

# Is het rendabel om met een embedded systeem Bitcoins te minen?

Jordan Quandus & Rowan Voermans



Docent: Harry Broeders  
Minor: Embedded systems  
Jaar: 2013-2013

# Inhoudsopgave

Verklarende woordenlijst.....	3
1. Inleiding .....	4
2. Achtergrond .....	5
2.1. Wat is een Bitcoin? .....	5
2.2. Hoe ontstaan Bitcoins? .....	6
2.3. Wat is Bitcoin mining (Bitcoin delven)? .....	6
2.4. Welke hardware kan ik gebruiken? .....	7
3. Onderzoek .....	9
3.1. Onderzochte hardware .....	10
3.1.1. CPU (Intel Core i7 3770K).....	10
3.1.2. GPU (AMD Radeon 7970).....	10
3.1.3. FPGA (Terasic DE2-115) .....	11
3.1.4. ASIC (Block Erupter Sapphire).....	11
3.2. Resultaten .....	12
4. Conclusies en aanbevelingen .....	13
Literatuurlijst .....	14
Appendix I: Onderzoeksdata .....	15
Appendix II: Gemiddelde koers per dag .....	16

## Verklarende woordenlijst

BTC	Valuta afkorting van de Bitcoin
Minen	Het process waarbij hashes worden berekend uit een kandidaatsblok in ruil voor nieuwe Bitcoins.
Hashes	Een cryptografische puzzel die opgelost dient te worden zodat een transactie gevalideerd wordt.
Hashrate	Snelheid waarmee hashes bepaald kunnen worden (meestal in Mhashes/s)
GPU	<u>G</u> raphical <u>P</u> rocessing <u>U</u> nit
FPGA	<u>F</u> ield <u>P</u> rogrammable <u>G</u> ate <u>A</u> rray
ALU	Arithmetic/Logic unit
TDP	Thermal Design Power
P2P	Peer to peer

# 1. Inleiding

Het is de droom van iedereen, slapend rijk worden, met de komst van Bitcoin lijkt het te kunnen. Er zijn al meerdere voorbeelden te noemen van mensen die miljonair zijn geworden door het minen van Bitcoins. Dit is het proces waarbij er Bitcoins gecreëerd worden. Het minen van Bitcoins kan op verschillende manieren gedaan worden.

Door de succesverhalen van andere mensen zijn steeds meer mensen zich bezig gaan houden met Bitcoins. Dat heeft voor meer concurrentie gezorgd bij het minen van Bitcoins en dat het een zeer competitieve bezigheid is geworden.

In hoofdstuk 2 zullen we allereerst informatie geven over wat de Bitcoin nou precies is, en hoe ze gedistribueerd. In hoofdstuk 3 wordt onderzocht of het nog rendabel is om Bitcoins te minen met verschillende type hardware. Hierna volgt een conclusie en wordt er antwoord gegeven op de onderzoeksvraag:

Is het rendabel om nu nog (laatste kwartaal van 2013) Bitcoins te gaan minen met embedded systemen?
---

## 2. Achtergrond

In dit hoofdstuk zullen we algemene informatie geven over de Bitcoin en hoe ze gemaakt worden. Verder zullen we ingaan op verschillende types hardware we kunnen gebruiken om ze te maken en de voor en nadelen van deze hardware opsommen.

### 2.1. Wat is een Bitcoin?

In 2008 publiceerde de persoon Satoshi Nakamoto een document waarin de Bitcoin, een digitale valuta, en zijn opensource peer-to-peer netwerk beschreven stond. De Bitcoin is een cryptografische valuta. Dit houdt in dat er gebruik wordt gemaakt van cryptografie voor het beveiligen van het systeem. Dit zorgt ervoor dat het uitgeven van Bitcoins alleen mogelijk is door de persoon die er eigenaar van is en dat elke Bitcoin maar een keer door die eigenaar uitgegeven kan worden.

