

**En undersøkelse i om Proof of Stake (PoS) vil løse  
klimautfordringene Proof of Work (PoW) står overfor.**

Steffen Hultin Bergersen - 168811

Knut Stian Fidje Andersen - 190881

VEILEDER

Victoria Edgar

**Universitetet i Agder, 2022**

Fakultet for Handelshøyskolen ved Universitet i Agder

Institutt for økonomi

# Forord

Denne masteravhandlingen er utarbeidet som en del av masterstudiet i regnskap og revisjon ved Universitet i Agder, Campus Kristiansand. Avhandlingen er skrevet gjennom vårsemesteret 2022 og utgjør 30 studiepoeng.

Motivasjonen bak temaet i avhandlingen handler i stor grad om dens aktualitet og et ønske om å lære mer om både bærekraft og blokkjedeteknologien. Blokkjedeteknologien har for alvor blitt et høyaktuelt tema knyttet til klimautfordringene verden står overfor. Det relateres da til kryptovaluta og dens enorme energiforbruk og klimautslipp. Flere artikler og debatter tar for seg det enorme energiforbruket, men det er mindre kjent hvordan utfordringene kan løses. Vi vil derfor gjennom avhandlingen ta for oss nettopp dette, hvor vi går nærmere inn på blokkjedeteknologien Proof of Stake sammenlignet med Proof of Work sett fra et bærekraftig perspektiv.

Avslutningsvis vil vi rette en stor takk til vår veileder, Victoria Edgar, for god veiledning, tilgjengelighet og samtidig hennes engasjement og interesse for avhandlingen.

Kristiansand 01.06.2022

Steffen Hultin Bergersen

Knut Stian Fidje Andersen

# Sammendrag

I denne avhandlingen har vi utarbeidet flere analyser basert på konsensusmekanismene Proof of Work (PoW) og Proof of Stake (PoS). Formålet med analysene er å kunne besvare forskningsspørsmålene og problemstillingen, hvor vi ønsker å undersøke om PoS vil løse klimautfordringene PoW står overfor.

Vi har utført ulike tester hvor vi har sett på korrelasjonen mellom energiforbruk og markedsverdi, korrelasjon mellom elektronisk avfall og hashrate, og korrelasjon mellom sesongvariasjoner i Kina og hvilke energikilder som benyttes ved mining av Bitcoin. For alle disse testene har vi kunne påvise at det er en positiv korrelasjon. Resultatene er svært relevante og har gitt oss et godt grunnlag for avhandlingens diskusjon og en bredere forståelse for temaet.

Videre er det også gjennomført tester hvor vi har sammenlignet ulike variabler, blant annet PoS og PoW, PoS og Visa, samt gjennomsnittlig markedsverdi for inneværende år sammenlignet med foregående år. Funnene viser tydelige forskjeller når det gjelder PoS sammenlignet med PoW. Både når vi sammenligner energiforbruk og CO<sub>2</sub>-utslipp årlig og per transaksjon er forskjellen mellom PoS og PoW store. Grafene viser at PoW har betydelig høyere verdier både når det gjelder energiforbruk og CO<sub>2</sub>-utslipp sammenlignet med PoS. Samtidig ser vi også en del ulikheter når det gjelder PoS sammenlignet med Visa. Vi kunne for eksempel ikke påvise at gjennomsnittlig PoS-brukere hadde et lavere energiforbruk og CO<sub>2</sub>-utslipp per transaksjon enn Visa. Fra utviklingen i markedsverdi ser vi en økende trend med unntak av 2018 til 2019. Den økende trenden gir oss ingen garanti for at markedsverdien vil fortsette å øke, men den gjenspeiler utviklingen de siste årene på en oversiktlig måte.

Avslutningsvis konkluderer avhandlingen med at PoS vil kunne løse klimautfordringene PoW står overfor. Konklusjonen begrunnes med betydelig lavere energiforbruk, CO<sub>2</sub>-utslipp og elektronisk avfall. Dette styrkes også ved at energiforbruket til PoS-brukere heller ikke vil påvirkes av markedsverdien slik tilfellet er for PoW-brukere. Videre konkluderes det med at det likevel er ulikheter blant brukere av PoS, slik at kryptovalutaer som benytter PoS også har

ulikheter med tanke på energiforbruk og CO2-utslipp, noe som vil være avgjørende for hvilke PoS-brukere som vil være levedyktige på sikt.

# Innhold

Begrepsliste	1
1.0 Innledning	4
1.1 Bakgrunn for valg av tema	4
1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål	6
1.3 Disposisjon	12
2.0 Teori	13
2.1 Blokkjede	14
2.1.1 Proof of work (PoW) - mining	14
2.1.2 Proof of stake (PoS) - staking	15
2.1.3 Gas fees	16
2.1.4 Privat og offentlig blokkjede	17
2.1.5 Privat eller anonym?	17
2.1.6 Smarte kontrakter	18
2.1.7 The Blockchain Trilemma	18
2.1.8 Sikkerhet i blokkjede	19
2.1.9 Blokkjedeteknologi i revisorbransjen	19
2.2 Kryptovaluta	20
2.2.1 Kryptografi	21
2.2.2 Central bank digital currencies (CBDCs)	22
2.3 Bitcoin	22
2.4 Ethereum	23
2.4.1 Ethereum 2.0	23
2.4.1.1 Ethereums overgang til PoS	24
2.5 Bærekraft	25
2.5.1 Klima og miljø dimensjonen	26
2.5.2 Den sosiale dimensjonen	27
2.5.3 Den økonomiske dimensjonen	27
3.0 Tidligere forskning	28
3.1 Bærekraft i krypto og blokkjeder	29
3.1.1 Bærekraftige utfordringer	29
3.1.1.1 Klimautfordringer	30
3.1.1.2 Kryptovaluta og kriminalitet	32

