



# **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Bitcoin v porovnání s bankovními platebními sítěmi

Bitcoin Compared to Bank Payment Networks

## **STUDIJNÍ PROGRAM**

Ekonomika a management

## **VEDOUCÍ PRÁCE**

Mgr. František Hřebík, Ph.D.

BRUCH

STANISLAV

**2022**

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Bruch** Jméno: **Stanislav** Osobní číslo: **492804**  
Fakulta/ústav: **Masarykův ústav vyšších studií**  
Zadávající katedra/ústav: **Institut ekonomických studií**  
Studijní program: **Ekonomika a management**

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Bitcoin v porovnání s bankovními platebními sítěmi**

Název bakalářské práce anglicky:

**Bitcoin Compared to Bank Payment Networks**

Pokyny pro vypracování:

Cílem bakalářské práce je porovnání energetické náročnosti bitcoinové platební sítě v porovnání s bankovními platebními sítěmi.  
Teoretická část: 1. Bitcoinová síť 2. Bitcoinové transakce 3. Bankovní platební síť 4. Bankovní asociace  
Praktická část: 5. Odlišnosti tradiční bankovní sítě a bitcoinové sítě 6. Porovnání energetické náročnosti sítí 7. Závěr

Seznam doporučené literatury:

STROUKAL, Dominik a Jan SKALICKÝ. Bitcoin a jiné kryptopeníze budoucnosti: historie, ekonomie a technologie kryptoměn. 2., rozšířené vydání. Praha: Grada Publishing, 2018. Finance pro každého. ISBN 978-80-271-0742-1.  
MÁČE, Miroslav. Platební styk: klasický a elektronický. Praha: Grada, 2006. Osobní a rodinné finance. ISBN 80-247-1725-5.  
AMMOUS, Saifedean. The Bitcoin Standard: The Decentralized Alternative to Central Banking. Wiley-Blackwell, 2018. ISBN 9781119473862.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

**Mgr. František Hřebík, Ph.D. Masarykův ústav vyšších studií ČVUT v Praze**

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **05.01.2022** Termín odevzdání bakalářské práce: **28.04.2022**

Platnost zadání bakalářské práce: \_\_\_\_\_

Mgr. František Hřebík, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) práce

Mgr. František Hřebík, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. PhDr. Vladimíra Dvořáková, CSc.  
podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studenta

BRUCH, Stanislav. *Bitcoin v porovnání s bankovními platebními sítěmi*. Praha: ČVUT 2022. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Masarykův ústav vyšších studií.



**MASARYKŮV ÚSTAV  
VYŠŠÍCH STUDIÍ  
ČVUT V PRAZE**

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně. Dále prohlašuji, že jsem všechny použité zdroje správně a úplně citoval a uvádím je v příloženém seznamu použité literatury.

Nemám závažný důvod proti zpřístupnění této závěrečné práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Praze dne: 13. 04. 2022

Podpis:

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce Mgr. Františku Hřebíkovi, Ph.D. za jeho cenné rady, připomínky, které mi napomohli k napsání této práce.

# Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá Bitcoinem a bankovními platebními systémy. Digitální transakce se stávají běžným instrumentem pro placení v obchodech. Hlavním cílem je porovnat obě sítě na základě energetické náročnosti a zjistit, která síť využívá více zdrojů podle sledovaných vlastností. Vycházíme z předpokladu, že Bitcoin je energeticky náročnější než Visa kvůli decentralizaci sítě. Teoretická část obsahuje fungování bitcoinové sítě, proces schvalování transakcí a možnosti získání a úschovy bitcoinů. Práce dále popisuje bankovní a platební systémy pro pochopení dnešního finančního styku. Praktická část je věnována výpočtům energetické spotřeby procesovaných transakcí v rámci komparativní analýzy. Zřejmé jsou odlišnosti porovnávaných objektů dle jejich vlastností. Závěrem je budoucí predikce vývoje platebních sítí. Pokud Bitcoin bude čím dál více využíván uživateli pro provádění transakcí, má šanci přežít jako alternativa k bankovní Vise či MasterCardu.

## Klíčová slova

Bitcoin, blockchain, platební systémy, energetická spotřeba, bankovní systém, Visa

# Abstract

The bachelor thesis deals with Bitcoin and banking payment systems. Digital transactions are becoming a common instrument for payment in shops. The main objective is to compare the two networks based on energy consumption and to find out which network uses more resources according to the observed characteristics. We assume that Bitcoin is more energy intensive than Visa due to the decentralization of the network. The theoretical part includes the operation of the bitcoin network, the process of approving transactions, and the possibilities of obtaining and storing bitcoins. The thesis also describes banking and payment systems to understand today's financial interactions. The practical part is devoted to calculating the energy consumption of processed transactions in the scope of comparative analysis. The differences of the compared objects according to their characteristics are made evident. Finally, a future prediction of the evolution of payment networks is presented. If Bitcoin will be increasingly used by users to process transactions, it has a chance to survive as an alternative to Visa or MasterCard.

## Key words

Bitcoin, blockchain, payment networks, energy consumption, banking system, Visa

# Obsah

Úvod .....	5
<b>1 BITCOIN .....</b>	<b>7</b>
1.1 Blockchain .....	8
1.2 Transakce .....	9
1.3 Těžba bitcoinu .....	10
1.3.1 Hashrate síť .....	10
1.4 Vlastnosti bitcoinové sítě .....	10
1.5 Historie kryptoměn a Bitcoinu .....	11
1.6 Směnárny a burzy .....	12
1.7 Kryptoměnové peněženky .....	12
<b>2 BANKOVNÍ PLATEBNÍ SÍŤ .....</b>	<b>14</b>
2.1 Bankovní systém .....	14
2.2 Mezinárodní bankovní asociace .....	15
2.2.1 Visa International Service Association .....	16
2.2.2 MasterCard International .....	16
2.3 Platební systémy .....	16
2.4 Charakteristika bankovních platebních systémů .....	17
2.5 Platební karty .....	18
2.6 Mezinárodní platební styk .....	19
<b>3 ENERGETICKÁ NÁROČNOST TRANSAKČÍ .....</b>	<b>22</b>
3.1 Komparativní analýza .....	22
3.1.1 Energetická náročnost bitcoinové sítě .....	23
3.1.2 Energetická spotřeba bankovní platební sítě .....	24
3.1.3 Komparace obou platebních sítí .....	26
3.2 Vývoj spotřeby sítí do budoucna .....	28
<b>Závěr .....</b>	<b>32</b>
<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>34</b>
<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>37</b>
<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>38</b>
<b>Seznam grafů .....</b>	<b>39</b>
<b>Příloha .....</b>	<b>40</b>



# Úvod

Současný platební systém kreditních karet, bankomatů a obchodníků existuje od nepaměti. Od roku 2009 přibyla další metoda, a to je digitální měna jménem bitcoin. Jedná se o decentralizovanou síť, která umožnila globalizaci transakcí kdekoliv po světě. Procesování je rychlé a nízkonákladové. Krátká historie kryptoměn vede k pochybnostem fungování sítě do budoucna, a to z hlediska energetické náročnosti těžby. Kritici poukazují na nadměrnou bitcoinovou energetickou spotřebu, která je srovnatelná se státem Švýcarska. Dále upozorňují na neekologičnost celého procesu softwarového těžení kvůli ekonomicky levným zdrojům energií z uhelných elektráren. Je otázkou, zda se jedná o vypadající porovnání. Pokud se podíváme na chod bankovního platebního systému, který se skládá z hlavního tria banky-obchodník-zákazník, dochází ke spotřebě energie v podobě transakcí, chodu bankovních institucí, ATM či datových serverů. Jaké jsou ekologické dopady chodu celé bankovní sítě a jaká je jeho odhadovaná spotřeba energie, na to se zaměřuje bakalářská práce.

První kapitola je věnována Bitcoinu a jeho vymezení. Základní pojmy a technické vysvětlení procesu miningu. Stejně tak jako u bankovních účtů i u kryptoměn je potřeba pořídit digitální peněženku. Pro posílání transakcí mezi peněženkami slouží bitcoinové mince, které se směňují za fiat měny. Druhá kapitola je věnována bankovním platebním sítím a celému systému plateb. Na příkladech je vysvětleno, jak probíhají v síti transakce a komplexita bankovního systému. Kapitola třetí analyzuje energetickou náročnost obou sítí a predikuje, jak se může vyvíjet spotřeba v krátkodobém horizontu.

Cílem práce je porovnat obě sítě podle energetické náročnosti a shodných vlastností. První je spotřeba datových center na jedné straně a spotřeba těžebních strojů u Bitcoinu na straně druhé. Bankovní asociace využívají centralizovanou a distributivní síť validace transakcí. Bitcoin funguje na decentralizované architektuře sítě, kde uzly komunikují mezi sebou a není zde centrální autorita. Druhou shodnou vlastností je poplatek za transakci. Bez poplatku by zřejmě neexistovala motivace provozovat finanční infrastrukturu plateb u obou sítí. Třetí důležitou vlastností je množství provedených transakcí v síti. Je možné, že spotřeba elektřiny za jednu transakci bude velmi vysoká u bitcoinové sítě, jelikož je mnohonásobně méně škálovatelná než síť bankovní. S přibývajícím množstvím lidí by mohla energetická náročnost stoupat do výšin. Nicméně již dnes se vyvíjí další nadstavby Bitcoinu. Pokud se technologie osvědčí jako funkční, mohla by reverzně snížit spotřebu na transakci s vyšším počtem lidí. Na základě těchto třech vlastností jsou komparovány obě sítě. Cílem je také vytvořit predikci vývoje spotřeby sítí do budoucna. Práce analyzuje data z výroční zprávy Visa, kde je zmíněna spotřeba bankovní asociace. Dále čerpá ze statistických dat a zmíněna je studie, zabývající se stejnou problematikou.

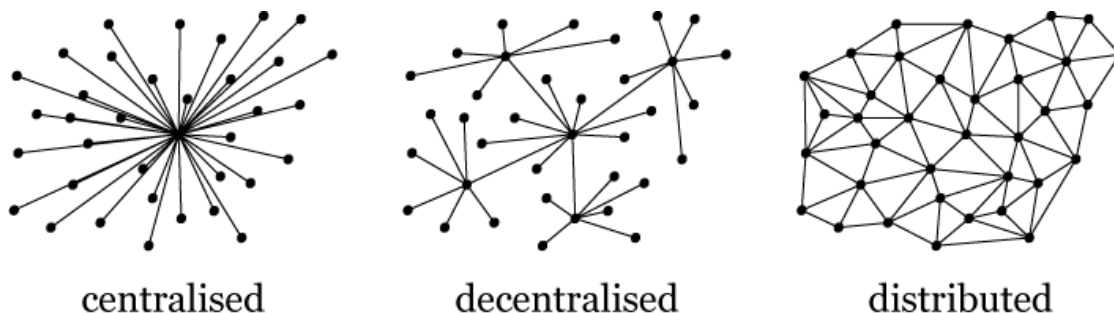
# TEORETICKÁ ČÁST

# 1 BITCOIN

Bitcoin definujeme jako P2P (peer-to-peer) počítačovou síť, kde jednotlivé uzly (klienti) mezi sebou komunikují bez existence centrálního uzlu. Umožňuje zaslat příjemci platbu napřímo bez třetí strany jako je to u bankovní sítě. Díky této vlastnosti je decentralizovaný, neřídí ho žádná centrální autorita. Uzly si mezi sebou vyměňují jednotlivé transakce v jednotce bitcoin (BTC) a historie transakcí jsou ukládány do blockchainu. Každý uzel má možnost nahlédnout do veřejné „účetní knihy“ blockchainu a provést kontrolu validnosti. Z ekonomického hlediska je bitcoin aktivum, který negeneruje zisk jako firmy. Postupnou těžbou nových bitcoinů jde odměna těžařům, výměnou za vynaloženou energii. Jinak řečeno elektrická energie potřebná pro zabezpečení a schvalování transakcí. Každý stát ho řadí do jiné skupiny aktiv. V České republice se například jedná o nehmotnou movitou věc, která se daní jako příjem z prodané věci. Někteří ho považují za investici, jiní za spekulaci. Momentálně nepanuje konsenzus ohledně právního uchopení kryptoměn. Jedna z diskutovaných otázek ohledně bitcoinu je určení vnitřní hodnoty. Jejich hodnota se odvíjí od momentální poptávky a nabídky. Pokud lidé mají zájem o nákup bitcoinu, jeho cena stoupá. Jestliže není poptávka je nízká, cena má tendenci klesat. Vnitřní hodnotou může být také využití sítě pro přenos hodnoty mimo bankovní platební systém. Transakce jsou nízkonákladové, spolehlivé a nezávisí na objemu poslaných peněz.

Historie Bitcoinu začíná v roce 2008, kdy během panující finanční krize publikoval autor pod pseudonymem Satoshi Nakamoto článek, který se nazývá „Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System“ a zveřejnil odkaz na dokument, kde se podrobněji zabývá fungováním Bitcoinu (Nakamoto, 2008). Jeho pravá identita není známá, může se jednat o jednotlivce nebo o skupinu vývojářů. Ke spuštění sítě došlo až 3. ledna 2009 vytvořením prvního (genesis) bloku. Pro upřesnění, Bitcoin s velkým počátečním písmenem označujeme bitcoinovou sítí, jednotku sítě bitcoin s malým počátečním písmenem.

Jak již bylo zmíněno, patří do skupiny takzvaných kryptoměn. Opírají se o matematickou disciplínu šifrování, tedy utajením zprávy pomocí šifrovacího klíče (Stroukal, 2021). V současné době existuje přes 12 000 kryptoměn a jejich počet stále narůstá. Důvodem vysokého počtu je touha po neustálém hledání nové alternativy k Bitcoinu, proto jsou označovány také jako altcoiny. Každý altcoin se vyznačuje svými unikátními vlastnostmi a nabízí mnohdy lepší řešení bitcoinové sítě. Příkladem jsou decentralizované kontrakty, škálovatelnost sítě, nižší poplatky za transakce nebo kompletní anonymitu plateb. Ne vždy se ale jedná o nejlepší řešení, jelikož každá síť má své negativní externality. Pokud kryptoměna nabízí platformu s chytrými kontrakty, historicky se ukázaly úspěšné pokusy o útoky na síť, kdy byly odcizeny prostředky díky neodhaleným bezpečnostním díram. Chyb pak využívají hackeři, pokud je dříve neobjeví vývojový tým dané kryptoměny. Jeden z největších hacků, který se stal na PolyNetworku, stál uživatele dohromady 611 milionů dolarů skrze kontraktovou platformu (Monitor, 2022). Bitcoin nemá odpověď na všechny užitečné vlastnosti sítě, během své historie prokázal svoji funkčnost a odolnost.