De naam Satoshi Nakamoto is een pseudoniem. Over de echte identiteit van Nakamoto is niks bekend. Er wordt zelfs beweert dat die naam een pseudoniem is voor een groep mensen.

In 2009 bracht Nakamoto de eerste Bitcoin software uit waar het Bitcoin netwerk mee werd gelanceerd en daarmee ook de eerste eenheden van de Bitcoin valuta. De afkorting en valutateken van de Bitcoin zijn respectievelijk BTC en **₿**.

Een cryptografische digitale valuta zoals de Bitcoin heeft dus een aantal voordelen ten opzichte van normaal geld:

- Transacties:  
Transactie gaan direct van persoon tot persoon, er zit geen bank tussen. Hierdoor zijn de transactiekosten heel laag. Tevens gebeuren deze transacties via het internet waardoor ze gecheckt en goedgekeurd worden, waarna de begunstigde het bedrag binnen enkele minuten ontvangt.
- Inflatie:  
Er kan maar een beperkt aantal Bitcoins geproduceerd worden, namelijk 21 miljoen en dit aantal kan niet veranderen. Hierdoor kent de Bitcoin valuta geen inflatie. De waarde van een Bitcoin wordt alleen door de markt (vraag en aanbod) bepaald. Omdat het aanbod van Bitcoins altijd gelijk blijft heeft het verder geen effect op de Bitcoin koers.
- Veiligheid:  
Bitcoin transacties gebeuren binnen een p2p netwerk. Dit houdt in dat Bitcoins en het Bitcoin netwerk alleen bestaat uit de mensen die Bitcoins gebruiken. Alle transacties worden eerst gecontroleerd door dit netwerk voordat de transactie bevestigd wordt. Ook hebben overheden en banken hebben geen invloed of macht over de valuta en kan er volledig anoniem zaken gedaan worden.

## 2.2. Hoe ontstaan Bitcoins?

Alle Bitcoins transacties moeten worden gecontroleerd. Een Bitcoin mag immers niet twee keer worden uitgegeven (elke Bitcoin mag maar een keer bestaan binnen het netwerk). Ook mag een Bitcoin alleen worden uitgegeven door de eigenaar ervan. Nadat een controle is uitgevoerd moet de transactie worden vastgelegd in de blockchain. Dit is een soort van Bitcoin kasboek die gedeeld wordt tussen alle Bitcoin gebruikers. Het valideren van transactie en het vastleggen ervan in de blockchain moet door het netwerk gebeuren.

Elke computer (ook wel node genoemd) in het Bitcoin netwerk verzamelt alle onbevestigde transacties en stop dit in een soort archief. Dit wordt ook wel het kandidaat blok genoemd. Dit archief bevat informatie over de nog niet bevestigde transacties alsmede de laatste bevestigde transacties waar die computer van weet. In dit blok wordt er gezocht naar een hash. Dit is een willekeurige code. De computer die als eerste een hash vindt stuurt deze naar alle andere computers (nodes) in het Bitcoin netwerk. Deze computers controleren ook de oplossing voordat deze bevestigd en toegevoegd wordt aan de blockchain.

Het vinden van een hash vereist veel rekenkracht omdat de software niet systematisch naar een hash opzoek gaat. Bij het zoeken naar een hash worden namelijk alle mogelijkheden geprobeerd totdat er een oplossing is gevonden (trial and error). Dit vereist veel rekenkracht en mensen die hun computer beschikbaar stellen voor het vinden van hashes.

## 2.3. Wat is Bitcoin mining (Bitcoin delven)?

Dit was een van de uitdagingen voor Satoshi Nakamoto bij het ontwerpen van de Bitcoin software. Er moest een manier zijn waarop Bitcoin op een eerlijke manier gemaakt en verdeeld kunnen worden (tot het maximum bedrag van 21 miljoen) evenals dat er mensen moesten zijn die hun computer beschikbaar om hashes te bepalen en daarmee transacties te valideren. De oplossing die hiervoor is bedacht is dat mensen die hun computer beschikbaar stellen voor het bepalen van hashes beloont worden met nieuwe Bitcoins. Het Bitcoin netwerk geeft ongeveer zes keer per uur een zogenaamd lot vrij. Zo'n lot bevat nieuwe Bitcoins (nooit meer dan 50 Bitcoins). De eerste computer die een hash vindt in het kandidaat blok ontvangt het lot en daarmee de Bitcoins.