3.1.1.3 E-waste	33
3.1.1.4 HashRate	34
3.1.1.5 Ethereums utfordringer	36
3.1.2 Bærekraftige muligheter	36
3.1.2.1 Blokkjedeteknologi i kampen mot sult	36
3.1.2.2 Blokkjedeteknologi som et virkemiddel mot korrupsjon	37
3.1.2.3 Blokkjedeteknologi i forsyningskjeden	38
3.2 Oppsummering av tidligere forskning	38
4.0 Metode	39
4.1 Forskningsdesign og strategi	39
4.2 Metode og valg av metode	40
4.3 Datakilder	42
4.4 Validitet og reliabilitet	43
4.5 Hypotesetesting	44
4.6 Dataanalyse	45
4.7 Begrensninger og forutsetninger	46
5.0 Empirisk Data	48
5.1 Markedsverdi (Market Capitalization)	48
5.2 Energiforbruk	49
5.3 Elektronisk avfall (E-waste)	50
5.4 Hashrate	50
5.5 Volatilitet	52
6.0 Analyse og drøfting av funn	53
6.1 Test for korrelasjon	53
6.1.1 Test for korrelasjon mellom energiforbruk og markedsverdi (Hypotese 1)	53
6.1.2 Test for korrelasjon mellom E-waste og HashRate (Hypotese 2)	55
6.1.3 Test for korrelasjon mellom Energikilder og sesongvariasjoner i Kina ved mining av Bitcoin (Hypotese 3 og 4)	57
6.1.3.1 Test mellom mininglokasjon og energimiks som benyttes ved mining av Bitcoin (Hypotese 3 og 4)	58
6.2 Test av utviklingen til markedsverdi sammenlignet med foregående år (Hypotese 5)	60
6.3 PoW vs PoS vs Visa	62
6.3.1 Energiforbruk per år og per transaksjon	62
6.3.2 CO2-utslipp per år og per transaksjon	64
6.4 Test mellom PoS og Visa	65

6.4.1 Test av energiforbruk per transaksjon mellom PoS og Visa (Hypotese 6)	66
6.4.2 Test av CO2-utslipp per transaksjon mellom PoS og Visa (Hypotese 7)	67
6.5 Oppsummering av testresultatene	69
7.0 Avslutning	70
7.1 Oppsummering	70
7.2 Begrensninger og vårt akademiske bidrag	72
7.3 Konklusjon	73
7.4 Forslag til videre forskning	73
8.0 Referanser	75
8.1 Kilder:	75

# Begrepsliste

Under følger en begrepsliste som forklarer viktige begreper avhandlingen tar for seg innenfor blokkjedeteknologi og kryptovaluta.

**Algoritme** - En fremgangsmåte som forklarer hva som må til for å løse et problem eller for å komme frem til et bestemt resultat (Moe, 2019).

**Bitcoin (BTC)** - Bitcoin er både navnet på blokkjedenettverk og den digitale valutaen (kryptovaluta) som kjøres på en blokkjedenettverket. Blokkjeden som kjører Bitcoin kan kun brukes til transaksjoner, og har derfor begrenset bruk sammenlignet med andre blokkjeder som Ethereum. Den kan for eksempel ikke kjøre DApps (Frankenfield, 2022a).

**Blokkjede** - En blokkjede er en distribuert database i et peer-to-peer nettverk med en lang kjede blokker. Det er denne teknologien som kryptovaluta bygges på (Hayes, 2022c).

**Blokk** - En samling av transaksjoner i en blokkjede hvor disse henger sammen med en algoritme som gjør at de godkjente transaksjonene ikke kan endres på (Meholm, 2018, s. 49).

**Desentraliserte applikasjoner (DApps)** - DApps er desentraliserte applikasjoner som blir kjørt på en blokkjede ved bruk av smarte kontrakter. Dette til motsetning til sentraliserte applikasjoner som blir kjørt gjennom en sentral server (Frankenfield, 2021d).

**Desentralisert finans (DeFi)** - DeFi er et desentralisert finanssystem som er et alternativ til det sentraliserte finanssystemet vi har i dag med banker og andre tredjeparter (Ethereum, 2022b).

**Ethereum (ETH)** - Ethereum er navnet på blokkjedenettverket, og Ether er kryptovalutaen som kjøres på blokkjeden. Ethereum er en programmerbar blokkjede, noe som betyr at den kan brukes til mye mer enn bare transaksjoner. På grunn av dens programmerbarhet kan en kjøre DApps med hjelp av smarte kontrakter på blokkjeden (Frankenfield, 2022b).



**Fiat-valuta** - Er en valuta som er statlig utstedt uten noen iboende verdi, og er ikke knyttet opp mot gull eller lignende varer. Eksempler på fiat-valuta er; NOK, SEK, EUR (Chen, 2022).

**Gas fee** - Gas fee er en del av transaksjonskostnaden en må betale for å utføre enhver funksjon på en blokkjede (McShane, 2022).

**Hash** - Et digitalt fingeravtrykk som skal sikre at informasjonen i transaksjoner ikke kan endres (Nordbø, Jones & Ribe, 2020).

**Kryptografi** - Kryptografi er læren om sikker kommunikasjon gjennom kryptering og dekryptering (Kaspersky, 2022).

**“Mine”** - Når en transaksjon gjennomføres må denne verifiseres/aksepteres, hvor det sjekkes at transaksjonen er riktig og at den som betaler faktisk har penger i sin digitale lommebok (wallet). Dette gjøres på datasentre hvor de har tilgang til nok datakraft. Det å verifisere disse transaksjonene kalles for å “mine” (Meholm, 2018, s. 49).

**Node** - Datamaskiner i et nettverk som sjekker at blokken er riktig kalkulert. Dersom flertallet av datamaskinene bekrefter at blokken er riktig, aksepteres den. Altså, er det konsensus når flertallet er enig. En node kan i teorien være en hvilken som helst elektronisk gjenstand, så lenge den er koblet til internett (Meholm, 2018, s. 51).

**Non-Fungible Token (NFT)** - En NFT er en kryptografisk eiendel på en blokkjede med unik identifiseringskode og metadata (Sharma, 2021).

**Peer-to-peer (P2P)** - En desentralisert plattform hvor to personer samhandler direkte med hverandre, uten at en tredjepart er involvert (Hayes, 2021).