Obrázek 1: Druhy počítačových sítí, zdroj: <https://github.com/>

Na obrázku je vizuální porovnání počítačových sítí dle míry centralizace. Síť centralizovaná má všechny uzly napojené na jeden uzel, který kontroluje jejich komunikaci. Pokud by centrální uzel přestal fungovat, veškerá komunikace zanikne. Příkladem může být podnik s vlastním serverem. Dalším typem je decentralizovaná síť, která při výpadku několika uzlů je stále funkční. Řeč je o Bitcoinu nebo o internetu. Třetím druhem je distribuční síť, která je ze všech sítí nejvíce robustní. Při ztrátě jednoho uzlu je schopna komunikovat se všemi ostatními uzly.

## 1.1 Blockchain

Blockchain v překladu znamená “řetězec bloků”. Jedná se o chronologicky řazenou neměnnou databázi, do které se ukládají bloky transakcí. Jednotlivé bloky se dále spojují do jednoho hlavního řetězce. Názorným přírodním je strom, kde hlavní kmen – řetězec bloků – má i svoje větvení. K vedlejšímu větvení dochází, pokud se do kryptoměny uvádějí změny neboli tzv. fork. Každý blok v blockchainu navazuje na předešlý blok, obsahuje již potvrzené transakce a stane se předkem pro následující blok. Tento způsob řetězení umožňuje ukládat transakce tak, aby byly nepřespatelné, bez možnosti změnit historii. Modifikace bloku, ve kterém jsou zapsány transakce, není prakticky možná. Vyžadovala by přepočítání všech následujících bloků, a tak každým dalším potvrzeným blokem roste bezpečnost exponenciálně.



Obrázek 2: Vizualizace blockchain bloků v reálném čase, zdroj: <https://mempool.space/>

Jinak řečeno, blockchain je jako účetní kniha v elektronické podobě. Tato účetní kniha obsahuje záznamy o všech transakcích, které kdy proběhly, a je veřejná. Každý si může zjistit, kdo na jakou adresu posílal prostředky a jaké objemy se přesunuly. Na stránce [mempool.space](https://mempool.space) lze nalézt výše uvedenou vizualizaci vytěžených bloků a údaje o jejich velikosti, počtu schválených transakcí a kdo daný blok vytěžil. Oproti bankovním operacím, blockchain je transparentní a je zde zaznamenána každá transakce, včetně odesílané částky a adresy. Nedá se tedy říct, že je bitcoinová síť anonymní, ale spíše pseudonymní. Z blockchainu nelze zjistit, komu konkrétně adresa patří. Přesto existují dnes společnosti, které se zabývají trackováním adres za účelem nalezení uživatele podezřelého z nelegálních činností.

## 1.2 Transakce

Informace o převodu kryptoměny z adresy na adresu se nazývá transakce. Podobně jako u banky dochází k převodu peněz mezi bankovními účty. Na pozadí blockchainu však dochází k odlišnému způsobu provedení transakcí. Dle Antonopoulose (2017) jsou bitcoinové transakce jako zápisy v knize na principu podvojného účetnictví, vždy má jeden nebo více vstupů a výstupů. Jelikož jsou za každou platbu účtovány transakční poplatky, součet vstupů a výstupů se nemusí rovnat. Pokud nejsou v daném momentu poplatky nulové, součet výstupů je menší než vstupů. Transakční poplatek jde následně těžařovi, který je za zařazení transakce do účetní knihy odměněn. Výše odměny se liší dle vytíženosti sítě validovat transakce. Čím více lidí chce provést platbu, tím vyšší poplatky jsou účtovány v řádu jednotek až desítek dolarů (Bitinfocharts). Jestliže poptávka po transakcích je nízká, poplatek za transakci osciluje kolem 1 dolaru. Důvodem cenových výkyvů je kapacita blockchainové sítě, která dokáže zpracovat maximálně 380 000 transakcí denně (Best, 2022) na svoji hlavní první vrstvě, označována jako Layer-1. Aby bylo možné transakce rozlišovat, každá adresa obsahuje vlastní veřejný a soukromý klíč. Veřejný klíč představuje adresu příjemce platby a soukromý klíč je používán ke generování podpisů.

Praktický příklad: Karel chce poslat Aleně bitcoin. K uskutečnění transakce bude potřebovat Alenin veřejný klíč. Bitcoin tedy pošle na veřejný klíč a poté použije vlastní soukromý klíč k potvrzení transakce. Soukromý klíč je nejdůležitější informací, jak se dostat ke svým bitcoinům. Jakmile někdo získá tento klíč, přebírá kontrolu nad danou adresou. Paralelou je heslo k internetovému bankovníctví bez dalšího zabezpečení.

Soukromý klíč odpovídá 256bitovému číslu, což je 64 hexadecimálních číslic a veřejný klíč obsahuje 520 bitů neboli 130 hexadecimálních číslic (Antonopoulos, 2017). Příklad adresy: 18vnFK5WPsi9YkuenCGf7kGHTwZWsnSnt.

Tato adresa byla vygenerována speciálně pro reprezentativní účely ve WIF (wallet import format) standardizovaného formátu. Každý si může vygenerovat Bitcoin adresu na internetu nebo se vygeneruje přes zprostředkovatele, jako je to u bankovních účtů. Vygenerovat ji lze i off-line bez spolupráce blockchainu.

## 1.3 Těžba bitcoinu

Aby transakce byly ověřené, je zapotřebí do sítě zapojit auditory neboli minery, kteří kontrolují, zda transakce byla provedena správně. Předchází problému double-spendingu, kdy může dojít ke dvojitě útratě stejných bitcoinů. Z toho důvodu je zapotřebí proces těžby, při kterém se pomocí speciálních hardwarů nebo grafických karet kontrolují a potvrzují transakce v síti. Těžba má za úkol další důležitý aspekt, kdy se emitují nové bitcoiny do oběhu jako odměna za každý vytěžený blok. Těžaři jsou tímto finančně motivováni vynaložit výpočetní výkon za nové bitcoiny. V počátcích vzniku Bitcoinu se těžba prováděla na procesorech počítače, avšak kvůli zvyšující se náročnosti se přesunula na výkonné grafické karty a speciální hardwarey tzv. ASICs, navržené speciálně pro jeden druh výpočtu v softwaru. Obsahují čipy se specifickým aplikačním určením.

Principem těžby je, že těžaři skládají a šíří nepotvrzené transakce do bloku za pomoci vydaného výpočetního výkonu. Po ověření, zda odpovídá množství bitcoinů na adrese, připojí blok na předchozí potvrzené bloky. Za každý nově připojený blok obdrží těžař odměnu ve výši 6,25 BTC (Hong, 2022). Jelikož je v bitcoinové síti zapojeno miliony minerů, těžební výkon vzrostl od roku 2011 nespočetněkrát. Není tedy jednoduché vytěžit bitcoiny na vlastním stolním počítači, proto dnes existují bitcoinové farmy na těžbu kryptoměn. Rychlost těžby bloku je omezena na 10 minut, aby nedošlo k okamžitému vytěžení všech bitcoinů. Díky tomuto omezení je síť stále udržována. Dnes se těžba kryptoměny vyplatí zejména ve státech s levnou elektřinou. Příkladem je Čína, USA nebo Kazachstán.

### 1.3.1 Hashrate síť

Obtížnost sítě představuje metrika hashrate, která říká, jaké množství výpočetního výkonu je vynaloženo na těžbu bitcoinu. Hashrate se měří v gigahashes za sekundu (GH/s). S rostoucí náročností sítě na vytěžení bitcoinu je velmi málo pravděpodobné, že jednotlivec vytěží bitcoinový blok a získá odměnu. Aby měl těžař vyšší šanci získat odměnu za vynaložení výkonu během těžby, může se připojit do takzvaných těžebních skupin neboli mining pools. Historicky prvním bitcoinovým poolem je český Slushpool. Zakladatel Marek Palatinus si všiml, že obtížnost těžby s přibývajícím počtem uživatelů stoupá rychlým tempem, a tak založil těžební skupinu. Úkolem je sjednotit hash tisíce těžařů, připojit je k serveru a za každý úspěšně vytěžený blok rozdělit odměnu mezi účastníky poolu. Pokud jednotlivec má více strojů zapojených do sítě, má právo na více bitcoinů a naopak. Jelikož každý blok se vytěží za 10 minut, probíhá rozdělení odměny na pravidelné bázi. Část zisku, obvykle procentní poplatek, si zanechá těžební pool za zprostředkování služby.

## 1.4 Vlastnosti bitcoinové sítě

Pro pochopení rozdílů mezi sítěmi je nutné definovat charakteristické rysy Bitcoinu. Mezi vlastnosti bitcoinové sítě patří:

- **Decentralizace** – neexistence centrální entity, která by Bitcoin řídila. Při přerušení komunikace jednoho uzlu síť nadále funguje mezi dalšími uzly;
- **Pseudoanonymita** – transakce neobsahují informace o uživateli, ale jsou veřejně dostupné pod danou bitcoinovou adresou. Pokud někdo bitcoiny nakupuje ze směnárny, kde je zapotřebí ověření identity, je možné od těchto institucí si vyžádat, kdo je vlastníkem adresy. Díky tomu je bitcoinová síť není plně anonymní, ale pouze pseudoanonymní;
- **Vzácnost bitcoinu** – celkové množství je omezené na 21 milionů BTC v oběhu sítě, jelikož těžba neboli emitování nových bitcoinů je předurčena zdrojovým kódem;
- **Dostupnost** – síť je globální, každý může vlastnit kryptoměnovou peněženku a směniti bitcoiny nezávisle na lokalizaci příjemce či odesílatele;
- **Směnitelnost** – bitcoin je směnitelný na státní měny a další kryptoměny prostřednictvím finančních institucí;
- **Transparentnost** – blockchain je open-source. Každý může nahlédnout, jak je naprogramován;
- **Dělitelnost bitcoinu** – stejně tak jako česká měna je dělitelná na bankovky a mince i bitcoin je dělitelný až na 8 desetinných míst. Nejmenší jednotka se nazývá 1 Satoshi, což je ekvivalent k 0,00000001 BTC.
- **Neinflační** – zajímavou vlastností sítě je že množství nevytěžených bitcoinů exponenciálně klesá až do roku 2140, kdy dojde k vytěžení všech bitcoinů. Inflace je předurčena a klesá k nule, nicméně v důsledku nezodpovědné ztráty klíčů ke svým peněženkám přirozeně bitcoiny z oběhu ubývají. Po vytěžení všech mincí dá považovat za deflační.

## 1.5 Historie kryptoměn a Bitcoinu

První myšlenka digitální měny vznikla v 90. letech 20. století. V roce 1989 přišla společnost DigiCash s první digitální měnou eCash. Kryptograf David Chaum vymyslel kryptografický systém, který umožňoval anonymitu transakcí. Avšak o devět let později byl vyhlášen bankrot společnosti (Fiorillo, 2018). Dalším pokusem je E-gold, což byla digitální měna krytá zlatem. Naneštěstí v roce 2008 ukončila společnost svou činnost kvůli soudním sporům s vládou USA. Všechny digitální alternativní měny ke státním měnám většinou selhaly na jednom zásadním problému, a to na vysoké míře centralizace. Díky tomu je možné je snadno regulovat nebo jednoduše zakázat. Vlády pohlížejí na alternativy měny ze stinné stránky kvůli praní špinavých peněz a financování terorismu. Pokud nejsou pod drobnohledem finančních úřadů, je s tím spojené riziko zneužívání peněz k ilegálním aktivitám.

Vymyslet decentralizaci měny bylo stále záhadou, zejména jak navrhnout systém zúčtování transakcí bez přítomnosti třetí strany. Ke zlomu došlo až v roce 2008 s příchodem Bitcoinu (Tětek, 2017). Jedná se o první a zároveň nejvíce používanou decentralizovanou měnu v historii digitálních měn. Zakladatelem Bitcoinu je údajný Japonec Satoshi Nakamoto, jehož identita se zpochybňuje. Při pohlednutí na angličtinu, kterou používal na diskusních fórech, neobsahovala jedinou gramatickou chybu a nepoužíval ani japonská slova. Během panující finanční krize roku 2008, publikoval poprvé na internetovém fóru článek, který se nazývá „Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System“.

*„Pracuji na novém elektronickém měnovém systému, který funguje na systému peer-to-peer počítačové síti bez přítomnosti třetí strany. Hlavními vlastnostmi jsou: Dvojitá útrata je zabezpečena P2P sítí. Bitcoin funguje bez důvěryhodné strany. Uživatelé mohou být anonymní. Nové mince jsou tvořeny hashovací funkcí proof-of-work. Proof-of-work zabraňuje dvojitě útratě,“* napsal Nakamoto v úvodu článku a zveřejnil odkaz na dokument, kde se podrobněji zabývá fungováním Bitcoinu (Nakamoto, 2008). K samotnému spuštění Bitcoinu došlo 3. ledna 2009 vytvořením prvního genesis bloku.

Počátky Bitcoinu nedoprovázely ani tak technické problémy jako potíže s navýšením počtu uživatelů, kteří by se podíleli na těžbě a využívání sítě. Satoshi si uvědomoval fakt, že není v jeho silách sám vyvíjet síť. Spolupracoval tedy například s programátorem Hal Finney, který se stal prvním příjemcem bitcoinové transakce a vývojářem sítě (Ammous, 2018). Napomáhal těžit bitcoiny a propagovat ho ostatním uživatelům. Martti Malmi, správce webu bitcoin.org a vlastník bitcoinového fóra BitcoinTalk, se podílel na tvorbě loga a dlouhodobě spolupracoval se Satoshim. Když se Bitcoin rozrůstal, kontakt se Satoshim postupem času slábl. Viděl, že za Bitcoinem stojí tým dobrovolníků, který bude vést jeho vývoj, aniž by do toho zasahoval (Popper, 2016).