Elk kandidaat blok heeft ook een moeilijkheidsgraad. De moeilijkheidsgraad bepaalt hoe complex de berekeningen voor het vinden van een hash in een blok is. Dit heeft invloed op de snelheid waarmee Bitcoins gemined kunnen worden. Als het netwerk registreert dat er het aantal kandidaat blokken dat gevonden wordt stijgt dan stijgt de moeilijkheidsgraad ook. Dit is ook zo bij een dalende hoeveelheid gevonden blokken (dan daalt de moeilijkheidsgraad).

De kans dat je een lot Bitcoins toegewezen krijgt hangt af van de rekenkracht van het systeem ten opzichte van de rekenkracht van alle andere reken systemen samen. Soms bundelen meerdere mensen hun computers samen zodat ze meer rekenkracht vertegenwoordigen en daarmee meer kans te maken op een lot. Het process waarbij er Bitcoins worden gegenereerd wordt dus minen genoemd.

Als alle Bitcoins gemined (het totaal aantal Bitcoins van 21 miljoen) zijn moeten Bitcoin miners nog steeds actief blijven omdat anders transacties niet worden gevalideerd en toegevoegd aan de blockchain. Om ervoor te zorgen dat mensen hun computers beschikbaar blijven stellen voor het valideren van transacties worden er transactiekosten in rekening gebracht. Meestal is dit bedrag verwaarloosbaar klein maar in de toekomst als er nog weinig of helemaal geen Bitcoins meer zijn om gemined te worden gaan deze kosten omhoog.

Bitcoin mining is zoals blijkt een belangrijk deel van Bitcoin en kan voor mensen die over de juiste hardware beschikken een lucratieve bezigheid zijn.

#### **2.4. Welke hardware kan ik gebruiken?**

Er zijn veel succes verhalen te lezen over mensen die vanaf het begin hebben geïnvesteerd in de Bitcoin of zich bezig hebben gehouden met Bitcoin mining. Dit heeft ervoor gezorgd dat de Bitcoin en het minen van Bitcoins steeds populairder werd en meer mensen eraan mee gingen doen.

Door de stijgende populariteit wordt er gezocht naar steeds snellere hardware om Bitcoins te minen. De hardware wordt vaak ook wel een mining rig genoemd. Hieronder volgt een lijst met de verschillende soorten hardware waarmee het mogelijk is om Bitcoins te minen.

##### Computer(/CPU):

Hierbij wordt de cpu van een computer gebruikt om hashes te berekenen. CPU's moeten veel verschillende taken kunnen uitvoeren, snel kunnen switchen tussen taken en tegelijkertijd efficiënt zijn. Een CPU wordt hiervoor ontworpen. Dit maakt dat de CPU een minder geschikt stuk hardware is om Bitcoins mee te minen omdat het minen van Bitcoins juist een proces is waar steeds dezelfde handelingen herhaald worden. Het is niet meer rendabel om met CPU's te minen. Het energieverbruik is veel hoger dan de Bitcoins die gemined kunnen worden.

##### GPU:

Hierbij wordt de videokaart van een pc/laptop gebruikt om hashes te berekenen. De GPU is een beter miner dan een cpu dit komt omdat een GPU gemaakt is voor videoverwerking. Videoverwerking is een heel erg herhalend proces. De GPU moet steeds weer een grote groep pixels kunnen bewerken. De GPU is dus ontworpen om processen efficiënt te herhalen. Dit is (zoals al eerder vermeld) voor Bitcoin mining een goede eigenschap. De miner blijft door middel van trial and error proberen om een hash te vinden. Het nadeel van minen met een GPU is dat dit veel meer energie kost dan de overige alternatieven.