**Proof of Work (PoW)** - Brukes for å oppnå konsensus. Mining-prosessen verifiserer transaksjoner ved hjelp av å løse et regnestykke. Datasentre over hele verden jobber for å løse

disse regnestykkene raskest mulig, noe som krever enorme mengder med energi. En kan på mange måter sammenligne det med en konkurranse, hvor hensikten er å opprettholde sikkerheten og samtidig produsere nye coins (Tapscott & Tapscott, 2018, s. 31).

**Proof of Stake (PoS)** - I likhet med PoW opprettholder også PoS konsensus, men skal være mindre energikrevende. Istedenfor at det er en konkurranse om å løse regnestykket raskest mulig som ved PoW, er det algoritmer som tilfeldig velger hvilken node som skal løse regnestykket og validere transaksjonen (Tapscott & Tapscott, 2018, s. 32).

**Smarte kontrakter** - En programmert kontrakt som kan kjøres på blokkjeder. Den smarte kontrakten utløses automatisk i fremtiden dersom en gitt hendelse inntreffer. DApps programmeres med hjelp av smarte kontrakter (Meholm, 2018, s. 62).

**Token** - Representerer en omsettelig eiendel som befinner seg på ens egen blokkjede og tillater innehaveren å bruke den til investerings- og økonomiske formål (Frankenfield, 2021a).

# 1.0 Innledning

## 1.1 Bakgrunn for valg av tema

De siste tiårene har interessen og oppmerksomheten rundt bærekraft økt betraktelig blant virksomheter og deres interessenter, og fokuset har bare blitt større med tiden. Blant annet har bærekraft inntatt en stor rolle i land og virksomheters mål og strategier, i tillegg blir det i dag sett på som en nødvendighet for å kunne ta en del i fremtiden (Solberg & Valseth, 2016). FN har utarbeidet 17 bærekraftsmål som handler om å utrydde fattigdom, bekjempe ulikheter og stoppe klimaendringene innen 2030 (FN, 2022). Den siste perioden har det vært særlig fokus på å stoppe klimaendringene. FNs klimapanel (2021) har blant annet indikert gjennom sin klimarapport at klimaendringene går raskere, blir mer intense og at noen av trendene er irreversible (IPCC, 2021). FNs generalsekretær mener rapporten betyr «kode rød» for kloden og indikerer at arbeidet mot klimatiltak må være kraftig og igangsettes umiddelbart (FN, 2022). I en undersøkelse av Abbass et al. (2022) skriver de at klimaendringene må få umiddelbar oppmerksomhet i alle sektorer i samfunnet. Det er spesielt med tanke på hvor raskt klimaendringene utvikler seg. En rask utvikling i negativ retning gjør det vanskeligere å tilpasse seg de store endringene det medfører. De oppfordrer til mer forskning på dette feltet, og skriver videre at dette haster.

Et annet tema som har skutt fart de siste årene er kryptovaluta, hvor interessen blant vanlige mennesker og virksomheter er økende. Mange har tjent store summer på kryptovaluta, og dette bidrar til å øke interessen blant befolkningen. Kryptovaluta oppstod i kjølvannet til finanskrisen i 2008 hvor det ble et stort ønske om en desentralisert betalingsløsning, slik at folk kunne være sin egen bank (Guldahl, 2018). Kryptovaluta vil kunne bidra til raskere, billigere og transparente transaksjoner. Det vil føre til færre ledd i transaksjonsprosessen, og kan bidra til å redusere korrupsjon gjennom transparensen av transaksjonene (Deepika & Kaur, 2017).

Kryptovaluta har blitt mer omtalt i media de siste årene, og medieoppslagene handler mindre om en forbigående trend og mer om hvordan kryptovaluta kan, og vil, forandre verden (Unbanked, 2022). Til tross for dette er likevel kunnskapen knyttet til kryptovaluta mangelfull på mange områder. Sett i lys av de enorme klimautfordringene verden står

ovenfor øker imidlertid energiforbruket til å utvinne kryptovaluta for hver dag som går. Størsteparten av denne energien stammer fra ikke-fornybare energikilder, som for eksempel kullkraft (Blandin et al., 2020). For eksempel har kryptovalutaen Bitcoin et årlig energiforbruk som er større en det årlige energiforbruket til land som Polen og Thailand (digiconomist, 2022a). Grunnen til det enorme energiforbruket skyldes konsensusmekanismen bak, som kalles Proof of Work (heretter PoW). Per tid er det denne løsningen som er mest utbredt blant de ulike kryptovalutaene på grunn av sikkerhetselementet i konsensusmekanismen, men blokkjedeteknologien har også en løsning som sies å være betydelig mindre energikrevende, Proof of Stake (heretter PoS) (Adan, 2021).

En konsensusmekanisme er måten en blokkjede validerer transaksjoner på og bygger dem inn i neste blokk på blokkjeden. PoW og PoS er de to mest populære konsensusmekanismene, og har begge sine fordeler og ulemper (Tapscott & Tapscott, 2018, s. 31-32). En blokkjede er en rekke med blokker som inneholder datasett med tusenvis av transaksjoner. Når en blokk er tillagt kjeden, kan den ikke endres på med mindre 51 % av nodene i nettverket aksepterer endringen. Denne valideringsprosessen styrker sikkerhetselementet i blokkjedene. En node kan ses på som en datamaskin i et blokkjedenettverk (Meholm, 2018, s. 51).

I en artikkel skrevet av Schinckus (2020) oppfordrer han andre til å undersøke konsensusmekanismen PoW i lys av global oppvarming på grunn av den store effekten PoW har på miljøet. Han oppfordrer til dette på bakgrunn av annen urovekkende forskning om hvor stor påvirkningen til PoW vil være i nær fremtid, og han mener at det haster med forskning på dette feltet. Stadig flere artikler poengterer hvor mye det haster med klimatiltak, og hvilken negativ påvirkning PoW har. Det er per i dag lite forskning på andre konsensusmekanismer enn PoW, og hvilken effekt en eventuell overgang fra PoW til en annen konsensusmekanisme kan ha. Det er i tillegg lite forskning på elektronisk avfall (e-waste) knyttet til blokkjede og kryptovaluta.

