametne pogodbe nasledile klasično pogodbeno pravo, pa lahko ugotovimo, da še zdaleč ni tako. V prispevku je pozornost namenjena tistim značilnostim, ki najbolj vplivajo na domet uporabne vrednosti pametnih pogodb na področju pogodbenega prava. Prva ugotovitev je, da številna pogodbena razmerja sploh niso primerna za sklenitev v obliki pametne pogodbe. V obliki pametne pogodbe tako ne moremo skleniti nobene obligacije prizadevanja in tudi nobene obligacije rezultata, ki ni povsem določno opredeljena oziroma pri kateri ni mogoče avtomatizirati pogodbenega ravnanja.

V obliki pametne pogodbe tako lahko sklepamo zgolj obligacije rezultata, in še to le tiste, ki jih lahko določno opredelimo in pri katerih lahko avtomatiziramo izpolnitveno ravnanje (vzpostavimo stik med digitalnim in realnim svetom). Tudi če razmerje po vsebini ustreza navedenim pogojem, pa sklenitev pametne pogodbe dodatno otežuje računalniška koda. Večina

---

[53] Cuccuru, str. 188.

[54] Glej tudi Sklaroff. str. 292.

[55] Prav tam, str. 280.

posameznikov in poslovnih subjektov namreč nima potrebnih znanj računalniškega programiranja, ki bi omogočala samostojno sklepanje pametnih pogodb oziroma vsaj razumevanje njihove vsebine. Postavlja se vprašanje, ali bo posameznik oziroma poslovni subjekt res sklenil pametno pogodbo, če niti on niti njegov pravni svetovalec ne bosta razumela njene vsebine in bo sklenitev temeljila na zaupanju tretji osebi, ki bo imela ustrezno znanje računalniškega programiranja. Težav pa ni konec niti po zapisu ustrezne računalniške kode. Po sklenitvi pametne pogodbe namreč ni več mogoče vplivati na njeno vsebino oziroma izvajanje. Pametnih pogodb tako ni mogoče prilagoditi spremembam okoliščin po sklenitvi pogodbe in ne morejo biti spremenjene niti, če bi se ugotovila napaka v računalniški kodi ali če bi stranki soglašali o spremembi pogodbe.

Na podlagi navedenega lahko sklenemo, da značilnosti pametnih pogodb ne omogočajo, da bi stranke v prihodnosti večino pogodbenih razmerij lahko sklepale v obliki pametnih pogodb. Pametne pogodbe na področju pogodbenega prava tako ne bodo imele takšnega dometa, da bi njihova uporaba bistveno spremenila sistem klasičnega pogodbenega prava. Uporabo pametnih pogodb, ki bi celostno urejale določeno pogodbeno razmerje, pa lahko pričakujemo predvsem pri enostavnejših pogodbenih razmerjih, zlasti na področju finančnih transakcij. Čeprav možnost sklepanja pametnih pogodb ne bo bistveno vplivala na osnovni koncept pogodbenega prava, pa je zelo verjetno, da bo tehnologija veriženja podatkovnih blokov zaradi svojih značilnosti vse pogosteje vključena v različne faze poslovanja. Tudi če bodo posamezna izpolnitvena ravnanja avtomatizirana, pa se bo večina vprašanj in posledic še vedno urejala prek klasičnega sistema pogodbenega prava.

Literatura

ADHAMI, Saman, GIUDICI, Giancarlo, MARTINAZZI, Stefano. Why do businesses go crypto? An empirical analysis of initial coin offerings. *Journal of Economics and Business*, 2018. Dostopno na: <https://doi.org/10.1016/j.jeconbus.2018.04.001> (4. 11. 2018).

ADLERSTEIN, David M. *Are Smart Contracts Smart? A Critical Look at Basic Blockchain Questions*, 2017. Dostopno na: <https://www.coindesk.com/when-is-a-smart-contract-actually-a-contract/> (4. 11. 2018).

BACON, Lee, BAZINAS, George. *"Smart Contracts": The Next Big Battleground?*, 2017. Dostopno na: <https://www.clydeco.com/insight/article/smart-contracts-the-next-big-battleground> (4. 11. 2018).

CLACK, Christopher D., BAKSHI, Vikram A., BRAINE, Lee. *Smart Contract Templates: foundations, design landscape and research directions*, 2017. Dostopno na: <https://arxiv.org/abs/1608.00771> (4. 11. 2018).

CoinMarketCap, <https://coinmarketcap.com/> (26. 10. 2018).

CUCCURU, Pierluigi. *Beyond bitcoin: an early overview on smart contracts*, 2017, letn. 25, št. 3, str. 179–195.

DELMOLINO, Kevin, KOSBA, Ahmed, MILLER, Andrew, SHI, Elaine. *Step by Step Towards Creating a Safe Smart Contract: Lessons and Insights from a Cryptocurrency Lab*. Financial Cryptography and Data Security: FC 2016 International Workshops, BITCOIN, VOTING, and WAHC. Barbados: Christ Church, 2016.

DRNOVŠEK, Klemen. Tehnologija veriženja podatkovnih blokov in pravni vidiki sklepanja pametnih pogodb. *Podjetje in delo*, 2018, št. 5, str. 721–750.