## **GPU vs. CPU:**

Uit het voorgaande kan er geconcludeerd worden een GPU een veel geschikter stuk hardware is om Bitcoins te minen dan een CPU. De reden hiervoor is te vinden in de opbouw van CPU's en GPU's. Beide bestaan uit ALU's (Arithmetic/Logic Units). Dit zijn de eenheden die alle berekeningen uitvoeren. Op een GPU zitten de ALU's in grote groepen bij elkaar. ALU's in een groep kunnen alleen één taak uitvoeren of bijna identieke taken. Op een CPU zitten deze ALU's in veel kleinere groepen. Een CPU is daarom veel sneller en beter in het maken van beslissingen.

Hierdoor is een GPU over het algemeen beter voor het minen van Bitcoins.

## ASIC:

Een ASIC is een geïntegreerde schakeling met één taak en ook maar voor een toepassing (in tegenstelling tot bijvoorbeeld een CPU die meerdere toepassingen heeft en verschillende taken kan uitvoeren). Er zijn dus schakelingen die speciaal ontworpen worden voor het minen van Bitcoins. Dit zorgt ervoor dat er hashrates behaald kunnen worden die vele malen hoger zijn dan bij alle overige alternatieven.

Er zijn verschillende soorten ASIC's beschikbaar voor Bitcoin mining waarvan de prijzen afhankelijk zijn van de hashrates die behaald kunnen worden. Het aantal opgeleverde Bitcoins is ook meer dan het energieverbruik. Het enige nadeel is dat de betere ASIC's waarmee grote Bitcoin bedragen per dag gemined kunnen worden ook een erg prijzige investering is.

## FPGA:

Een FPGA is een schakeling met programmeerbare logische componenten. Het is mogelijk om de logische componenten van een FPGA te configureren en er software voor te schrijven zodat er Bitcoins mee gemined kunnen worden. FPGA's hebben een laag energieverbruik, hoog rendement en een relatief hoge hashrate in vergelijking met de alternatieven. Hierdoor zijn FPGA's een beter alternatief dan GPU's en CPU's.

Een CPU en GPU is vaak nog te verkrijgen door een gewone consument en zit ook al in een computer of laptop. Dit is niet zo voor een ASIC of FPGA. Door de stijgende populariteit van Bitcoin mining is dit wel beschikbaar geworden voor een grotere groep mensen.

Om tegenwoordig nog mee te kunnen doen met Bitcoin mining is een hoge hashrate nodig. CPU's en GPU's vallen af. De populariteit van de Bitcoin heeft ervoor gezorgd dat mensen steeds krachtigere hardware gingen gebruiken om Bitcoins te minen. Een enkele CPU of GPU zou niet sterk genoeg zijn om een acceptabele hashrate en daarmee rendement te behalen.



### 3. Onderzoek

Voor dit onderzoek is een selectie gemaakt tussen de verschillende hardware die beschikbaar zijn. Voor deze selectie is vooral gelet op prijs, rendement en hashrate. Dit zijn de criteria die het meeste invloed zullen hebben op de keuze om met Bitcoin mining te beginnen omdat dit zal bepalen of er winst gemaakt kan worden en hoeveel.

Omdat de koers van de Bitcoin sterk fluctueert hebben we ervoor gekozen om de gemiddelde waarde van afgelopen maand te nemen, deze loopt van 16 november 2013 tot en met 16 december 2013. De waarde die hieruit komt is € 648,03. Deze waarde zal gebruikt worden in verdere berekeningen. Voor de moeilijkheidsgraad is 908350862 genomen. Dit is de huidige moeilijkheidsgraad. Wel moet er rekening gehouden worden met het feit dat de moeilijkheidsgraad kan veranderen, en waarschijnlijk hoger wordt.