Interessen for blokkjedeteknologi har skutt fart de siste årene blant virksomheter, og er et satsingsområde for mange. I en kvantitativ undersøkelse av 1386 virksomheter utført av Sanka et al., (2021a) viste det seg at 53 % av respondentene hadde blokkjede som sin topp 5 kritiske prioritering. Videre svarte 77 % at de ville miste sitt konkurransefortrinn uten blokkjedeteknologi, og 86 % mener at blokkjede vil ha en masseadopsjon i fremtiden. I en annen undersøkelse utført av Sanka et al., (2021b) er det estimert en masseadopsjon av

blokkjedeteknologi allerede i 2025. Blokkjedeteknologien kan bli brukt til mye mer enn kun kryptovaluta, og vil kunne ha stor nytte i forskjellige sektorer som; regnskap og revisjon, bank, helse, forsikring og generelt i alle ledd i forsyningskjeder. Revisorforeningen (2022) skriver hvor viktig tillit er i revisjonsbransjen. Tillit er kjernen i revisjon, og gir trygghet for alle interessenter (Revisorforeningen, 2022). En av mange egenskaper til blokkjedeteknologien er å skape enda større tillit. Dette skapes gjennom sikkerhet og økt transparens i transaksjoner på blokkjeden (Kowalski, Lee & Chan, 2021). Blokkjedeteknologi kan bidra med økt tillit og reduserte kostnader, og vil derfor kunne være svært relevant for revisjonsbransjen.

Ut ifra nyheter og media er det tydelig splittede meninger rundt kryptovaluta og blokkjede. På den ene siden er det stor begeistring og en klar mening om at dette er teknologien som vil kunne prege fremtiden, men på den andre siden er det skeptikere som mener det hele bare er en stor boble som har flere negative sider ved seg enn positive (Meholm, 2018, s. 88). FN (2021) skriver i en artikkel hvor viktig kryptovaluta og blokkjedeteknologi kan være for å bekjempe klimakrisen, og hjelpe verden mot en mer bærekraftig verdensøkonomi. De skriver videre at Bitcoin bruker enorme mengder med energi på absolutt ingenting, og at en Bitcoin transaksjon er enorm i forhold til en Mastercard-transaksjon (United Nations, 2021). Selv når gjelder det store problemet knyttet til energisløsing så er FN positive til kryptovaluta og blokkjedeteknologi.

Valg av tema kan begrunnes med dens aktualitet og samtidig et ønske om å få en bedre forståelse for kryptovaluta og blokkjedeteknologien, samt å utforske hvorvidt PoS kan fungere som et bærekraftig klimatiltak slik FNs nye klimareport ønsker. Flere forskere vi referer til i avhandlingen argumenterer for at energibruken til PoW er et stort problem, og påpeker at det trengs et skifte av konsensusmekanisme i nærmeste fremtid. Vi vil undersøke om PoS kan være løsningen på problemet slik at blokkjedeteknologi kan bidra til bærekraftige løsninger i alle sektorer i samfunnet.

## 1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål

### *Problemstilling*

*“En undersøkelse om Proof of Stake (PoS) vil løse klimautfordringene Proof of Work (PoW) står overfor”.*

### *Forskningsmål*

Gjennom avhandlingen ønsker vi å undersøke og lære mer om blokkjedeteknologien og klimautfordringene som er knyttet til energibruken ved utvinning av kryptovaluta. Vi vil se nærmere på konsensusmekanismene PoW (representert av Bitcoin og Ethereum) og PoS (representert av Cardano, Solana, Tezos, EOS, Stellar og Avalanche) i kapittel 2.1 som er de to mest utbredte og brukte konsensusmekanismene kryptovaluta bruker for validering og bekreftelse av transaksjoner. PoW er ekstremt ressurskrevende, og flere kryptovalutaer ønsker å ta stegene mot PoS som sies å være lite ressurskrevende til sammenligning (Vashchuk & Shuwar, 2018). Ettersom Bitcoin og Ethereum er de to åpenbart største kryptovalutaene og største brukerne av konsensusmekanismen PoW er det naturlig at disse får en sentral rolle i avhandlingen. I tillegg har Ethereum i en lengre periode planlagt å gjennomføre en overgang fra PoW til PoS, noe som er relevant for vår problemstilling, og noe vi derfor vil ha ekstra fokus på. Videre i kapittel 2.3 og 2.4 ser vi nærmere på Bitcoin og Ethereum før vi går dypere inn på utfordringene og mulighetene blokkjedeteknologien og kryptovaluta har i kapittel 3.

Bitcoin og Ethereum bruker PoW som sin konsensusmekanisme, og på grunn av den store trafikken på nettverket til blokkjedene har klimaproblemet knyttet til validering av transaksjoner blitt stort. En annen grunn til at Ethereum er svært relevant skyldes dens brede bruk utenfor kryptovaluta-transaksjoner. Ethereum er en plattform og teknologi med en programmerbar blokkjede hvor også andre kan utvikle sin egen kryptovaluta og desentraliserte apper (DApps) på. Flere bedrifter begynner å få øynene opp for blokkjede og dens potensiale, og det vil derfor være interessant å se nærmere på Ethereums potensiale og hva eventuelt PoS kan bidra med (Meholm, 2018, s. 58). Mange store bedrifter investerer tungt i blokkjedens utvikling, og mener at dette er fremtiden. Et eksempel på et slikt selskap er GameStop, som det siste året har investert mye penger i en overgang fra fysiske butikker til e-handel og utvikling av en NFT-Plattform for salg av blant annet digitale spill. NFT-plattformen lages på Ethereum protokollen (Tan, 2022).

Slik det er nå så vokser det elektroniske avfallet og energiforbruket til stadig nye høyder. Det er estimert et årlig energikonsum på 204,5 TWh, mer enn det årlige energikonsumet til Polen

(Digiconomist, 2021). I tillegg ble det i 2021 estimert at det elektroniske avfallet var på over 31 kilotonn årlig. Dette tilsvarer like mye avfall som mindre IT- og telekommunikasjonsutstyr som ble produsert i Nederland i 2018 (de Vries & Stoll, 2021). Vi ønsker å undersøke nærmere hvordan det elektroniske avfallet henger sammen med valg av konsensusmekanisme.