## 1.6 Směnárnny a burzy

Buď je možné bitcoiny získat nebo je přímo nakoupit. Tradiční cestou těžba, kdy uživatel dostává za činnost odměnu v bitcoinech. V počátcích se jednalo o jedinou možnost, jak se k nim dostat. Dnes je činnost minerů technicky náročná a vyžaduje znalost sestavení hardwaru a zkušenosti se softwarem. Ne každému se vyplatí těžit v domácích podmínkách, nejčastěji se těžaři koncentrují v halách a místech s levnou a dostupnou elektřinou. Jedná se o regulérní podnikání, kdy je důležité si propočítat ziskovost celého byznysu a zvážit rizika spojené s těžbou. Dalším způsobem je akceptovat bitcoiny za prodej služby či statků. Stačí si naimplementovat platební bránu, která tuto možnost nabízí nebo terminál. Nejčastěji se bitcoiny nakupují přes prostředníka. Dnes existuje nespočet směnáren a burz, nabízející nákup kryptoměn za peníze. Existují další způsoby nákupu jako jsou bitcoinové automaty, kde si jednoduše může každý nakoupit bitcoiny bez předešlé registrace na svoji nebo nově vygenerovanou peněženku. Nemusí se jednat vždy o směnárnou, prodej bitcoinů nabízejí i překupníci za poplatek. Výhodou je anonymita přijatých bitcoinů na vlastní peněženku. Není následně dohledatelné, kdy a za jakou cenu směněna proběhla.

## 1.7 Kryptoměnové peněženky

Aby bylo možné uchovávat kryptoměny, existuje několik způsobů, jakou formou zabezpečit privátní klíče k adresám. Peněženky neobsahují žádné kryptoměny na rozdíl od peněženek s bankovkami, ale pouze uchovávají a zabezpečují klíče před krádeží. Mohli bychom je nazývat spíše jako klíčenky, které obsahují přístup k dané adrese s bitcoiny. Podle míry zabezpečení existuje několik způsobů, jak kryptoměny uchovávat do peněženek:



1. **Softwarová peněženka** – stačí si stáhnout aplikaci z oficiálních webových stránek a pomocí aplikace v počítači nebo mobilu vygenerovat novou peněženku v několika krocích. Zde jsou pak soukromé klíče uloženy do souboru na úložišti přístroje. K tomuto souboru se dostane pouze uživatel, který zná heslo k souboru. Je tedy proto důležité instalovat peněženky do zabezpečených zařízení, jinak hrozí odcizení kryptoměn jinou osobou, která odhalí přístup k aplikaci. Výhodou softwarové peněženky je jednoduchý přístup k prostředkům oproti jiným metodám. Nejznámější softwarovou peněženkou je Electrum.

2. **Webová peněženka** – nejjednodušší způsob uložení kryptoměn ve směnárnách či na burzách, jelikož jsou ihned k dispozici po přihlášení k účtu. Výhodou je, že není potřeba instalovat dodatečný software k peněžence. Nevýhodou je riziko spojené se zabezpečením proti krádežím a v důvěře k finanční instituci. V minulosti se již stalo několik případů, kdy došlo k nenávratným ztrátám bitcoinů ve prospěch hackerů. Proto se tato možnost nedoporučuje na dlouhodobé uchování kryptoměn. Příkladem webové peněženky je Coinbase nebo burza Binance.

3. **Papírová peněženka** – jednou z bezpečnějších metod, jak uchránit kryptoměny před případnými hackerskými útoky, je papír s vytištěnou adresou a privátními klíči. Doporučuje se vytisknout více takových dokladů a uschovat je na několika místech, aby nedošlo k fyzické ztrátě papírových peněženek.

4. **Hardwarová peněženka** – pokud chceme mít jednodušší přístup k peněžence a zároveň zajištěnou bezpečnost, existuje i alternativa v podobě hardwaru. Hardware vypadá jako flash disk, který šifruje privátní klíče. Jedním z nejznámějších světových výrobců hardwarových peněženek je český Trezor nebo francouzský Ledger (Sýkora, 2018).

Při úvahách nad zabezpečením peněženky závisí také na výši investovaného kapitálu, které uživatel chce vložit do kryptoměn. Pokud se jedná o stovky až tisíce korun, mohou postačit softwarové či webové peněženky, kde nehrozí vysoká ztráta při krachu směnárny či kybernetických útoků na peněženky. Při vyšším obnosu se může vyplatit zainvestovat do vyšší bezpečnosti v podobě hardwarových peněženek. Jedná se momentálně o nejbezpečnější způsob úchovy kryptoměn, nicméně každá alternativa vyžaduje míru odpovědnosti s jejím nakládáním. Pokud uživatel ztratí přístup k peněžence, neexistuje třetí strana, která by umožňovala vygenerovat nové heslo nebo přemístit prostředky na jinou adresu, jako je to u banky. Každý je plně zodpovědný za své bitcoiny.

## 2 BANKOVNÍ PLATEBNÍ SÍŤ

Na digitální bázi fungují i bankovní platební sítě jako bezhotovostní způsob placení. Rozlišujeme několik oblastí pro vysvětlení fungování retailového styku s bankami, obchody a dalšími finančními institucemi. Bankovní systém jako hierarchie jednotlivých institucí, jejich dělení. Platební systém jako anatomii plateb. Oba systémy dávají do souvislosti mezinárodní platební styk a jeho prostředí pro zprostředkování a zúčtování transakcí. Celý bankovní ekosystém je důvodem, jak a proč fungují bankovní platební sítě. V dnešním světě se jedná o nezbytnou součásti finančního rozhodování.

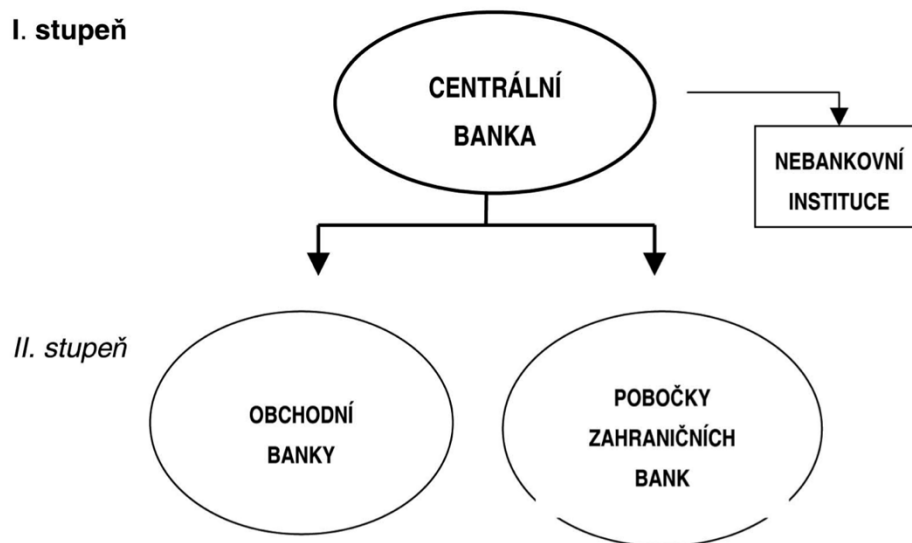
### 2.1 Bankovní systém

V historii se setkáváme s komoditními penězi jako je pšenice, látky či dobytek. Postupem času se přešlo na lepší způsob přenášení hodnoty než výměnou zboží za zboží. První pokusy o vytvoření peněz v podobě mušlí, korálek skončili na jedné slabině, a tou je vzácnost. Pokud někdo dokázal najít neomezený zdroj těchto věcí, staly se peníze bezcenné kvůli inflačnímu tlaku. Ve 4. století př. n. l. Aristoteles zmínil ve svých textech o drahých kovech a jako první vysvětlil podstatu peněz (Jílek, 2013). Zlato a stříbro se po dlouhá léta začaly využívat jako hlavním prostředkem platby za zboží pomocí ražení mincí pod jménem daného státu. Postupem času s přílivem drahých kovů ze zahraničí docházelo také ke ztrátě kupní síly mincí, přesto jsou omezené zásobami těchto komodit. Jelikož s majetkem souvisí úschova, vznikaly první instituce na uložení cenných kovů za stvrzenky, později bankovky. Postupným vývojem bankéř poskytoval více poukázek, než bylo množství zásob. Tím vznikla expanze peněz v podobě prvních nekrytých úvěrů. Důvěra v této instituce umožnila vzniku fiat peněz, což jsou měny s nuceným oběhem. Aby vydávání peněz bylo kontrolované, ve 20. století vznikaly první centrální banky, které mají za úkol cílování inflace a peněžní zásoby.

Bankovní systémy jsou nyní založeny na fiat penězích, kryté důvěrou lidí. Nemají přímou vazbu na drahé kovy či jiné prostředky. Kontrola nad penězi je v rukou jednotlivých zemí, potažmo státních centrálních bank. Rozdělujeme bankovní systémy na:

- a) **Jednostupňový bankovní systém** – historicky bez existence centrální banky, pouze komerční subjekty. Úrokové míry reguluje jiná instituce státu, než je centrální banka;
- b) **Dvoustupňový bankovní systém** – komerční banky neboli obchodní banky podřízené centrálním bankám, které regulují úrokové sazby na trhu za cílem ovlivnění inflace, HDP a zaměstnanosti. Zároveň tím stanovují úrokovou míru na mezibankovním trhu pro obchodní banky a ostatních subjektů (Jílek, 2013).

## BANKOVNÍ SYSTÉM ČR



Obrázek 3: Bankovní systém v ČR, zdroj: (Pospíšil, 2006)

Prvním stupněm bankovního systému je centrální banka, která je nezávislým orgánem, dohlížející nad finančním trhem. Hlavním cílem centrální banky je cenová stabilita, v některých státech je cílem podporovat zaměstnanost (ECB, 2015). Dále přímo ovlivňuje měnovou politiku vydáváním bankovek či mincí neboli reguluje peněžní zásobu. Úkoly centrálních bank jsou podobné po celém světě, liší se třeba pravomocemi či politickou nezávislostí. Pro dosažení stanovených cílů mají možnost využít řadu nástrojů jako jsou úrokové sazby, změny v povinných rezervách či operace na volném trhu. Jelikož centrální banka dohlíží na činnost obchodních bank, uděluje druhému stupni bankovního systému licence. Jsou to ziskově orientované subjekty, které získaly bankovní licenci od centrální banky. V českém zákoně č. 21/1992 Sb., o bankách, musí být akciovou společností, přijímat od veřejnosti vklady a poskytovat úvěry. Subjekt bez licence je řazen do kategorie nebankovních institucí v prvním stupni systému. Výhodou je méně striktní legislativa pro tyto subjekty a jsou například poskytovateli nebankovních úvěrů. Soustava centrálních bank, komerčních bank či zahraničních bank, tvoří bankovní systém.

## 2.2 Mezinárodní bankovní asociace

Bankovní asociace jsou mezinárodní finanční instituce, spravující kreditní karty a platební služby po celém světě. Mezi nejznámější značky patří VISA a MasterCard. Obě nadnárodní společnosti jsou akciové tituly, volně obchodované na finančních trzích se sídlem v USA. Stejně tak jako u bankovního systému, existují na druhé straně i nebankovní asociace, které vydávají své vlastní nebankovní platební karty či je zprostředkovávají dalším společnostem. Příkladem jsou cestovní kanceláře a další komerční subjekty (Schlossberger, 2012). Známou nebankovní asociací je například American Express a Diners Club.

### 2.2.1 Visa International Service Association

V roce 1958 Bank of America spustila první kreditní platební systém pro retailové klienty a obchodníky. Následně v roce 1974 expandovala mezinárodně a o rok později vytvořila debetní karty. Samotná Visa vznikla až spojením několika firem v roce 1976. Poté v roce 2008 vzniklo IPO (Initial Public Offering) neboli první nabídka akcií pro veřejnost. V průběhu let probíhali bankovní akvizice jako Visa Europe a působí ve více než 200 státech po celém světě (Visa). Dnes se jedná o jednu z nejhodnotnějších firem na světě. Hlavní činností asociace je vydávání platebních karet – debetních a kreditních, ale nabízí také finančním institucím vydávat karty pod jejich značkou. Společně s platební kartou jsou spojené cashback programy pro spotřebitele. Všechny transakce probíhají na komunikační síti VisaNet, která zajišťuje autorizaci, clearing a zúčtování plateb přes online POS (Point of Sale) terminály (ČBA). Funguje jako centralizovaná síť přes soukromé data centra. Jedná se o největší bankovní transakční síť na světě s 40% podílem na trhu podle celkového objemu provedených transakcí (Best, 2022).

### 2.2.2 MasterCard International

Historicky vznik finanční instituce sahá do 70. let 20. století, kde skupina Interbank Card Association tvořila několik amerických bank spojená jednou platební sítí. Společně s další mexickou asociací začala expandovat do Evropy a dalších zemí jako je Japonsko. Později se s další expanzí ICA přejmenovala na MasterCard. Podobně jako Visa vstoupila společnost z privátního vlastnictví na veřejnou burzu skrze IPO v roce 2006 a působí ve více než 210 státech světa. Zprostředkovává platební karty, transakce a odměnové programy pro spotřebitele. Architektura sítě je postavena na centralizovaném a distributivním řešení. Pro rychlé procesování transakcí síť využívá distributivní strukturu, pro pokročilé validování a vyšší bezpečnost transakce slouží centralizovaná síť (MasterCard). Podle objemu transakcí MasterCard je druhou nejpoužívanější transakční sítí s 24% podílem na trhu (Best, 2022).