De energiekosten hebben ook een invloed op de winst. Het is dus praktischer om hardware te gebruiken die een lage energieverbruik heeft zodat het rendement van de mining-rig hoger wordt. De huidige energie prijs per kWh is €0.23. Dit bedrag zal in de berekeningen voor het bepalen van de prijs en opbrengsten verhouding gebruikt worden.

Het aantal Bitcoins per blok verschilt maar is momenteel gemiddeld 25 Bitcoins. Dit wordt op vrijwel alle online Bitcoin rekenmachines gebruikt. Dit is dus ook gebruikt in de berekeningen.

Met deze gegevens kan een formule voor nettowinst (onafhankelijk van type hardware) bepaald worden:

$$\text{Hashtijd} = \frac{\text{moeilijkheidsgraad} \times 2.0^{32}}{\text{hashrate} \times 3600000000} \text{ blocks/uur}$$

$$\text{Miningsnelheid} = \text{bitcoins per blok} \times \text{hashtijd} \text{ bitcoins/uur}$$

$$\text{Energiekosten} = 0.00023(\text{per wh}) \times \text{vermogen} \times \text{uren} \text{ €/uur}$$

$$\text{Nettowinst} = \text{Miningsnelheid} \times \text{koers} - \text{energiekosten} - \text{hardwarekosten} \text{ nettowinst/uur}$$

Deze formule zal gebruikt worden bij het vergelijken van een selectie hardware. Met de verkregen data kan een conclusie getrokken worden betrekking tot de onderzoeksvraag of het rendabel is om nu nog te starten met het minen van Bitcoins.

### 3.1. Onderzochte hardware

#### 3.1.1. CPU (Intel Core i7 3770K)

Omdat er tegenwoordig zeer weinig gebruik gemaakt wordt van CPU's is er geen data beschikbaar van de laatste generatie processoren, daarom hebben wij gekozen voor een populaire processor uit de Ivy Bridge serie. Deze is qua prestaties niet veel slechter dan de laatste Haswell processoren.

Intel Core i7 3770K	
Prijs	€ 281,59 <sup>1</sup>
Vermogen	77W <sup>2</sup>
Hashrate	5,2 MHash/s

#### 3.1.2. GPU (AMD Radeon 7970)

Een van de populairste videokaarten van dit moment is de AMD Radeon 7970. Vooral door prijs/prestatie verhouding is deze kaart geliefd onder gamers. Het blijkt echter ook dat deze videokaart een hoge Hashrate heeft en daardoor goed te gebruiken is voor het minen van Bitcoins.

AMD Radeon 7970	
Prijs	€ 245,50 <sup>3</sup>
Vermogen	250W
Hashrate	650 MHash/s

<sup>1</sup> Laagste prijs in de Tweakers.net pricewatch op 16 december 2013:

<http://tweakers.net/pricewatch/305699/intel-core-i7-3770k-boxed.html>

<sup>2</sup> Maximale TDP zoals opgegeven door Intel: [http://ark.intel.com/products/65523/Intel-Core-i7-3770K-Processor-8M-Cache-up-to-3\\_90-GHz?q=3770k](http://ark.intel.com/products/65523/Intel-Core-i7-3770K-Processor-8M-Cache-up-to-3_90-GHz?q=3770k)

<sup>3</sup> Laagste prijs in de Tweaker.net pricewatch op 16 december 2013:

<http://tweakers.net/pricewatch/300323/xfx-radeon-hd-7970-double-dissipation.html>

### 3.1.3. FPGA (Terasic DE2-115)

We hebben deze FPGA gekozen omdat deze gelijkenissen vertoont met het bordje wat we op school gebruiken, namelijk de DE2-70. Ons leek het interessant om te kijken of we de DE2-70 konden inzetten om Bitcoins te minen.