Videre har de Vries og Stoll (2021) analysert mulige strategier for Bitcoin og veien videre, og kommet frem til at den beste strategien sett fra et bærekraftsperspektiv vil være en annen konsensusmekanisme enn PoW. Bakgrunnen for dette innebærer å eliminere det elektroniske avfallet og sløsing av energiforbruk. Vi vil undersøke om PoS er et fullverdig alternativ til PoW som konsensusmekanisme, som i tillegg kan løse bærekraftsproblemene til PoW. Av denne grunn vil dette brukes som hovedfokus for denne avhandlingen.

Vi vil bruke kvantitativ metode for å innhente sekundærdata og analysere dem i Power BI og excel. Med denne dataen ønsker vi å teste hypotesene våre under avhandlingens analysedel i kapittel 6.

### *Forskningsspørsmål*

Vi har utformet et sett underliggende forskningsspørsmål basert på problemstillingen:

1. Hvordan påvirkes energiforbruket og det elektroniske avfallet knyttet til PoW over tid?
2. Vil PoS-brukere kunne fungere som en bærekraftig kilde til betaling?

### ***Hypoteser:***

#### Knyttet til forskningsspørsmål 1:

*Hypotese 1:* H<sub>A</sub>: Det er en positiv korrelasjon mellom markedsverdi og energiforbruk

H<sub>0</sub>: Det er ikke en positiv korrelasjon mellom markedsverdi og energiforbruk

*Hypotese 2:* H<sub>A</sub>: Det er en positiv korrelasjon mellom hashrate og elektronisk avfall

H<sub>0</sub>: Det er ikke en positiv korrelasjon mellom hashrate og elektronisk avfall

*Hypotese 3:* H<sub>A</sub>: Det er en positiv korrelasjon for når kullkraft benyttes og når lokasjonen Xinjiang benyttes til mining av Bitcoin.

$H_0$ : Det er ikke en positiv korrelasjon for når kullkraft benyttes og når lokasjonen Xinjiang benyttes til mining av Bitcoin.

*Hypotese 4:*  $H_A$ : Det er en positiv korrelasjon for når vannkraft benyttes og når lokasjonen Sichuan benyttes til mining av Bitcoin.

$H_0$ : Det er ikke en positiv korrelasjon for når vannkraft benyttes og når lokasjonen Sichuan benyttes til mining av Bitcoin.

*Hypotese 5:*  $H_A$ : Inneværende år har høyere gjennomsnittlig markedsverdi enn foregående år.

$H_0$ : Inneværende år har ikke høyere gjennomsnittlig markedsverdi enn foregående år.

#### Knyttet til forskningsspørsmål 2:

*Hypotese 6:*  $H_A$ : PoS-brukere har lavere energiforbruk per transaksjon enn Visa

$H_0$ : PoS-brukere har ikke lavere energiforbruk per transaksjon enn Visa

*Hypotese 7:*  $H_A$ : PoS-brukere vil ha lavere CO<sub>2</sub>-utslipp per transaksjon enn Visa

$H_0$ : PoS-brukere vil ikke ha lavere CO<sub>2</sub>-utslipp per transaksjon enn Visa

#### *Hvorfor er dette viktig?*

Energiforbruket knyttet til å utvinne kryptovaluta (PoW-brukere) er enormt, hvorav store deler av energien også stammer fra ikke-fornybare energikilder. Per tid tilsvarer for eksempel det årlige energiforbruket til Bitcoin (204,5 TWh) mer enn hele det årlige energiforbruket til Polen (Reeder, 2021). Ethereum sitt årlige energiforbruk har mangedoblet seg de siste to årene, og er nå estimert til 105 TWh årlig. I 2020 var Ethereums årlige energiforbruk estimert til mellom 7 og 8 TWh, og for Bitcoin var det estimert rundt 60 TWh (digiconomist, 2022b). Dette er en skremmende økning, spesielt med tanke på klimakrisen vi står overfor. Parisavtalen og alle involverte land har som mål å ikke øke temperaturen med mer enn 2 grader celsius dette århundre (Denchak, 2021). Til tross for dette målet mener Mora et al., (2018) at Bitcoin alene vil kunne øke temperaturen på jorden med 2 grader allerede i 2034.



Hvis blokkjedeteknologi skal bli den neste store teknologien slik som internett, er en stor endring nødvendig med tanke på de nåværende klimaproblemene. På den andre siden kan blokkjedeteknologien revolusjonere verden med blant annet effektivisering, automatisering, transparens og sikkerhet (JPMorgan Chase & Co., 2022).

Et av problemene som holder blokkjedeteknologien tilbake er konsensusmekanismen PoW som brukes av de aller største blokkjedene. I dag bruker både Bitcoin og Ethereum konsensusmekanismen PoW på grunn av sikkerhetselementet i konsensusmekanismen. PoW bidrar til sterk sikkerhet og et nettverk som er nesten helt umulig å hacke, men den sterke sikkerheten fører også med seg enorme mengder med energi som går tapt. Sikkerheten blir bare høyere og høyere jo flere noder som blir med i nettverket. Hvis noen hacket nettverket og la til en blokk med falske Bitcoin, ville de andre nodene ikke godkjent blokken. Hackerne trenger kontroll over minst 50 % av alle nodene for å få igjennom en blokk med falsk data (Conway, 2022).