EKPARINYA, Parinya, GRAMOLI, Vincent, JOURJON, Guillaume. *Double-Spending Risk Quantification in Private, Consortium and Public Ethereum Blockchains*. CoRR, 2018.

Ethereum, <https://www.ethereum.org/> (28. 10. 2018).

GIANCASPRO, Mark. Is a »smart contract« really a smart idea? Insights from a legal perspective. *Computer law & security review*, 2017. Dostopno na: <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2017.05.007> (4. 11. 2018).

GOETZ, J. Charles, SCOTT, E. Robert. Principles of Relational Contracts. *Virginia Law Review*, 1981, letn. 67, str. 1089–1150.

HANSMANN, Florian. *Smart Contracts and the Real World – A Complicated Relationship*, 2017. Dostopno na: <https://medium.com/@fhansmann/smart-contracts-and-the-real-world-a-complicated-relationship-c00dd766731a> (4. 11. 2018).

HSIAO, Jerry I-H. »Smart« Contract on the Blockchain-paradigm Shift for Contract Law?. *US-China Law Review*, 2017, št. 10, str. 685–694.

KIVIAT, Trevor I. Beyond Bitcoin: Issues In Regulating Blockchain Transactions. *Duke Law Journal*, 2015, letn. 65, str. 569–608. Dostopno na: <https://scholarship.law.duke.edu/dlj/vol65/iss3/4/> (4. 11. 2018).

KOSTANJŠEK, Blaž. *Uporaba verige blokov za zagotavljanje zaupnosti in integritete podatkov v obstoječih sistemih* (magistrsko delo). Ljubljana: Fakulteta za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani, 2017.

KRANJC, Vesna. *Gospodarsko pogodbeno pravo*. Ljubljana: GV Založba, 2006.

MIK, Elize. Smart Contracts: Terminology, Technical Limitations and Real World Complexity. *Law, Innovation and Technology*, 2017, letn. 9, št. 2, str. 269–300.

NAKAMOTO, Satoshi. *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*, 2008. Dostopno na: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (4. 11. 2018).

PÉREZ-SOLÀ, Christina, DELGADO-SEGURA, Sergi, NAVARRO-ARRIBAS, Guillermo, HERRERA-JOANCOMARTÍ, Jordi. Double-spending Prevention for Bitcoin zero-confirmation transactions. *Cryptology ePrint Archive*, Report 2017/394, 2017. Dostopno na: <https://eprint.iacr.org/2017/394> (4. 11. 2018).

RASKIN, Max. The Law and Legality of Smart Contracts. *1 Georgetown Law Technology Review*, 2017, letn. 1, št. 2 str. 306–341. Dostopno na: <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2959166> (4. 11. 2018).

SAMEC BERGHAUS, Nataša, DRNOVŠEK, Klemen. Iluzija pojma pametne pogodbe. *Konferenčni zbornik X. posveta Pravo in ekonomija: Digitalno gospodarstvo, 1. december 2017*, 2018, str. 17–30.

SAVELYEV, Alexander. *Contract Law 2.0: "Smart" Contracts As the Beginning of the End of Classic Contract Law*. Higher School of Economics Research Paper No. WP BRP 71/LAW/2016, 2016. Dostopno na: <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2885241> (4. 11. 2018).

SIMMCHEN, Christoph. Blockchain (R)Evolution. *Multimedia und Recht*, 2017, str. 162–165.

SKLAROFF, Jeremy M. Smart Contracts and the Cost of Inflexibility, University of Pennsylvania Law Review, 2017, letn. 166, str. 263–303.

Smart Contracts: 12 Use Cases for Business & Beyond. Chamber of Digital Commerce, 2016. Dostopno na: http://digitalchamber.org/assets/smart-contracts-12-use-cases-for-business-and-beyond.pdf (4. 11. 2018).

SURDEN, Harry. Computable Contracts. *University of California Davies Law Review*, 2012, letn. 46, str. 629–700.

SZABO, Nick. *Smart Contracts in Essays on Smart Contracts, Commercial Controls and Security*, 1994. Dostopno na: <http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html> (4. 11. 2018).

SZABO, Nick. *Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets*, 1996. Dostopno na: <http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html> (4. 11. 2018).

SZABO, Nick. *The Idea of Smart Contracts*, 1997. Dostopno na: <http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/idea.html> (4. 11. 2018).

The top 10 crypto coins of an extraordinary 2017 – Verge Currency gains over 1 million percent, 2018. Dostopno na: <https://blockchaintimes.co/cryptocurrencies/top-10-crypto-coins-of--extraordinary-2017-verge-gains-one-million-percent/> (4. 11. 2018).

WERBACH, Kevin, CORNELL, Nicholas. Contracts Ex Machina, Duke Law Journal, 2017, letn. 67, str. 101–170.

YLI-HUUMO, Jesse, KO, Deokyoon, CHOI, Sujin, PARK, Sooyong, SMOLANDER, Kari. Where Is Current Research on Blockchain Technology?—A Systematic Review. PLoS ONE 11(10): e0163477. doi:10.1371/journal. pone.0163477, 2016.