## 2.3 Platební systémy

Za poslední dekády jsou implementace kreditních karet a digitálních plateb jednou z nejvíce rozvíjejících změn finančního sektoru. Paralelně vedle centralizovaných bankovních plateb existují již zmíněné decentralizované systémy kryptoměnových plateb a platforem. Čím dál více obchodníků integruje platební terminály do svých obchodů, do online sféry a drtivá většina plateb dnes probíhá elektronicky mezi bankovními účty. Narůstá také množství fintech řešení, jako jsou mobilní aplikace, kde se několika kroky dostane člověk k celé škále finančních instrumentů typu převody, nákupy cenných papírů, spořicí účty či alternativní investice. Bankovní systém je pro porovnání organismus, který spojuje státní instituce, komerční subjekty a bankovní asociace do jednoho celku. Následně retail využívá banky pro finanční služby. Aby mezi sebou komunikovaly, probíhají v systému platby. Definicí plateb jsou převody prostředků od plátce k příjemci platby (Jílek, 2013). Jednoduše řečeno,

plátce provede platbu buď hotovostí nebo bankovní platbou na bankovní účet. Nadřazenou množinou plateb jsou platební systémy, které převádí peníze či likviditu. Při procesu platby nejprve dochází ke zúčtování přes takzvané clearingová centra. Platba se zde páruje s protistranou a potvrzuje, zda je správně provedená. Z pohledu bank jsou dvě role bank – vydavatel a nabyvatel peněz. Následně dojde k vypořádání transakce převodem platby na příjemce. Tento způsob nazýváme platební styk jako mezibankovní. Nicméně ne vždy probíhají platby mezi bankami, pokud bankovní účet příjemce je veden u stejné banky. V takovém případě se jedná o vnitrobankovní platební styk (Jílek, 2013). Díky automatizaci jsou transakce nízkonákladové a rychle procesované.

Stejně tak jako u bitcoinové sítě, elektronické platby se mohou potýkat s problémem dvojího utrácení. Pokud odesílatel platí hotovostí, není potřeba ověřovat transakci, zda byla provedena dvakrát. Příjemce jednoduše vidí fyzickou bankovku a ověří si pouze jeho pravost. V případě digitálních plateb může útočník provést opakovaně jednu a tutéž transakci. Jedna z klíčových věcí je zabezpečit systém proti podobným útokům. V případě bankovního systému jsou tyto platby skryté a nejsou veřejné tak, jako je to u blockchainové technologie. Historicky probíhala identifikace pomocí telefonu. Poté byl pro bankovníctví využíván fax, který nebyl ideálním nástrojem pro platby, jelikož vytištěné příkazy nemusely být vždy čitelné a vyžadovaly další autentizaci (Máče, 2006). S příchodem počítačové techniky vznikaly první komunikační programy. Přenos bankovních dat do počítačů umožňovaly disky, následně plně elektronicky a pro identifikaci dnes slouží elektronický podpis.

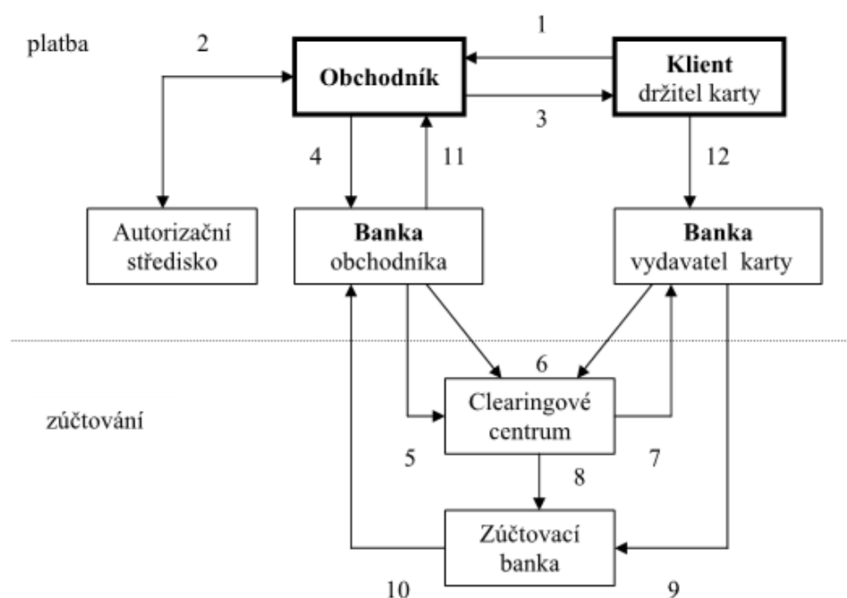
## 2.4 Charakteristika bankovních platebních systémů

V první kapitole byla popsána charakteristika bitcoinové sítě. Pro komparaci obou sítí je zapotřebí popsat rysy bankovního platebního systému. Mezi vlastnosti bankovních platebních systémů patří:

- **Centralizace platebního systému** - bankovní systém se opírá o vrchní autoritu, centrální banku na základě vydaných regulací, kterými se musí řídit.
- **Vypořádání plateb** – systém hrubého vypořádání plateb schvaluje transakce postupně dle krytí transakce. V clearingovém centru je zapotřebí dostatečné množství likvidity ke procesování transakce. Čisté vypořádání neohlíží na objem prostředků při zúčtování, ale započítává jednotlivé pohledávky a závazky účastníků vzájemně (Schlossberger, 2012).
- **Zúčtování plateb** – napojení bank na jednu zúčtovací autoritu. V České republice se jedná o Českou národní banku. Jednotlivé instituce nekomunikují napřímo, ale přes zúčtovací autoritu.
- **Dostupnost** – platební systém je mezi sebou provázaný mezinárodně a lze volně posílat transakce po celém světě, pokud jsou finanční služby dostupné pro daný stát. Transakce bývají velmi nákladné, jelikož transakce obvykle putuje přes několik entit k příjemci platby. Existují ale dnes způsoby, jak posílat transakce nízkonákladově pomocí prostředníka jako je například Wise. Společnost má otevřené účty po celém světě a pouze převede hodnotu transakce ze svého účtu v dané zemi, aniž by transakce opustila hranice.
- **Transparentnost systému** – každá transakce má ověřeného příjemce u finanční instituce, nejsou ale všechny veřejně dostupné k nahlédnutí, pokud se nejedná o transparentní účty. Stát si ale může vyžádat bankovní transakce svých občanů a má pravomoc je kontrolovat.
- **Směnitelnost** – peníze jsou směnitelné za hotovost nebo cenné papíry.

## 2.5 Platební karty

Platební karta je instrument, který provádí platební příkaz z bankovního účtu. Umožňuje vzdálený přístup k vlastnímu účtu, kde jsou uloženy elektronické peníze. Typickými operacemi jsou transakce v obchodech, výběr či vklad hotovosti a možnost provést platbu na vrub společnosti. Jednotlivé karty dělíme dle zúčtování na debetní, kreditní a charge karty. Debetní karta čerpá peníze, které má majitel na účtu, tedy vlastní peníze. Karta kreditní, často zaměňovaná jako debetní karta, je na rozdíl od debetní úvěrová. Díky ní čerpá spotřebitel od banky úvěr za určitých podmínek, jako je splatnost a výše úroku. Karty charge jsou podobné kreditním kartám, nicméně vyčerpané prostředky nelze vracet postupnými splátkami, ale je potřeba je vrátit najednou vydávajícímu subjektu do 30 dnů (Schlossberger, 2012). Platební karty vydávají zmíněné mezinárodní bankovní asociace, tak i tuzemské instituce, které jsou platné pouze na území daného státu.



Obrázek 4: Proces transakce platební kartou, zdroj: Platební styk (Máče, 2006)

V předešlé části o platebních systémech byl vysvětlen proces bankovních převodů a jejich dělení. Pro pochopení fungování plateb kartou je zapotřebí objasnit, jak funguje tento proces v praxi. Jedná se o nejvyužívanější variantu karetní transakce a nazývá se jako model se čtyřmi účastníky, kde jsou účastníky: vlastník karty, banka vlastníka karty (issuing bank), banka obchodníka (acquiring bank) a samotný obchodník s POS terminálem. Na obrázku jsou očíslované jednotlivé kroky průběhu procesu platby u obchodníka bezhotovostním stykem. Krok č. 1 znázorňuje předložení držitelovy karty obchodníkovi. Obchodník má možnost ověřit ochranné prvky na kartě a klient přiložením karty (případně swajpnutím) provést platbu prostřednictvím terminálu. Další krok č. 2 znázorňuje autorizaci platby během několika sekund přes internet u vydavatele karty. Ve třetím kroku vydá obchodník doklad o přijaté platbě. V mezikrocích banka obchodníka dostává informaci o platbě a posílá

potvrzení zpátky skrze karetní síť. Dále dochází k zúčtování platby v clearingovém centru, kde banky vyrovnávají salda účtů. Posledními kroky č. 10 až č. 12 je částka stržená o poplatky převedena na účet obchodníka a transakce ukončena. Tyto modely využívají největší bankovní asociace MasterCard a Visa. Nejsou přímými účastníky procesu, ale vlastníky celého modelu, jejichž úkolem je zúčtování plateb (Jílek, 2013).

Poplatková politika plateb bývá důvodem, proč obchodník zavedení bezhotovostních plateb obchodník nemusí přijímat přes riziko ušlých tržeb. Hradí se zde poplatek za službu obchodníkovi, kdy je stržena procentuální částka z transakce při každé platbě kartou. Poplatek se pohybuje ve výši 1-3,5 % z transakce (Daly, 2021). Jeho výše se odvíjí od velikosti firmy, bývá následně promítnut do ceny zboží jako náklad. Může se lišit také mezi jednotlivými státy kvůli nízké konkurenci v tomto odvětví. Největší poměrovou částí (70-90 %) poplatku za službu obchodníkovi je uhrazovací poplatek, který účtuje banka klienta bance obchodníka za každou transakci (Jílek, 2013).

## 2.6 Mezinárodní platební styk

Rostoucí tempo digitálních plateb lze vidět i na objemu mezinárodních transakcí, kdy se za rok 2021 přesunulo necelých 150 bilionů dolarů v souhrnu napříč segmenty příjemců (Best, 2022). Podle Schlossbergera (2012) se jedná o peněžní vztah mezi plátcem a příjemcem, uskutečněn napřímo mezi nimi nebo přes prostředníka, pokud oba subjekty jsou umístěny v jiném domovském státě. Nezbytnou součástí mezinárodního platebního styku jsou formy přenosu a zpracování transakcí – SEPA a SWIFT.

SWIFT je zkratkou pro Společnost pro celosvětovou mezibankovní finanční telekomunikaci. Tato síť je založena evropskými a americkými bankami, se sídlem společnosti v Belgii. Provozuje celosvětovou telekomunikační síť SWIFTNet, která propojuje více než 11 000 finančních institucí (Swift). Technicky se jedná se o datový přenos zpráv označena kategorií, skupinou a typem. Kategorií je účel obchodu, skupinou zprávy je funkce kategorie a typem se označují detaily funkce. Zpráva je odeslána na swiftovou adresu BIC (Business Identifier Code), která je složena z kódu banky a lokace. Komunikace probíhá elektronicky skrze datová centra, která jsou umístěna ve Spojených státech a v dalších dvou evropských zemích. Jedná se o vysoce centralizovanou síť, závislou na třech místech. Pokud ze sítě vypadne jedno datové centrum, výkon přebírají ostatní dvě centra. Mezinárodní síť je založena od roku 1973, kde dříve komunikace mezi institucemi vycházela z telegrafických zpráv. Úkolem sítě bylo zabezpečit, sjednotit a zrychlit mezibankovní transfery. SWIFT slouží zejména pro zahraniční platby mimo Evropskou unii v jakémkoliv měně. Jelikož je dolar považován za světovou rezervní měnu a jsou všude přijímány, největší zastoupení je u dolarových transakcí.

V eurozóně je implementována Jednotná eurová platební oblast (mezinárodní zkratkou SEPA), která byla vytvořena v rámci EU s cílem provedení bezhotovostního styku mezi členskými státy a dalších evropských států jako je Island či Švýcarsko (SEPA). Tyto platby řadíme do přeshraničního platebního styku, jelikož probíhají v rámci organizace. Dalším důvodem vzniku sítě byla potřeba integrace plateb a absence jednotné regulace platebního styku. Evropské banky tuto iniciativu

vytvořili za pomoci Evropské centrální banky (ECB) v roce 2008 a o osm let později byla plně implementovaná do všech 36 evropských zemí. Mezi platebními instrumenty patří úhrady plateb, inkaso a transakce platební kartou (Jílek, 2013).



# **PRAKTICKÁ ČÁST**

## 3 ENERGETICKÁ NÁROČNOST TRANSAKCÍ

Bitcoin je decentralizovaná transakční síť. Do oběhu emituje vlastní měnu a staví se tak mimo státní dohled. Ve zkratce za chodem celého systému stojí těžaři, kteří validují transakce a uživatelé. Za každou transakci je odveden poplatek těžařovi a je tím zaručena bezpečnost doručení platby příjemci. Stojí tedy na ochotě těžařů udržovat síť, ale na druhé straně závisí na poptávce po nákupu bitcoinu. Nedělají to ale dobrovolně, důvodem je ekonomický zisk. Ukázalo se v čase, že bitcoin se pohybuje v určitých fázích, kdy jeho poptávka v býčím trendu exponenciálně roste a následně po několika letech utichá. Příkladem je rok 2017, kdy cena bitcoinu narostla v řádu tisíce procent, aby následně o rok později odepsala přes 80 % své hodnoty (Tradingview). Dlouhodobý trend od jeho počátku je ale rostoucí. Společně s cenou koreluje i obtížnost sítě, přímo úměrná aktivitě zapojených ASIC minerů do těžby. Nicméně pokud by počet uživatelů sítě a cena bitcoinu klesala k nule, nebyla by zaručena udržitelnost sítě. Popsány také byly možnosti nákupu kryptoměny a jakým způsobem je uchovat do své virtuální peněženky. Dá se tedy platit součástí vlastní sítě, uchovat ho na svém účtu a utrácet ho za služby a produkty stejně tak jako je to za pomoci platební karty.

Energetická náročnost bitcoinové sítě je porovnávána s dnes nejpoužívanější finanční sítí u bankovních institucí. Řeč je zejména o bankovní asociace Visa s celosvětovou působností. Aby tyto sítě mohly fungovat, vydávají platební karty bankám a dalším subjektům. Pro objasnění je důležité pochopení hierarchie bankovního systému, kde na jeho vrcholu činnost reguluje centrální banka. Dohlíží jak na ekonomickou situaci státu, tak i na finanční instituce a vydává bankovní licence. Uživatelem sítě se v tomto případě rozumí majitel platební karty, který provádí transakce obchodníkovi. Během transakce je účtován poplatek za transakci, náklady jdou na účet obchodníka. V případě mezinárodních transakcí poplatek jde na vrub odesílatele platby. Celý systém není jen o digitálním prostředí, do fungování sítě studie zahrnuje například i kamenné pobočky a bankomaty.