PoS er en konsensusmekanisme som bruker veldig lite energi på å tillegge blokker til blokkjeden. Bruken av PoS kan være svært gunstig sett fra et bærekraftig perspektiv. Nedsiden med denne konsensusmekanismen er derimot sikkerhetselementet, som sies å ikke være like sterkt som ved PoW (Conti et al., 2019). Fordi PoS bruker staking for validering, så kan det i teorien bidra til at rike personer samler store mengder kryptovaluta for å få en større makt i blokkjeden. Ved staking satser personer sin egen kryptovaluta for å få en sjanse til å bli utvalgt som neste node til å bygge neste blokk. Desto større andel kryptovaluta som blir satset øker sjansen for å bli plukket ut. Dette bidrar også til at blokkjeden blir mer sentralisert, noe som går imot kjernen til blokkjedeteknologi. PoS er ikke utprøvd i en stor blokkjede enda, kun mindre blokkjeder med betydelig mindre trafikk enn Bitcoin og Ethereum (Quadri, 2022). Ethereum har derimot planlagt å gjennomføre en overgang fra PoW til PoS i løpet av andre kvartal 2022, men det gjenstår å se om det blir en vellykket overgang (McQuaid, 2022). Hvis ikke denne overgangen er nok for å gjøre blokkjeder til en teknologi som bidrar til økt bærekraft i fremtiden, så er en nødt til å se på andre alternativer. Det er ingen tvil om at blokkjedeteknologien er kommet for å bli, og at teknologien vil kunne påvirke oss i like stor grad som internett gjorde i sin tid (Meholm, 2018, s. 164).

Utstyret som benyttes for å utvinne kryptovaluta sies å ha en begrenset levetid på inntil 1,29 år, noe som medfører et stort omfang av elektronisk avfall (E-Waste) (de Vries & Stoll, 2021). Det kan derfor argumenteres for at selv om energiforbruket kun hadde stammet fra fornybare energikilder vil ikke nødvendigvis PoW være bærekraftig så lenge det elektroniske avfallet ikke blir redusert. For å sette det hele i perspektiv har en Bitcointransaksjon i dag det samme elektroniske avfallet målt i gram tilsvarende det elektroniske avfallet til 96 500 visatransaksjoner (digiconomist, 2022c).

Grunnet det enorme energiforbruket, CO<sub>2</sub>-utslippet og det elektroniske avfallet knyttet til PoW, mener vi det er viktig å kunne belyse og sammenligne med andre løsninger som vil være mer klimavennlige. Blant annet kan vi da se hvor mye energiforbruket kan reduseres eller hva alternativet kan være. I tillegg er klima og miljø svært aktuelt og inngår i blant annet flere av FNs bærekraftsmål. Formålet med mange av dagens kryptovalutaer er å kunne fungere som et betalingsmiddel, det er derfor viktig å se på hvordan PoS står seg sammenlignet med Visa, som knytter seg til avhandlingens forskningsspørsmål 2. For å i det hele tatt kunne ta opp kampen med Visa, bør det være et minimumskrav å kunne forvente at klimautslipp og energiforbruk vil være lavere. Dagens samfunn minner oss stadig på hvor viktig det er å redusere klimautslipp, og samtidig hvilke tiltak som bør gjøres. I dag ser vi dessverre at disse anbefalingene og forventningene ikke blir fulgt, selv om mange virksomheter likevel påstår å være bærekraftige (Netto et al., 2020). Skal blokkjedeteknologien og kryptovaluta ha en stor fremtid, er en reduksjon eller en løsning på PoW's klimautfordringer nødt til å skje i nærmeste fremtid (Schinckus, 2020).

Dersom det viser seg at PoS i stor grad løser klimautfordringene knyttet til PoW, kan dette på sikt muligens fjerne det dårlig omdømme blokkjede og kryptovaluta har på seg med tanke på utslipp og energiforbruk. Dette kan bidra til at flere virksomheter også tar i bruk blokkjedeteknologien, som kan være et mer bærekraftig og desentralisert alternativ. Denne kunnskapen kan bidra til mer bærekraftige valg for virksomheter som påvirker hele verdikjeden. Virksomheter ser alltid på lønnsomhet, og hvis et valg som dette kan føre til både økt lønnsomhet for virksomheten og økt bærekraft for alle de involverte i verdikjeden, vil dette være svært aktuelt for en bærekraftig forretningsutvikling.

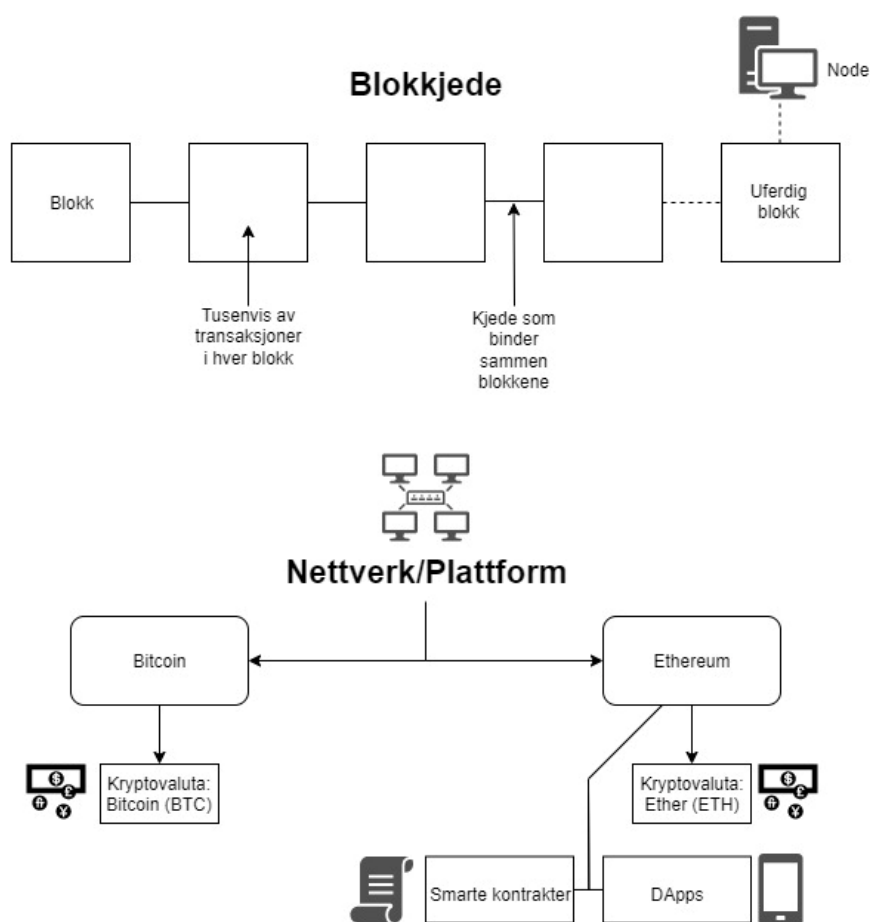
Det finnes i dag lite tidligere forskning på elektronisk avfall knyttet til de forskjellige konsensusmekanismene innen blokkjedeteknologi. Mye av forskningen tar kun for seg energiforbruket til de forskjellige blokkjedene, og det elektroniske avfallet blir ikke nevnt. Det finnes forskning generelt på den urovekkende utviklingen til elektronisk avfall, men lite knyttet til blokkjeder (Ankit et al., 2021). Vi har ikke funnet noe tidligere forskning som ser på hvordan en overgang fra PoW til PoS kan påvirke mengden elektronisk avfall. Med denne avhandlingen vil vi prøve å sette større fokus på det elektroniske avfallet i tillegg til energiforbruket, og hvordan en overgang fra PoW til PoS kan bygge en grunnmur for masseadopsjon av blokkjedeteknologi. Med dette ønsker vi å bidra akademisk slik at andre kan få øynene opp for blokkjedeverdenen som er under rask utvikling. Vi ønsker å bidra til mer interesse for forskning på et felt som har et stort potensiale innenfor bærekraft. På den andre siden ønsker vi å belyse de store utfordringene knyttet til hvordan PoW påvirker miljøet i negativ retning. Schinckus (2020) påpeker at det haster med å finne en løsning på de negative ringvirkningene, noe avhandlingen kan bidra til å sette fokus på.