Terasic DE2-115	
Prijs	€ 432,76 <sup>4</sup>
Vermogen	4,7W
Hashrate	80 MHash/s

### 3.1.4. ASIC (Block Erupter Sapphire)

Dit is een van de meest populaire ASIC's om Bitcoins te minen. Vanwege zijn lage prijs en stroomverbruik

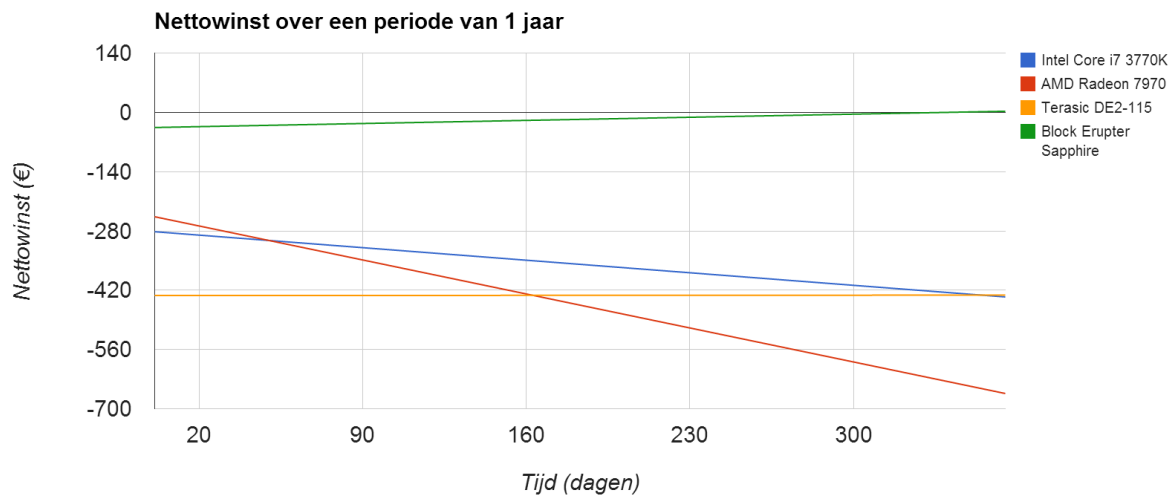
Block Erupter Sapphire	
Prijs	€ 36 <sup>5</sup>
Vermogen	2,55W
Hashrate	333 MHash/s

<sup>4</sup> \$595 omgezet naar euro volgens de wisselkoers op 16 december 2013.

<sup>5</sup> Laagste prijs op Marktplaats.nl op 19 december 2013: <http://www.marktplaats.nl/z/Bitcoin-erupter.html?query=Bitcoin+Erupter&sortBy=price&sortOrder=increasing>

### 3.2. Resultaten

In onderstaande grafiek zijn de uitkomsten van het onderzoek te zien. In Appendix I staan alle data die gebruikt zijn voor het maken van deze grafiek. Uit deze grafiek valt af te lezen dat de CPU en de GPU beiden verliesgevend zijn omdat de energiekosten groter zijn dan de opbrengsten van het minen. Als er naar de FPGA gekeken wordt is te zien dat deze bijna constant blijft, echter blijkt dat deze zichzelf terug verdiend in 430 jaar. Dit is uiteraard niet realistisch aangezien de FPGA waarschijnlijk eerder stuk is voordat de FPGA terug verdient is. Als er naar de ASIC gekeken wordt is te zien dat het ongeveer een jaar duurt voordat het zichzelf terug verdiend.



Grafiek 3.1. Nettowinst na x aantal dagen

## 4. Conclusies en aanbevelingen

Uit de grafiek 3.1 uit hoofdstuk 3.2 is de winst uit lezen na een bepaalde tijd. In appendix 1 is de hours before break even tabel te zien. Met deze data kan er geconcludeerd worden dat een CPU en GPU geen optie is voor het minen van Bitcoins. De hours before break even is nooit haalbaar. Bij de FPGA is het ook niet mogelijk omdat deze tijd te lang is. Theoretisch is het mogelijk maar het blijft onrealistisch.