K výběru tohoto tématu přispěly publikace, které poukazují na nadměrnou spotřebu bitcoinové sítě. Nejčastěji se spotřeba porovnává se spotřebou evropského státu. K dnešnímu dni se provoz Bitcoinu rovná roční spotřebě Norska nebo Ukrajiny. Dle autorova názoru je srovnání vytržené z kontextu a komparují se dva nesourodé objekty. Porovnání platební sítě a alternativní měny v jednom se státem může sloužit pouze pro představu, jaká je velikost energetických zdrojů Bitcoinu. Pokud by se měly platební sítě porovnávat, tak mezi podobnými objekty. Tedy platebními sítí. Není však jasné, jaká je reálná náročnost transakčních bankovních sítí. Důvodem výběru tématu práce je také absence studií, které porovnávají tyto dva objekty vedle sebe. Problémem dostupných výzkumů je neobjektivní přístup autora, většinou se jedná o těžařské společnosti, jejichž cílem je vyvrátit teze o energetické zátěži Bitcoinu.

### 3.1 Komparativní analýza

Praktická část porovnává dvě platebních sítě podle jejich energetické náročnosti. Pro srovnání je použita komparativní analýza jakožto srovnávací metoda, která zahrnuje nejprve předmět srovnávaných objektů a definice cílů. Předmětem jsou dnešní platební systémy, kde primárním cílem je

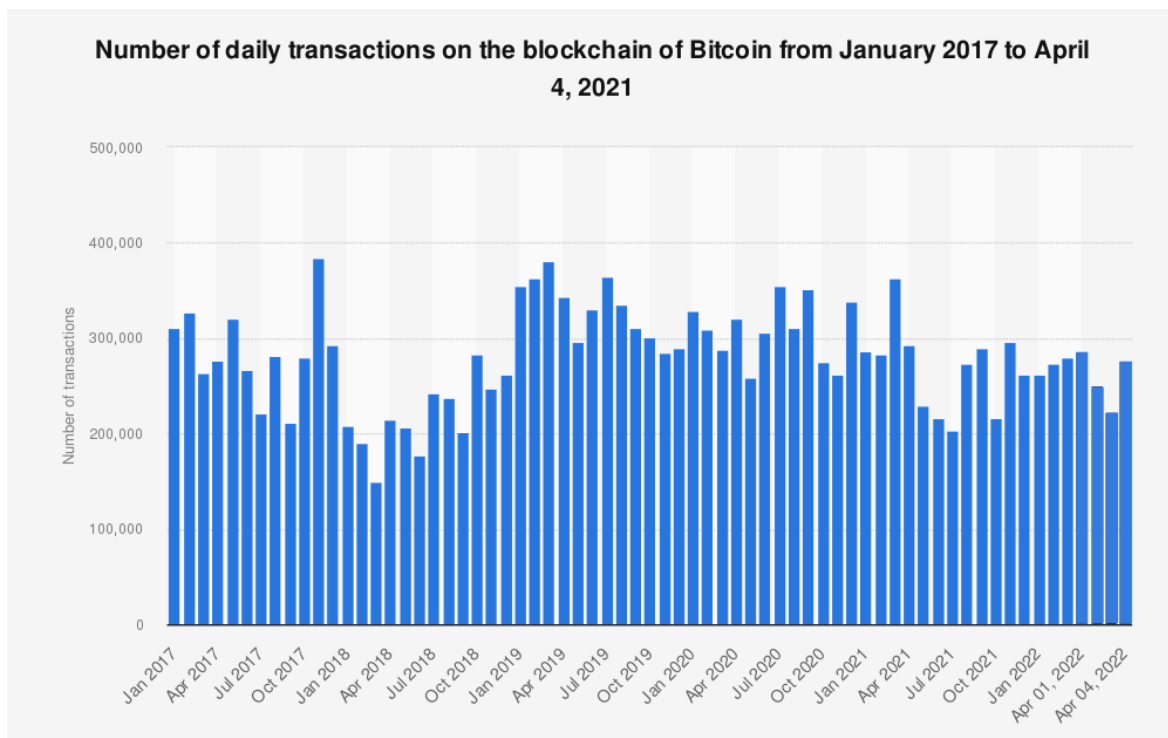
přenos hodnoty (peněžních prostředků) od bodu A do bodu B. V rámci toho se může jednat o hledání shod a rozdílů komparovaných objektů. Hlavním cílem práce je zodpovědět na otázku dopadu digitálních plateb na spotřebu elektřiny. Komparace zahrnuje také volbu srovnávaných kritérií, dle nichž se analýza provádí. Kritériím jsou elektrická spotřeba za jednu transakci, počet uživatelů sítě a transakční náklady na transakci. Dále následuje vyhodnocení a predikce vývoje (Linhart, 2017). Poté jsou vysvětleny výpočty, na jakých datech se opírají a z jakých hodnot vycházejí. Důvodem volby metody komparace je možnost srovnat dvě sítě a dle dostupných informací vytvořit predikci budoucího vývoje digitálních plateb.

Metoda je vhodná pro deskripci zkoumaných objektů, kde budeme více do detailu popisovat vlastnosti platebních sítí a jejich odlišnosti. Nutností je definovat zkoumané vlastnosti a jejich vymezení. Bez jejich definice může dojít ke komparaci nesusoudných objektů, což se dá považovat za nevýhodu této metody. Komparativní metoda se také často používá ve srovnání jednotlivých zemí či regionů dle společných kritérií. Dělíme komparaci na diachronní a synchronní (Fasora, 2014). Diachronní se váže na vývoj objektu v čase, zatímco synchronní analyzuje objekt v přítomnosti nebo krátkém časovém okamžiku, jako je to v úmyslu práce.

Energetickou spotřebu je pak možné snadno kvantifikovat na objemu transakcí. Zdroje vychází z výroční zprávy Visa, ze statistických dat a ze studie, která se touto tematikou zabývá. Pro predikci cenového vývoje bitcoinu jsou využívána data z TradingView pro budoucí vývoj bitcoinové sítě.

### **3.1.1 Energetická náročnost bitcoinové sítě**

U Bitcoinu lze odvodit spotřebu z aktuální vytíženosti sítě. Cambridgeský bitcoin electricity consumption index (CBECI) odhaduje průměrnou spotřebu bitcoinové sítě na 137,67 TWh za rok (Cambridge). Denní průměrná spotřeba vychází na 10-15 GWh. Pro účely výpočtu je zvolena průměrná hodnota 12,5 GWh. Watthodina je měrná jednotka energie, násobek  $10^{12}$  Wh je terawatt-hodina a  $10^9$  Wh je gigawatt-hodina. Jedna watthodina se rovná práci přístroje s příkonem jednoho wattu za 1 hodinu. Metodologie indexu provádí kalkulace spotřeby v reálném čase. Pomocí vrchních a spodních naměřených hodnot je vymezeno rozpětí, ve kterém se spotřeba energie pohybuje. Horní hodnota udává scénář, kdy těžaři bitcoinu používají neefektivní či zastaralé technologie, kde dochází k nadměrné spotřebě elektřiny. Dolní hodnota určuje optimistickou variantu, používání vysoce efektivních strojů při těžbě. Realistickou variantou je mix efektivních a neefektivních těžařů, což udává střední odhad mezi horní a dolní hodnotou (Cambridge). Metodologie určuje tyto zmíněné hodnoty z jednotlivých parametrů. Hlavním je hashrate sítě neboli stanovená náročnost sítě na vytěžení bloku. Síť automaticky reguluje hashrate s počtem připojených přístrojů usilující o odměnu. Hashrate se měří jako exahash za sekundu EH/s. Pro určení efektivity porovnává desítky různých přístrojů, kde parametr měří energetickou efektivitu daného hardwaru.



Graf 1: Denní objem transakcí bitcoinové sítě, zdroj: statista.com

Na výše uvedeném grafu je vidět, že Bitcoin provede průměrně 270 tisíc transakcí denně. Data zobrazují objem denních transakcí v jednotlivých měsících. V detailu se jedná o průměrnou hodnotu v daných měsících v období od 2017 až do roku 2021. Lze vypořadovat, že objem provedených transakcí mírně fluktuuje, avšak nemá dlouhodobý rostoucí či klesající trend. Důvodem je využití maximální kapacity sítě, která je schopna schválit daný počet transakcí dle rychlosti těžby, což je jedním důsledkem fluktuací. Jelikož je bitcoinová síť méně využívána než bankovní, odvíjí se také od poptávky po využití sítě. Hlavní vrstva je omezena ze shora kapacitou sítě, zdola poptávkou po transakcích.

$$12,5 \text{ GWh} \div 270 \text{ 000 transakcí} \times 1 \text{ 000} = 0,0463 \text{ GWh} = 460 \text{ MWh}$$

Pokud denní energetickou spotřebu vydělíme objemem procesovaných transakcí a vynásobíme tisíci transakcí, vychází spotřeba 460 MWh za tisíc provedených transakcí. Pro představu 1 MWh je ekvivalent ke 330 domácnostem využívajících elektřinu po dobu jedné hodiny. Nicméně nejedná se o exaktní propočty, jelikož data, z kterých vycházíme jsou průměrovaná nebo určená hrubým odhadem elektrické spotřeby.

### 3.1.2 Energetická spotřeba bankovní platební sítě

Galaxy Digital Mining vydala novou studii nazvanou „On Bitcoin’s Energy Consumption“ (2021), která porovnává energetickou spotřebu celého bankovního systému, Bitcoinu a zlata při extrakci. V dokumentu uvádí, že bankovní systém spotřebovává dvakrát více energie než bitcoinová síť. Roční spotřeba bankovního systému je odhadována na 263 TWh, zatímco bitcoinovou spotřebu na

necelých 114 TWh. Metodika výpočtu náročnosti bankovního systému zahrnuje spotřebu poboček, datových center, bankomatů a platebních sítí. Studie předpokládá, že jedna pobočka spotřebovává stejné množství energie jako menší kamenný obchod. Data o počtu poboček vychází z dostupných zdrojů. Vynásobená spotřeba činí 19 TWh za rok. Nezahrnuje propočet dalších finančních institucí, jako jsou hlavní centra. Ve studii je dále zmíněno, že banky nereportují elektrickou spotřebu datových center, nicméně odhad 238 TWh ročně vychází z dat Bank of America. Uvádí, že vlastní 23 datových center. Elektřina se kalkuluje na velikosti prostoru, kde za čtvereční stopu činí spotřeba 400 W za hodinu po celém roce. Výpočet následně kvantifikuje spotřebu na sto největších bank světa. Pokud se jedná o bankomaty, zde je odhadnuta roční spotřeba na 3 TWh. Způsob propočtu vychází z počtu hodin v roce, vynásobené hodinovou spotřebou bankomatu ve wattech. V případě karetních sítí je způsob výpočtu odlišný od výpočtů v bakalářské práci. Jelikož chod sítě zajišťují datová centra společnosti, je zde využít stejná metodika jako u bankovních center. Visa je odhadnuta na 0,84 TWh ročně, v součtu se všemi bankovními asociacemi na 2 TWh.

Společnost Galaxy Digital Mining se zabývá finančními službami a investicemi v oblasti kryptoměn (Reuters). Nejedná se tedy o objektivní studii, nicméně se zabývá komparací platebních sítí. Je to jedna z mála dostupných studií zabývajících se touto tematikou. Autor studie započítává do spotřeby bankovního systému pobočky. Činnosti bankovní pobočky jsou především pomoci klientovi se založením bankovního účtu nebo umožnit využívat další finanční produkty. Bitcoin například neumožňuje vzít si úvěr, nabízí transakční síť, kde je možné platit bitcoinem. Do bankovního systému započítává také bankomaty, které slouží primárně k výběru či vkladu hotovosti. V rámci Bitcoinu hotovost neexistuje, pouze lze prodat či nakoupit bitcoinové mince. Datová centra jsou nezbytná pro chod banky a karetních sítí. Nicméně odhad 238 TWh počítá s datovými centry největších světových bank. Zde je stejná otázka jako u poboček, zda je relevantní započítávat do chodu sítě interní přístroje. Slouží k dalším účelům, jako jsou mezibankovní transfery, posílání transakcí mezi bankovními účty a další operace. Nelze říci, z jaké části jsou datová centra bankovního sektoru využívána na zúčtování plateb u obchodníka. Studie tedy zahrnuje veškerou činnost bank a platebních sítí do celkové energetické spotřeby. Přitom finanční instituce nabízejí další služby, které neobsahuje Bitcoin.

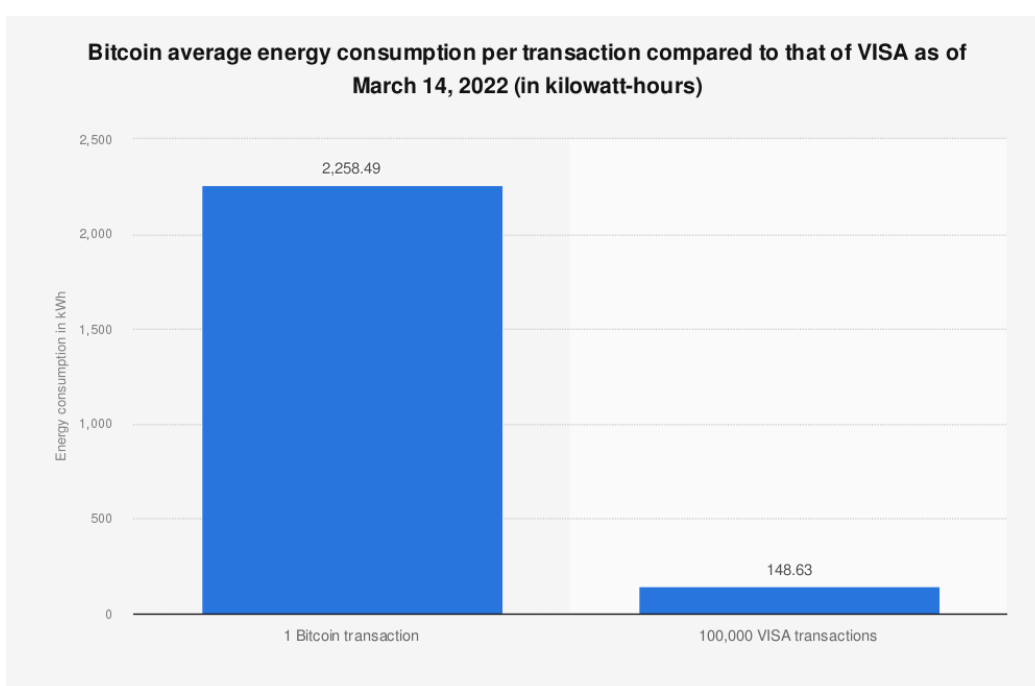
Bakalářská práce pracuje s odlišnými zdroji dat a metodikou propočtu spotřeby, jako tomu bylo v případě studie. Volí konkrétní komparované objekty, a to bankovní asociaci Visa a Bitcoin. Jsou to dvě sítě, které mají podobné znaky. Jsou digitální, poháněny datovými centry nebo těžebními přístroji. Dá se přes ně pouze platit, nelze je využít k dalším účelům. Nezahrnuje do výpočtů bankovní pobočky a bankomaty, jelikož by porovnávané objekty nebyly sourodé. Zároveň ale není nutnost započíst do Visy další bankovní sítě, jelikož energetická spotřeba není od MasterCardu dle každoročních reportů značně odlišná a neovlivní tak závěry komparace.