### 1.3 Disposisjon

For å besvare problemstillingen vil det i begynnelsen av avhandlingen bygges en grunnleggende forståelse rundt temaet basert på presentasjon av eksisterende litteratur i kapittel 1. Videre vurderer vi at det er nødvendig med en forståelse av både bærekraft, blokkjedeteknologi og kryptovaluta, som av den grunn vil bli presentert i kapittel 2. Videre følger kapittel 3 som tar for seg tidligere forskning på temaene: bærekraft, blokkjedeteknologi og kryptovaluta. Etter teoridelen følger valg av metode i kapittel 4, i vårt tilfelle; kvantitativ undersøkelse. Her vil vi diskutere metodiske valg i henhold til avhandlingen når gjelder oppbygging og gjennomføring av testene, samt innhenting av data. I kapittel 5 presenteres empirisk data. Videre tar vi for oss analysedelen i kapittel 6 hvor tester av hypoteser vil bli gjennomført, samtidig som funnene vil bli diskutert. Funnene vil også bli knyttet til eksisterende teori og antagelser. Avslutningsvis presenteres implikasjoner, begrensninger, konklusjon og forslag til videre forskning i kapittel 7.

## 2.0 Teori

Blokkjedeteknologi, kryptovaluta og bærekraft er alle komplekse temaer. For å kunne besvare avhandlingens problemstilling, samt å forstå verdien av funnene i kapittel 6 er det nødvendig med en grunnleggende forståelse. Nødvendige temaer og begreper vil derfor bli forklart i kapittel 2. Kapittel 2.1, 2.2 og 2.5 vil være sentrale for alle de syv hypotesene og i tillegg forskningsspørsmål 1 og 2. Kapittel 2.3 knyttes til hypotese 1,2,3,4 og 5 og til forskningsspørsmål 1. Videre vil kapittel 2.4 knyttes til hypotese 1 og 5 og forskningsspørsmål 1. I figur 1 har vi illustrert hovedbegrepene for å skape en lettere forståelse av blokkjedeteknologi.



Figur 1. "Illustrering av blokkjede og nettverk/plattform".

## 2.1 Blokkjede

Blokkjede blir i dag omtalt av mange som fremtidens teknologi og forventes å påvirke næringsliv og privatpersoners betalinger fremover i form av effektivisering og økt sikkerhet (Meholm, 2018, s. 58). Selv om blokkjede for mange anses som kompleks og ukjent, ble selve teknologien bak blokkjede allerede introdusert i 2008 og senere lansert i 2009 av Satoshi Nakamoto (Zheng et al., 2017). En blokkjede består av en sammensatt kjede av datasett, hvor hvert datasett består av en eller flere transaksjoner (Nofer et al., 2017). For hvert datasett som legges til vokser kjeden og kan på mange måter sammenlignes med en digital logg, hvor en legger til ny informasjon uten å slette eldre informasjon (Jensen & Paulsen, 2019).

Finansielle tjenester slik vi kjenner de i dag er ofte sentraliserte og baseres på vår tillit til en tredjepart. Det kan for eksempel være banker, men også selskaper som Facebook og Netflix. I senere tid er det ofte blitt fokusert på svakhetene ved en slik sentralisering. Svakheterne er blant annet sårbarheten ved problemer som oppstår knyttet til en tredjepart, og at disse har for stor makt og kontroll over store mengder med data. Både makten og informasjonen de sitter på kan potensielt bli lekket og misbrukt (Ramsøy, 2020). Dette er noe som virkelig ble satt fokus på etter finanskrisen i 2008, da det i ettertid ble stilt spørsmål om tilliten til de sentraliserte bankene var for stor (Guldahl, 2018). I motsetning til dette har blokkjedeteknologien potensiale til å redusere disse ulempene ved hjelp av desentralisering. Ved bruk av desentraliseringen i blokkjedeteknologi kan det utføres finansielle tjenester uten å involvere en tredjepart. Tilliten og påliteligheten knyttes til algoritmer og minere, og gjør det så og si umulig å slette eller fjerne en transaksjon når den først er inkludert i blokkjeden (Zheng et al, 2017).