Ook is er bij de berekeningen van uit gegaan dat de stroomkosten, moeilijkheidsgraad en de koers gelijk blijft. Dit is in werkelijkheid natuurlijk niet waar. Zoals uitgelegd in hoofdstuk 2.3 stijgt of daalt de moeilijkheidsgraad afhankelijk van de snelheid waarmee blokken gevonden worden. Ook de koers van de Bitcoin fluctueert veel. In de appendix is een grafiek te zien met de waarde van een bitcoin in december 2013. Hieruit is te concluderen dat de bitcoin voorlopig nog een zeer vluchtige valuta blijft en een riskante investering is.

Met de hardware die nu onderzocht is, is het af te raden om Bitcoins te gaan minen. Het aantal uren voordat er winst gemaakt kan worden (hours before breakeven) is te hoog. Wel kan het rendabel zijn wanneer er een grotere investeringen gedaan wordt in de hardware.

Het antwoord op de onderzoeksvraag is dat het niet rendabel is om nu nog met Bitcoin mining te beginnen met hardware zoals uit dit onderzoek of vergelijkbare hardware.

## Literatuurlijst

### Documenten:

Miers, I. ; Garman, C. ; Green, M. ; Rubin, A.D.

Zerocoin: Anonymous Distributed E-Cash from Bitcoin

<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=6547123&queryText%3Dbitcoin>

Reid, F. ; Harrigan, M.

An Analysis of Anonymity in the Bitcoin System

<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=6113303&queryText%3Dbitcoin>

Taylor, M.B.

Bitcoin and the age of Bespoke Silicon

<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=6662520&queryText%3Dbitcoin>

Peck, M.E.

The Bitcoin Arms Race is on!

<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6521016>

Garber, Lee

News Briefs

<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6515550>

Szefer, J. ; Lee, R.B.

BitDeposit: Deterring Attacks and Abuses of Cloud Computing Services through Economic Measures

<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=6546149&queryText%3Dbitcoin>

Peck, M.E.

The cryptoanarchists' answer to cash

<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=6203968&queryText%3Dbitcoin>

Plohmann, D. ; Gerhards-Padilla, E.

Case study of the Miner Botnet

<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=6243985&queryText%3Dbitcoin>

Satoshi Nakamoto

Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System

<http://Bitcoin.org/Bitcoin.pdf>

### Internet paginas:

Wikipedia - <http://en.wikipedia.org/wiki/Bitcoin>

Bitcoin wiki - [https://en.Bitcoin.it/wiki/Mining\\_hardware\\_comparison](https://en.Bitcoin.it/wiki/Mining_hardware_comparison)

## Appendix I: Onderzoeksdata

	MHash/s	MHash/J	MHash/s/€	Watts	Price
Intel Core i7 3770K	5,2	0,07	0,02	77	281,59
AMD Radeon 7970	650	2,60	2,65	250	245,5
Terasic DE2-115	80	17,02	0,18	4,7	432,76
Block Erupter Sapphire	333	130,59	9,25	2,55	36

	GHash/h	kWh	Average time for block (h)	Average time for Bitcoin(h)	Bitcoins per hour
Intel Core i7 3770K	18,72	0,077	208404767,392276	8336190,69569104	0,000000119958868
AMD Radeon 7970	2340	0,25	1667238,13913821	66689,5255655284	0,000014994858511
Terasic DE2-115	288	0,0047	13546309,8804979	541852,395219918	0,000001845521047
Block Erupter Sapphire	1198,8	0,00255	3254368,74005957	130174,749602383	0,00000768198136

	Profit per hour (€)	Costs per hour (€)	Total per hour	Hour before breakeven	Days before breakeven
Intel Core i7 3770K	0,000077736945285	0,01771	-0,017632263054715	-15.970	-665
AMD Radeon 7970	0,009717118160681	0,0575	-0,047782881839319	-5.138	-214
Terasic DE2-115	0,001195953004392	0,001081	0,000114953004392	3.764.669	156.861
Block Erupter Sapphire	0,00497815438078	0,0005865	0,00439165438078	8.197	342

## Appendix II: Gemiddelde koers per dag