Visa vydává výroční zprávy o korporátní udržitelnosti, myšleno po environmentální stránce, sociální odpovědnosti a také reaguje na dění ve světě plateb v uplynulém roce. Práce se zabývá dokumentem z roku 2020. Visa v něm uvádí, že celkové množství energie použito pro provoz firmy a sítě činí 706 000 GJ za rok (Visa report, 2020). Joule je definován jako jednotka práce a energie. Jelikož v případě energetické náročnosti počítáme ve watthodinách, převedeme na společnou jednotku GWh.

Po převodu jednotek vyjde hodnota 196,1 GWh za rok, což je na první pohled zlomek toho, co využije bitcoinová síť. Na co konkrétně se elektřina využívá není v dokumentu zahrnuto, lze předpokládat, že se jedná o energetickou spotřebu na chod 125 datových center a administrativních budov. Společnost uvádí, že datová centra tvoří přes 50 % celkové energetické spotřeby. Zbytek spotřebují kanceláře a pobočky společnosti.

$$196\ 111\ MWh \div 140\ \text{miliard transakcí} \times 1\ 000 = 0,0014\ MWh$$

Celkem VisaNet procesovala přes 140 miliard transakcí za rok po celém světě skrze 15 tisíc finančních institucí. Roční spotřeba je převedena z GWh na MWh pro lehčí výpočet. Pokud celkovou energetickou spotřebu vydělíme objemem procesovaných transakcí a vynásobíme tisíci transakcemi, vyjde hodnota 0,0014 MWh.



Graf 2: Průměrná spotřeba elektřiny bitcoinové transakce v porovnání s Visa, zdroj: statista.com

Kalkulace podporuje i tento graf, který srovnává jednu bitcoinovou transakci se statisíci Visa transakcí. Společnou jednotkou jsou kilowatthodiny a názorně porovnává průměrnou elektrickou spotřebu obou transakcí. Autor metodiky výpočtu náročnosti Visa transakcí vychází ze stejného zdroje, a to z výroční zprávy společnosti. Odlišný je ale propočítání spotřeby bitcoinové sítě, který se řídí jinými daty.

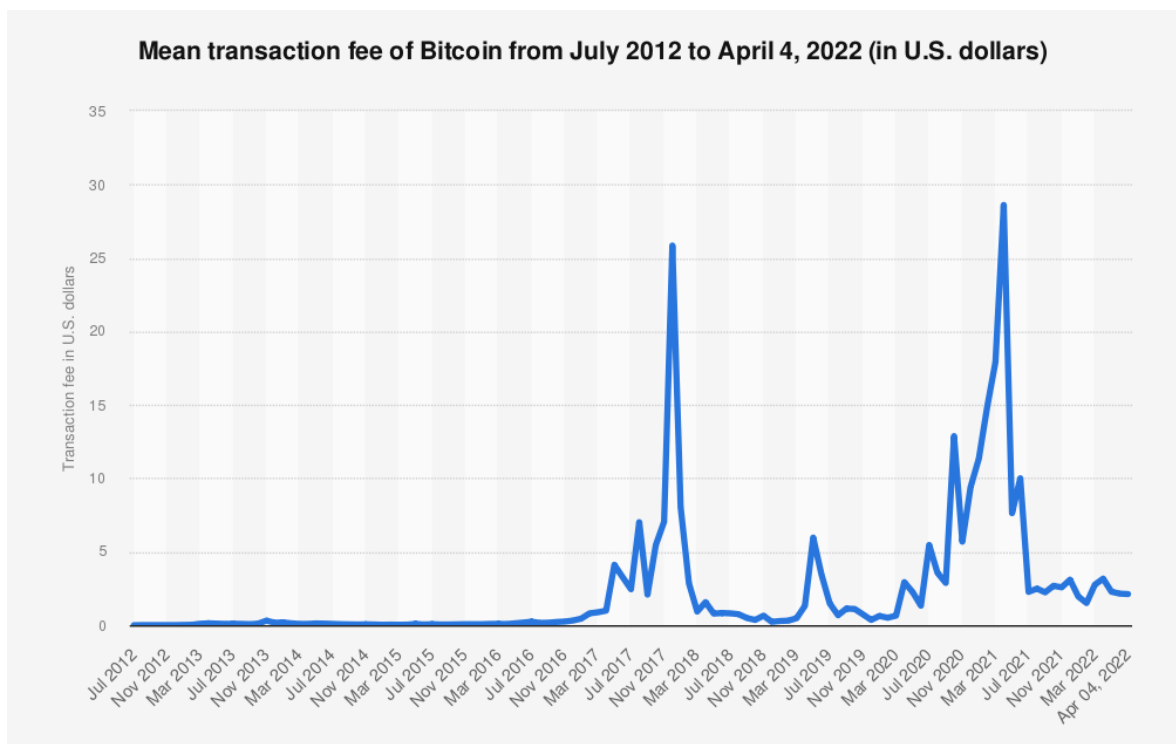
### 3.1.3 Komparace obou platebních sítí

Po seskupení bankovních institucí do mezinárodních platebních systémů jsou transakce možné provádět se zbytkem světa. Jednalo se o přirozenou potřebu globalizovat světový trh. V odlišnostech je snahou porovnat zvolenou bankovní platební síť s novou alternativní blockchainovou technologií Bitcoinu. Svou použitelností k provádění transakcí se jedná o dva porovnatelné objekty. Nelze ale říci, že jsou totožné. Liší se svými možnostmi a velikostí uživatelské základny.

Tabulka 1: Porovnání Visy a Bitcoinu, tabulku podle dat ze statista.com a vlastních výpočtů sestavil autor

	Visa	Bitcoin
<b>Roční objem transakcí</b>	140 miliard	98,55 milionů
<b>Poplatek za transakci</b>	2 %	2 dolary
<b>Energetická spotřeba kalkulovaná na tisíc transakcí</b>	0,00148 MWh	460 MWh

Tabulka výše porovnává Visu a Bitcoin podle zvolených vlastností, a to roční objem transakcí, poplatek za jednu transakci a energetická spotřeba převedena na tisíc transakcí. Kalkulována již byla energetická spotřeba obou sítí v přepočtu na tisíc transakcí. Zde je vidět, že Visa síť je mnohem úspornější. Pokud je srovnáme, spotřeba jedné bitcoinové transakce by teoreticky vystačila na 310 milionů Visa transakcí, což je značný nepoměr. Hlavní příčinou je architektura transakční sítě. Visa je postavena na centralizované síti skrze desítky datových center. V případě Bitcoinu využívá miliony minerů pro chod decentralizované sítě. Není známá přesná statistika aktivních těžařů, nicméně odhad je odvozen z dostupných dat ze Slushpool, kteří mají 5% podíl na trhu (Btc.com, 2022). Dle jejich statistik vyplývá, že je zapojeno do poolu 200 tisíc aktivních minerů (Slush Pool, 2022). Hrubým odhadem sto procent by tvořilo 4 miliony online zapojených těžařů. Díky decentralizaci je



Graf 3: Průměrný transakční poplatek bitcoinové sítě, zdroj: statista.com

síť méně závislá na jednotlivé uzly a platí, že je více bezpečná proti kybernetickým útokům. Naopak platí, že vysoká míra decentralizace je náročná na údržbu a nese s sebou náklady na provoz sítě. Vzniká tím neefektivita, kde není jediná autorita, která by vedla celý ekosystém, jako je to u firem.

Lze vyzorovat také při aplikování nových změn do sítě, kdy musí vzniknout konsenzus naprosté většiny těžařů a vyžaduje tak čas a pádný důvod pro změnu.

Další sledovanou vlastností je poplatek za transakci. Pokud by sítě byly porovnávány pouze dle energetické spotřeby, samotná hodnota nevyovídá o tom, jak moc je síť uživateli používána a jak je transakce nákladná pro uživatele. U bitcoinové sítě vychází z průměrné hodnoty za posledních deset let poplatek dva dolary. Jeho výše nezávisí na objemu transakce, poplatek se odvádí těžaři za procesovanou transakci. Je nutno zmínit, že výše poplatku je volatilní, jak je vidět na výše uvedeném grafu. Na ose X se pohybuje v rozmezí od jednoho centu až desítky dolarů za jednu transakci. Řídí se nabídkou a poptávkou po transakcích. Důvodem vysokých poplatků je spojena s nákupní horečkou bitcoinových mincí. Odpovídají tomu roky 2017 a 2021, kdy se cena dostala na svá historická maxima. Uživatelé provádí nákupy bitcoinu a chtějí je následně transakcí poslat do své peněženky. Pokud chce někdo urychlit validaci transakce, musí být ochoten zaplatit vyšší cenu a tím se posune ve frontě vpřed. Těžař ji procesuje prioritně, jelikož za ni dostane vyšší odměnu. Jak již bylo v práci zmíněno, u Visy je stanovena poplatková politika dle výše transakce a dalších faktorů, a to v rozpětí od 1 % až 3,5 %. Pokud je poplatek dvouprocentní, bod zlomu je v porovnání s druhou sítí u transakcí vyšších než 100 dolarů. Tedy nad tuto hodnotu se více vyplatí pro obchodníka schvalovat bitcoinové transakce. Naopak u „menších“ částek pod 100 dolarů jsou výhodnější bankovní. Dnes se dá platit bitcoinem bezkontaktně obdobně skrze QR kód, což je obdobou čárového kódu. Uživatel otevřít aplikaci s kryptoměnovou peněženkou, nastaví fotoaparát telefonu na displej terminálu a provede platbu.

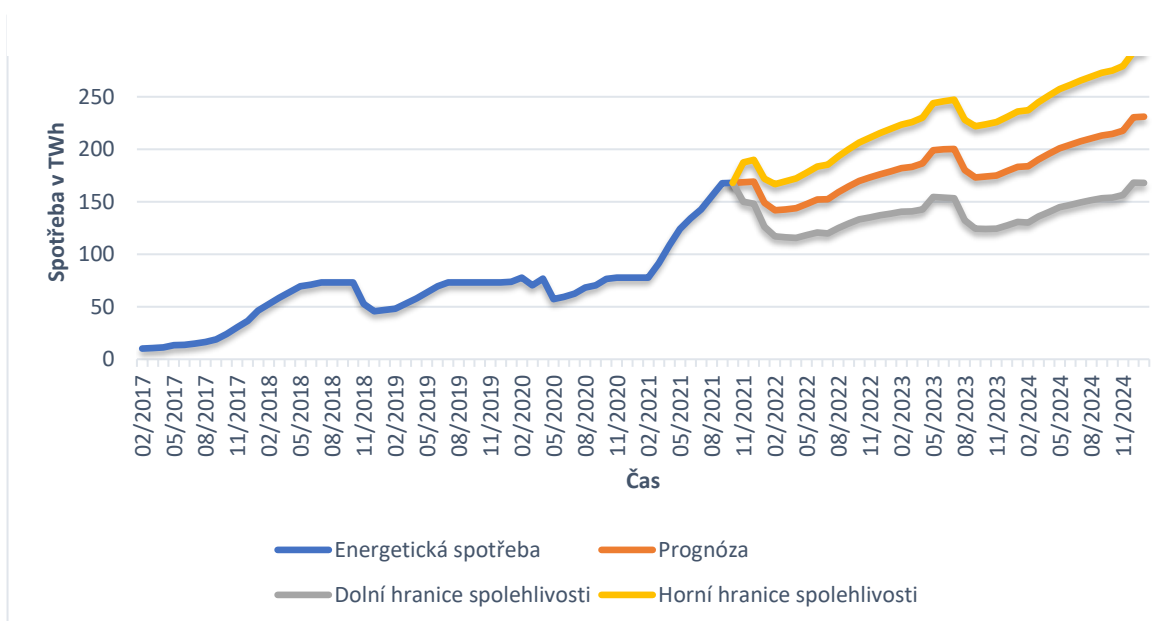
Roční objem transakcí je jednou z klíčových porovnávaných vlastností. Udává nám, jak jsou sítě využívány. Visa procesuje za celý rok 140 miliard transakcí, což je pro představu 18 transakcí na každého člověka na Zemi. Oproti tomu Bitcoin ročně validuje okolo 98 milionů transakcí. Je tedy jasné, že bankovní síť je momentálně nejvyužívanější sítí světa s několikanásobně nižší spotřebou energetické energie, pouze transakční poplatky jsou při vyšších nákupech dražší, než je tomu tak u Bitcoinu.

## 3.2 Vývoj spotřeby sítí do budoucna

Zásadní otázkou je, jak se bude spotřeba platebních sítí vyvíjet do budoucna. Bitcoin vykazuje dlouhodobý rostoucí trend energetické spotřeby spolu se stoupající cenou bitcoinu. Podle Stroukala (2018) může mít opačný problém, kdy bude pálit čím dál méně elektřiny. V článku pro portál Roklen24 upozorňuje, že vytěžená odměna klesá každé čtyři roky o polovinu. Tomuto jevu se jinak říká halving, který určuje monetární politiku sítě. Díky nastavení sítě se emituje čím dál méně nových mincí do oběhu a jeho inflační tlaky klesají (Conway, 2021). Pokud klesne odměna za vytěžený blok, logickým uvažováním klesá motivace těžaře spotřebovávat energii, jelikož by spotřeboval více než získal. Za podmínky, že cena bitcoinu zůstává stejná. Motivací pro pokračování těžby je rostoucí cena bitcoinu, která nahrazuje ztráty z halvingu. Tímto způsobem lze predikovat vývoj ceny bitcoinu

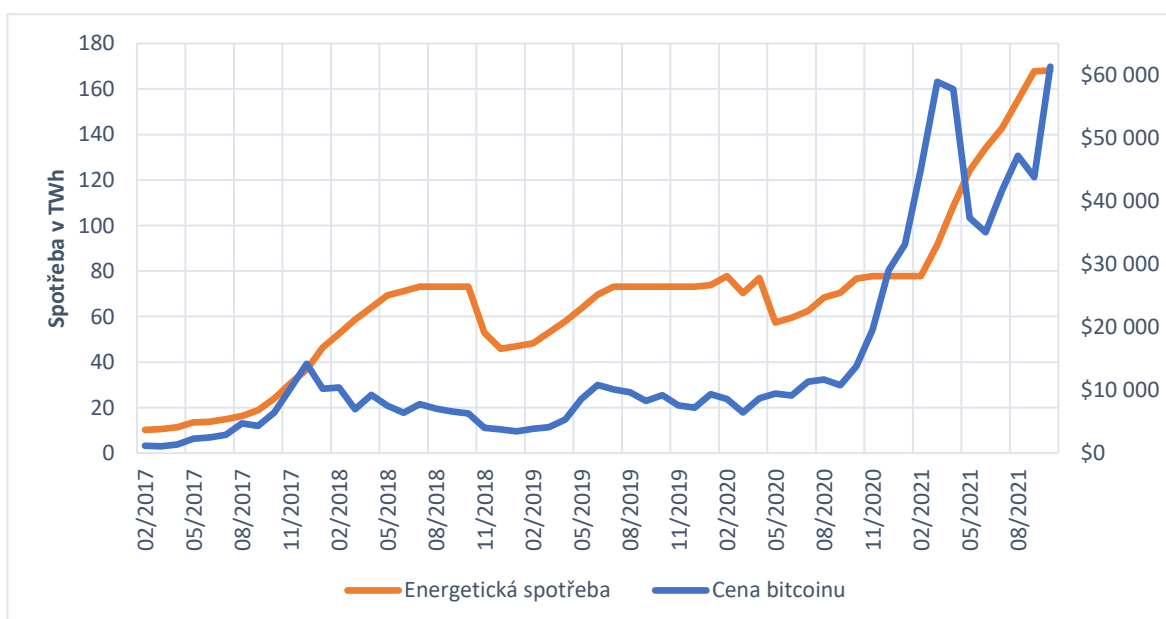


Graf 4: Prognóza vývoje energetické spotřeby Bitcoinu, tabulku podle dat ze statista.com sestavil autor



na základě minulých dat, aby intenzita těžby zůstala na stejných úrovních a byla profitabilní pro minery.

Obrázek č. 8 zobrazuje data vývoje spotřeby za období 2017 až 2021. Vychází z dostupných dat (viz příloha č. 1) odhadované roční spotřeby v jednotlivých měsících dle měřeného hashratu sítě (Best, 2021). Následně byla provedena prognóza za pomoci funkce v Excelu, jak by se mohla v krátkodobém horizontu 3 let vyvíjet spotřeba dle minulých dat. Jelikož nelze předpokládat, že prognóza se bude vyvíjet dle plánu, graf zohledňuje intervaly spolehlivosti. Statistika používá intervaly pro odhad neznámého parametru dle konfidenční hladiny, nejčastěji se používá 95 %. Vyjadřuje pravděpodobnost, zda daný interval pokrývá skutečnou neznámou hodnotu parametru (Turčičová, 2021).



Graf 5: Korelace cenového vývoje a energetické spotřeby bitcoinu, tabulku podle dat z Yahoo Finance a ze statista.com sestavil autor

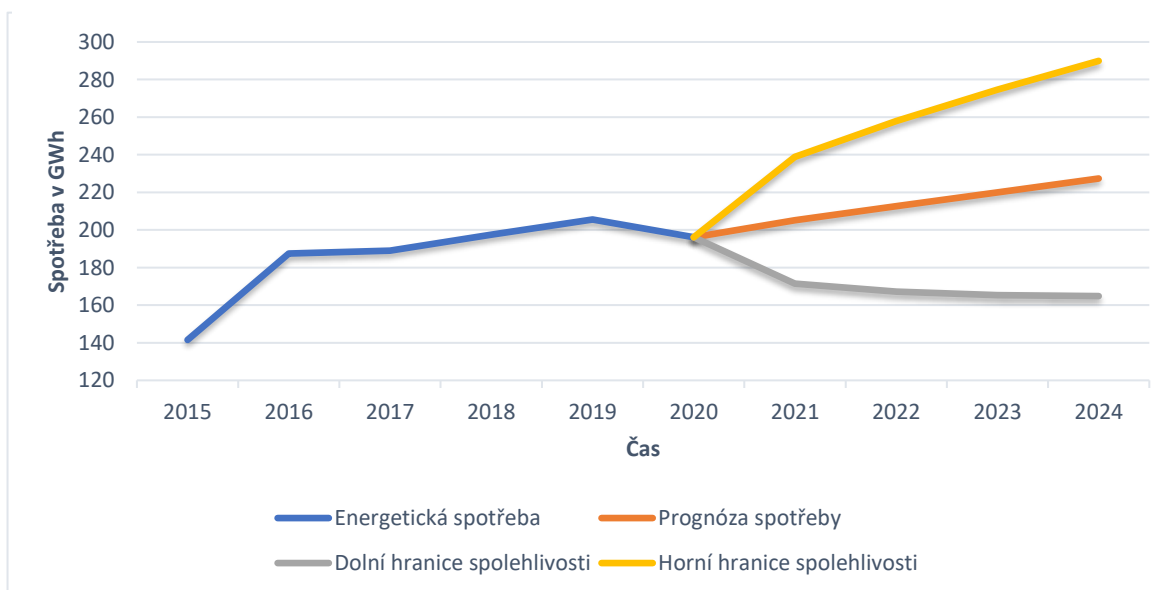
Například ze sta případů parametr obsahuje 95 případů a 5 je mimo oblast. V grafu jsou intervaly označeny jako horní a dolní hranice spolehlivosti žlutou a šedivou čarou. Dle prognózy vychází, že by se mohla spotřeba snížit v roce 2022 na hranici 140 TWh. Konec prognózy odhaduje vyšší hodnotu spotřeby, a to až na 231 TWh. Konkrétněji by byla o 28 % vyšší, než je tomu v roce 2021. Hlavním faktorem rostoucí energetické spotřeby je závislost na ceně bitcoinu. Na obrázku č. 9 jsou minulá data (viz příloha č. 1) spotřeby srovnána za stejné období s cenovým vývojem. Na vedlejší ose Y je z levé strany energetická spotřeba měřena v TWh, což znázorňuje oranžová křivka. Pravá strana vedlejší osy popisuje cenový vývoj bitcoinu pro modrou křivku grafu. Korelace je zde viditelná, jelikož obě křivky mají podobný průběh. V detailu je korelační koeficient roven 0,78. Pokud jsou hodnoty korelačních koeficientů blíže k hodnotě 1, značí přímou závislost. Jedná se o bezrozměrnou statistickou funkci. V tomto případě je možné vyhodnotit, že energetická spotřeba je závislá na ceně bitcoinu. Těžařům rostou s vyšší cenou za odměnu zisky a jsou motivováni kapacity těžby navyšovat i přes to, že v roce 2020 došlo k halvingu. Otázkou nastává, zda cena bitcoinu bude i nadále růst s následujícím halvingem. Další je naplánován na rok 2024, kdy se odměna za vytěžený blok sníží na z 6,25 na 3,125 BTC. Buď se cena bitcoinu zvýší postupem času na dvojnásobek, aby dorovnala ztráty těžařů z půlení odměny. Tato úvaha je brána pouze za předpokladu, že hashrate neboli náročnost sítě zůstane na stejné hodnotě. Bezpečnost sítě by se zachovala a žádný těžař by neuplynul. Nicméně druhou variantou je, že cena bude v roce 2024 stagnovat a nenahradí ztráty na odměně. Pak by těžaři musely hypoteticky odpojit své stroje ze sítě, jelikož by se jim těžba ekonomicky nevyplatila.

Tabulka 2: Vývoj energetické spotřeby bankovní asociace Visa, tabulku podle dat z výročních zpráv Visy sestavil autor

Energetická spotřeba Visy (v GWh)					
2015	2016	2017	2018	2019	2020
141,52	187,48	189,04	197,57	205,56	196,11

V případě bankovní asociace Visa jsou přístupná data pouze v ročních intervalech. Statistický soubor dat je dostupný na stránkách společnosti, konkrétně za období 2015 až 2020. Na základě dat

Graf 6: Prognóza vývoje energetické spotřeby Visy, tabulku podle dat z výročních zpráv Visy sestavil autor



z tabulky č. 2 byl vytvořen graf. Použita byla stejná funkce jako je tomu v případě predikce vývoje bitcoinové sítě. Od roku 2015 lze pozorovat rostoucí trend spotřeby, nicméně rok 2020 je oproti předešlému roku výjimkou. Visa odůvodňuje nižší spotřebu vyšší efektivitou užívání energií u budov v rámci environmentálních cílů. Nicméně nárůst transakcí každým rokem roste. Ve fiskálním roce 2018 bylo provedeno 124,3 miliard transakcí, o dva roky později růst o více než 11 % na 140 miliard transakcí.

Roční spotřeba dle prognózy vyroste na 227 GWh, což je od roku 2020 o 14 % více. Důvodem rostoucí spotřeby je nabývající počet uživatelské základny. Trend potvrzuje počet cirkulovaných kreditních karet po celém světě. Nejvyšší skok v počtu nově založených karet byl v roce 2016, kdy se založilo o 174 milionů karet více než v předešlém roce (Best, 2021). V grafu prognózy je skok spotřeby z obou let viditelný a může být dalším důvodem, proč je provoz sítě náročnější. Další roky zaznamenávají pouze mírně rostoucí trend v řádu jednotek až desítek milionů nově cirkulovaných platebních karet. V porovnání s objemem procesovaných transakcí je zřejmé, že lidé provádí čím dál více transakcí, ale počet nových zákazníků mírnějším tempem. Visa uvádí, že 1,7 miliard lidí vyloučený z finančního světa (Visa report, 2020). K urychlení expanze zavedla do svého portfolia další produkty, které by tomu mohly pomoci. Zaměřené jsou na mobilní zařízení, například možnost platit QR kódem pro zjednodušení procesu. Pro podniky také vyvíjí platformu, kde by jakékoliv zařízení napojené na internet proměnilo v terminál bez nutnosti pořizovat speciální hardware. Je těžké odhadnout, zda tyto investice povedou k rychlejšímu nárůstu platebních transakcí. Pokud se bude energetická spotřeba vyvíjet stejným tempem jako v minulých letech, odpovídá tomu predikce.

## Závěr

Práce se zaměřuje na digitální platební sítě dnešní doby. Pro komparaci byla zvolena největší karetní síť Visa, která procesuje ve vysokých objemech transakce po celém světě. Finanční instituce zprostředkovávají platební karty a bankovní asociace figurují jako prostředníci mezi zákazníkem, obchodníkem a bankou. Celý systém je v provozu skrze datová centra přes centrální architekturu sítě. Transakce jsou rychlé, spolehlivé a klíčovou vlastností je škálovatelnost sítě v podobě miliard transakcí ročně. V práci bylo v rámci teoretické části popsáno fungování bankovního systému a hierarchie institucí. Centrální banky jsou dozorem finančního dění v roli nejvyššího státního orgánu, kterému se instituce podřizují. Vysvětlen byl koloběh platebního styku a jak funguje procesování transakce u obchodníka. Aby nebyla řeč pouze o platbách, nebyla vynechána podkapitola o mezibankovních transferech a mezinárodním platebním styku mezi účty. Na druhé straně byla vybrána alternativa jménem Bitcoin k tradičnímu bankovnímu sektoru. Blockchain je poslední dobou skloňován jako moderní technologie 21. století. Umožňuje validování, uchovávání transakcí s vlastní jednotkou v oběhu sítě. Je to otevřená účetní kniha, do které lze nahlédnout a ukládá historii všech transakcí. Jelikož síť je velikostně malá, každý si může stáhnout do svého počítače celou databázi a sledovat toky v blockchainu. V případě Bitcoinu je pro chod sítě klíčová vlastnost decentralizované architektury uzlů, jejíž bezpečnost zajišťují těžaři pomocí ASIC minerů. Za vykonání práce v podobě elektrické energie dostávají odměnu v bitcoinech, díky které jsou motivováni síť udržovat. V práci je zahrnut příklad, jak funguje posílání transakcí a popis peněženek a možnosti nákupu.

V praktické části byla zmíněna studie od Galaxy Digital Mining, která porovnává celý bankovní systém s Bitcoinem. Jelikož je pro zjištění spotřeby použita odlišná metodika práce, analýza vychází z odlišných dat. Cílem práce bylo zjistit a informovat o energetické spotřebě platebních sítí. Vybrány byly tři vlastnosti sítě pro kompletní obrázek porovnávání. Výsledek komparativní analýzy potvrdil předpoklad, že bitcoinová síť je energeticky intenzivnější než VisaNet. Konkrétněji energie spotřebovaná na jednu bitcoinovou transakci se rovná statisícům procesovaných transakcí přes Visu. Důvodem zátěže je ve způsobu fungování sítě a její validaci. Několik datových center oproti milionům těžařů u Bitcoinu je příčinou vysoké spotřeby. Následně každá transakce je několikrát ověřována, zatímco Visa je validuje jako jediná instituce. Jedná se o odlišný způsob stavby sítě s unikátními vlastnostmi na obou stranách. Další sledovanou vlastností je velikost sítí. Zde je opět jasný nepoměr v objemu transakcí mezi porovnávanými objekty ve prospěch Visy. Poslední vlastností byly poplatky za provedenou transakci. Výhodou bitcoinové sítě je její nezávislost na velikosti transakce kvůli fixnímu poplatku. V případě Visy účtuje procentuální poplatek z transakce.

Na základě teoretické části a komparativní analýzy byla vytvořena krátkodobá predikce vývoje platebních sítí do roku 2024. Budoucnost platebních sítí z dlouhodobého horizontu je velmi těžké predikovat, jelikož může přijít nová technologie, která nahradí současný systém. Vychází z minulých dat zaznamenané energetické spotřeby za určité období. Dle prognózy vyplývá, že oproti roku 2021 vzroste energetická spotřeba o 28 % v případě Bitcoinu, podmíněné růstem ceny bitcoinových mincí. V opačném případě by došlo k poklesu těžby a snížila se tím náročnost. Příkladem je rok 2018, kdy společně s dvouletý pokles ceny koreloval s energetickou spotřebou. Podle stejné metodiky by se měla také u Visy zvyšovat spotřeba sítě od roku 2020 o 14 %. Budoucí výhled je daný zmíněnou

rostoucí uživatelskou základnou a zlepšující se infrastrukturou plateb. Je pravděpodobné, že trend se může opakovat, jelikož se fundament trhu nezměnil a platby se budou provádět ve vyšších objemech. Nelze ale s jistotou říci, zda se přiblíží hodnoty predikci nebo odchylka bude vyšší než hranice spolehlivosti. Obě platební sítě jsou zajímavé svými charakteristikami a s vysokým potenciálem. Zastánci Bitcoinu nejvíce zajímá zhodnocení vlastních prostředků s vidinou nahrazení „zastaralého“ bankovního systému. Naopak zastánci současného systému nevidí důvod, proč by tomu mělo dojít. Bitcoin je energeticky náročný v porovnání s Visou, a jeho spotřeba bude růst, pokud udrží dosa-  
vadní tempo.

# Seznam použité literatury

- [1] AMMOUS, Saifedean, 2018. The Bitcoin Standard: The Decentralized Alternative to Central Banking. Wiley-Blackwell. ISBN 9781119473862.
- [2] Antonopoulos, A. (2017). Mastering Bitcoin, 2nd Edition. O'Reilly Media.
- [3] Fasora, L. (2014). Příklady metod a analýz. V Úvod do studia dějepisu (1. díl. vyd.). Brno: Masarykova univerzita. Získáno 2022-04-10, z [https://digilib.phil.muni.cz/bitstream/handle/11222.digilib/130415/Books\\_2010\\_2019\\_045-2014-1\\_9.pdf?sequence=1](https://digilib.phil.muni.cz/bitstream/handle/11222.digilib/130415/Books_2010_2019_045-2014-1_9.pdf?sequence=1)
- [4] Galaxy Digital: On Bitcoin's Energy Consumption: A Quantitative Approach to a Subjective Question [online], 2021. [cit. 2022-04-17]. Dostupné z: <https://docsend.com/view/adwmdeeyfvqwecj2>
- [5] Jílek, J. (2013). Finance v globální ekonomice. Praha: Grada.
- [6] Linhart, J., & Vodáková, A. (2017). Sociologická encyklopedie. Sociologický ústav AV ČR. Získáno 2022-04-10, z [https://encyklopedie.soc.cas.cz/w/Metoda\\_srovn%C3%A1vac%C3%AD](https://encyklopedie.soc.cas.cz/w/Metoda_srovn%C3%A1vac%C3%AD)
- [7] Máče, M. (2006). Platební styk: klasický a elektronický. Praha: Grada.
- [8] POSPÍŠIL, Richard, Vladimír HOBZA a Zdeněk PUCHINGER, 2006. Finance a bankovníctví. Olomouc: Univerzita Palackého. ISBN 80-244-1297-7.
- [9] Schlossberger, O. (2012). Platební služby. Praha: Management Press.
- [10] Stroukal, D., & Skalický, J. (2021). Bitcoin a jiné kryptopeníze budoucnosti: historie, ekonomie a technologie kryptoměn, stručná příručka pro úplné začátečníky (Třetí rozšířené vydání. vyd.). Praha: Grada Publishing.
- [11] Turčičová, M. (2021). Intervaly spolehlivosti. Univerzita Karlova, Matematicko-fyzikální fakulta. Získáno 2022-04-17, z [https://www2.karlin.mff.cuni.cz/~turcic/Konfidencni\\_intervaly.pdf](https://www2.karlin.mff.cuni.cz/~turcic/Konfidencni_intervaly.pdf)
- [12] Zákon č. 21/1992 Sb., o bankách [online] 1992. In: Sběrka zákonů. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-21?citace=1>
- [13] Best, R. (2021). Bitcoin energy consumption worldwide from February 2017 to October 19, 2021. Získáno 2022-04-17, z Statista: <https://www.statista.com/statistics/881472/worldwide-bitcoin-energy-consumption/>
- [14] Best, R. (2022). Market share of global general purpose card brands. Získáno 2022-04-10, z Statista: <https://www.statista.com/statistics/278970/share-of-purchase-transactions-on-global-credit-cards/>
- [15] Best, R. (2022). Mean transaction fee of Bitcoin. Statista [online]. [cit. 2022-04-10]. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/1224286/transaction-fees-bitcoin/>
- [16] Best, R. (2022). Number of daily transactions on the blockchain of Bitcoin from January 2017 to January 9, 2021. Získáno 2022-03-11, z Statista: <https://www.statista.com/statistics/730806/daily-number-of-bitcoin-transactions/>
- [17] Best, R. (2022). Number of Visa credit cards in the United States and worldwide. Statista [online]. [cit. 2022-04-21]. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/618115/number-of-visa-credit-cards-worldwide-by-region/>

- [18]Best, R. (2022). Value of B2B, B2C, C2B and C2C cross-border payments worldwide from 2016 to 2020, with forecasts for 2021 and 2022. Získáno 2022-04-10, z Statista: <https://www.statista.com/statistics/609723/value-of-cross-border-payments-by-type/>
- [19]Bitinfocharts: Bitcoin Average Transaction Fee. Bitinfocharts [online]. [cit. 2022-03-11]. Dostupné z: <https://bitinfocharts.com/comparison/bitcoin-transactionfees.html#3y>
- [20]Btc.com: Pool Distribution. (2022). Získáno 2022-04-17, z btc.com: <https://btc.com/stats/pool>
- [21]Cambridge: The Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index. (nedatováno). Získáno 2022-04-10, z The Cambridge Centre for Alternative Finance: <https://ccaf.io/cbeci/index>
- [22]Conway, L. (2021). Investopedia: Bitcoin Halving. Získáno 2022-04-17, z <https://www.investopedia.com/bitcoin-halving-4843769>
- [23]ČBA. (nedatováno). Získáno 2022-04-10, z Česká bankovní asociace: <https://cbaonline.cz/visanet>
- [24]Daly, L. (2021). Average Credit Card Processing Fees and Costs in 2021. Získáno 2022-04-10, z The Ascent: <https://www.fool.com/the-ascent/research/average-credit-card-processing-fees-costs-america/>
- [25]ECB: What is a central bank. (2015). Získáno 2022-04-10, z European Central Bank: <https://www.ecb.europa.eu/ecb/educational/explainers/tell-me/html/what-is-a-central-bank.en.html>
- [26]Fiorillo, S. (2018). Bitcoin History: Timeline, Origins and Founder. Načteno z The Street: <https://www.thestreet.com/investing/bitcoin/bitcoin-history-14686578>
- [27]Github: Centralised vs. Decentralised vs. Distributed? [online]. [cit. 2022-04-23]. Dostupné z: <https://github.com/dwyl/cid/issues/5>
- [28]Hong, E. (2022). How Does Bitcoin Mining Work? Získáno 2022-03-13, z Investopedia: <https://www.investopedia.com/tech/how-does-bitcoin-mining-work/>
- [29]MasterCard: Payment Network Architecture. (nedatováno). Získáno 2022-04-10, z MasterCard: <https://www.mastercard.com/switching-services/our-technology-and-vas/network-architecture.html>
- [30]Mempool: Dashboard [online]. [cit. 2022-04-23]. Dostupné z: <https://mempool.space/>
- [31]Monitor, T. (2022). The biggest cryptocurrency hacks of all time. Získáno 2022-04-10, z <https://techmonitor.ai/technology/cybersecurity/biggest-cryptocurrency-hacks-of-all-time>
- [32]Nakamoto, S. (2008). Bitcoin P2P e-cash paper. Získáno 2022-10-04, z The Mail Archive: <https://www.mail-archive.com/cryptography@metzdowd.com/msg09959.html>
- [33]Popper, N. (2016). Digital Gold. New York: HarperCollins Publishers.
- [34]Reuters: Galaxy Digital Holdings Ltd. (nedatováno). Získáno 2022-04-17, z Reuters: <https://www.reuters.com/companies/GLXY.TO>
- [35]SEPA: Single Euro Payments Area. (nedatováno). Získáno 2022-04-10, z ECB: <https://www.ecb.europa.eu/paym/integration/retail/sepa/html/index.en.html>
- [36]Slush Pool: Pool Statistics. (2022). Slush Pool [online]. [cit. 2022-04-17]. Dostupné z: <https://slushpool.com/en/stats/btc/>

- [37]STROUKAL, Dominik, 2018. Roklen 24: Bitcoin má opačný problém, v budoucnosti bude pálit málo elektřiny [online]. [cit. 2022-04-17]. Dostupné z: <https://roklen24.cz/bitcoin-ma-opacny-problem-v-budoucnosti-bude-palit-malo-elektriny/>
- [38]Swift: About Us. (nedatováno). Získáno 2022-04-10, z Swift: <https://www.swift.com/about-us>
- [39]Sýkora, F. (2018). Trezor na peníze z jedniček a nul. Čeští výrobci peněženky na bitcoiny SatoshiLabs míří k rekordnímu obratu. Načteno z ekonom: <https://ekonom.ihned.cz/c1-66034070-trezor-na-penize-z-jednicek-a-nul-cesti-vyrobci-penezenky-na-bitcoiny-satoshilabs-miri-k-rekordnimu-obratu>
- [40]Tětek, J. (2017). Úvod do kryptoměn. Načteno z Liberální institut: <http://libinst.cz/uvod-do-kryptoekonomie/>
- [41]TradingView. (nedatováno). Získáno 2022-04-10, z <https://www.tradingview.com/>
- [42]Visa: History of Visa. (nedatováno). Získáno 2022-04-10, z Visa: [https://www.visa.co.uk/about-visa/our\\_business/history-of-visa.html](https://www.visa.co.uk/about-visa/our_business/history-of-visa.html)
- [43]Visa report: Corporate Responsibility & Sustainability Report. (2020). Získáno 2021-05-31, z <https://usa.visa.com/dam/VCOM/global/about-visa/documents/visa-2020-esg-report.pdf>



## Seznam obrázků

Obrázek 1: Druhy počítačových sítí, zdroj: <a href="https://github.com/">https://github.com/</a> .....	8
Obrázek 2: Vizualizace blockchain bloků v reálném čase, zdroj: <a href="https://mempool.space/">https://mempool.space/</a> .....	8
Obrázek 3: Bankovní systém v ČR, zdroj: (Pospíšil, 2006).....	15
Obrázek 4: Proces transakce platební kartou, zdroj: Platební styk (Máče, 2006) .....	18

# Seznam tabulek

Tabulka 1: Porovnání Visy a Bitcoinu, tabulku podle dat ze statista.com a vlastních výpočtů sestavil autor.....	27
Tabulka 2: Vývoj energetické spotřeby bankovní asociace Visa, tabulku podle dat z výročních zpráv Visy sestavil autor .....	30

## Seznam grafů

Graf 1: Denní objem transakcí bitcoinové sítě, zdroj: statista.com .....	24
Graf 2: Průměrná spotřeba elektřiny bitcoinové transakce v porovnání s Visa, zdroj: statista.com	26
Graf 3: Průměrný transakční poplatek bitcoinové sítě, zdroj: statista.com .....	27
Graf 4: Prognóza vývoje energetické spotřeby Bitcoinu, tabulku podle dat ze statista.com sestavil autor.....	29
Graf 5: Korelace cenového vývoje a energetické spotřeby bitcoinu, tabulku podle dat z Yahoo Finance a ze statista.com sestavil autor.....	29
Graf 6: Prognóza vývoje energetické spotřeby Visy, tabulku podle dat z výročních zpráv Visy sestavil autor.....	30

# Příloha

*Příloha 1: Vývoj energetické spotřeby a ceny Bitcoinu v čase, tabulku podle dat z Yahoo finance a statista.com sestavil autor*

<b>Datum</b>	<b>Odhadovaná energetická spotřeba (v TWh)</b>	<b>Cena bitcoinu (v dolarech)</b>
02/2017	10,19	1 180
03/2017	10,54	1 072
04/2017	11,36	1 348
05/2017	13,56	2 286
06/2017	13,72	2 481
07/2017	14,96	2 875
08/2017	16,37	4 703
09/2017	18,79	4 339
10/2017	24,05	6 468
11/2017	30,59	10 234
12/2017	36,68	14 156
01/2018	46,44	10 221
02/2018	52,48	10 398
03/2018	58,70	6 974
04/2018	63,99	9 241
05/2018	69,40	7 494
06/2018	71,12	6 404
07/2018	73,12	7 780
08/2018	73,12	7 038
09/2018	73,12	6 626
10/2018	73,12	6 318
11/2018	52,88	4 017
12/2018	45,81	3 743
01/2019	46,93	3 458
02/2019	48,30	3 855
03/2019	53,00	4 105
04/2019	57,97	5 351
05/2019	63,61	8 575
06/2019	69,59	10 817
07/2019	73,12	10 086
08/2019	73,12	9 631
09/2019	73,12	8 294
10/2019	73,12	9 200
11/2019	73,12	7 570

12/2019	73,12	7 194
01/2020	73,90	9 351
02/2020	77,78	8 600
03/2020	70,36	6 439
04/2020	76,98	8 659
05/2020	57,39	9 461
06/2020	59,50	9 138
07/2020	62,40	11 323
08/2020	68,34	11 681
09/2020	70,47	10 784
10/2020	76,64	13 781
11/2020	77,78	19 626
12/2020	77,78	29 002
01/2021	77,78	33 114
02/2021	77,78	45 138
03/2021	91,52	58 919
04/2021	108,49	57 750
05/2021	124,12	37 333
06/2021	134,06	35 041
07/2021	142,71	41 626
08/2021	155,15	47 167
09/2021	167,73	43 791
10/2021	168,10	61 319