### 2.1.1 Proof of work (PoW) - mining

Måten det kommer flere “coins” ut i sirkulasjon på er gjennom “mining”. Det er også måten blokker med transaksjoner blir verifisert og tillagt blokkjeden på. Enhver person kan i teorien være med på denne prosessen hvor datamaskinen løser matematiske problemer, men på grunn av at det kreves enorme mengder med datakraft utføres dette i dag fra store datasentre rundt om i verden (Frankenfield, 2021b). Når en transaksjon blir sendt inn på blokkjedenettverket, samles den sammen med hundrevis eller tusenvis av andre transaksjoner i en blokk. Nodene

må løse et matematisk problemet før den nye blokken valideres og kobles til blokkjeden. Når den første noden gjetter riktig hash gjennom å løse det matematiske problemet, så må resten av nodene validere at denne hashen og blokken er korrekt før den blir tillagt blokkjeden. Etter blokken er tillagt blokkjeden utføres alle transaksjonene (Coinbase, 2022).

Fordi en i prinsippet ikke kan stole på identiteten til en miner, eller hvilken node som blir valgt til å lage neste blokk kreves det også en løsning som håndterer denne utfordringen. Denne løsningen kalles for Proof of Work og er en konsensusmekanisme i blokkjedeteknologien. For å akseptere en transaksjon lages det ved hjelp av algoritmer et regnestykke som er både tidkrevende og vanskelig å løse, men lett å verifisere for alle noder. Noden som løser regnestykket først får lage neste blokk. For å løse regnestykket kreves det ressurser i form av datautstyr med høy kapasitet og et enormt energibehov, ettersom det er en stor konkurranse i å løse regnestykket raskest mulig. For hvert regnestykke som blir løst venter en belønning i form av nye coins, for eksempel mottar en ved utvinning av Bitcoin i dag 6,25 Bitcoin hver gang (belønningen halveres hvert fjerde år) i tillegg til transaksjonskostnader. Regnestykket er satt opp matematisk og det er ikke mulig å jukse eller finne en snarvei for å løse det. Når alle i nettverket ser svaret, vil en også kunne se at det er brukt tid på å løse regnestykket (Tapscott & Tapscott, 2018, s. 31).

### 2.1.2 Proof of stake (PoS) - staking

En annen måte å validere transaksjoner på er ved bruk av PoS. I stedet for at nodene bruker mining, bruker PoS nodene “staking” av sin egen kryptovaluta (Ethereum (ETH) i dette eksempelet) for å validere transaksjoner og legge blokkene med transaksjoner til i blokkjeden. Brukere kan enten gjøre et innskudd med 32 ETH for å bli en validator og få tilgang til validator software, eller bli med i en staking pool. I en staking pool samler flere brukere ETH i en samlet haug for å stake sammen. På denne måten kan personer med lite antall ETH stake (Ethereum, 2022e).

Validator-noder blir tilfeldig utvalgt for å lage den neste blokken i blokkjeden, men desto høyere innsats en har, desto større sjanse er det for å bli utvalgt. Med staking satser nodene sine egne ETH for en sjanse til å tjene mer ETH. Risikofaktoren kommer inn ved at validator-nodene kan miste deler av eller alle sine ETH hvis noden frakobles imens den lager den neste

blokken, eller sender inn feil data. På denne måten bidrar en til sikkerhet i nettverket ved at alle ønsker å bidra med korrekt data (Edwards, 2022).

PoS er mindre ressurskrevende enn PoW, men “stakere” i PoS blokkjeder får ingen belønning i form av nye coins etter en transaksjon er validert. I stedet deler stakerne transaksjonskostnadene, som en form for belønning. Disse transaksjonskostnadene forekommer når en person eller et firma gjør en transaksjon på den aktuelle blokkjeden. Transaksjonskostnadene (både i PoS og PoW) er en del av det som kalles for “gas fees”, og har i det siste blitt ekstremt høye blant de mest populære blokkjedene. Dette er med på å sette en stopper for en masseadopsjon av blokkjedeteknologi (Frankenfield, 2021c).

### 2.1.3 Gas fees

Den mest populære blokkjede-plattformen er Ethereum. Ethereum har høyest gas fees av alle blokkjeder, som kommer av et enormt trykk på antall transaksjoner på nettverket. Blokkjeden klarer kun å behandle mellom 12 og 25 transaksjoner i sekundet (TPS), og er en av grunnene til de høye transaksjonskostnadene. Til sammenligning har kryptovalutaene Cardano 257 TPS, og Cosmos 10 000 TPS. Etter Ethereums nettverksoppgradering til Ethereum 2.0 vil blokkjeden klare rundt 100 000 TPS (Sinha, 2022). I flere tilfeller kan den totale transaksjonskostnaden være høyere enn selve transaksjonsverdien. Dette skjer oftest på NFT-markedsplasser hvor en blant annet kan kjøpe digital kunst. En slik transaksjon er mer kompleks enn en overføring av kryptovaluta mot en annen valuta, og krever store mengder gas i forholdt til en simpel overføring. En simpel transaksjon kan koste rundt 21 000 gas, imens en kompleks transaksjon kan koste over 1 000 000 gas. Den totale transaksjonskostnaden varierer stort fra transaksjon til transaksjon, og kommer an på antall transaksjoner som står i kø, og hvor høyt personer byr over hverandre for å snike i køen. Denne dynamiske prisen blir målt i “Gwei” (McShane, 2022).

Eksempelene fra vedlegg 1 viser at forskjellene på ulike typer transaksjoner er store (simpel transaksjon: 7,87 US dollar, og komplisert transaksjon: 299,74 US dollar). Dette er uavhengig av verdien på det som blir kjøpt eller sendt. De store kostnadene ved kompliserte transaksjoner gjør at størsteparten av brukere av slike NFT-markedsplasser er ressurssterke

personer og firmaer. Når en får løst problemet med de store transaksjonskostnadene, så vil slike markedsplasser være tilgjengelig for alle.

#### 2.1.4 Privat og offentlig blokkjede

I en privat blokkjede er det kun utvalgte og verifiserte deltakere som får delta. Det skjer ved at en eller flere nettverksoperatører validerer og bekrefter din deltagelse. Forskjellen mellom en privat og offentlig blokkjede går på at i en privat blokkjede kontrollerer en hvem som får delta, og også hvem som skal utføre de ulike oppgavene. Eiereren kan også overstyre og endre oppføringer i blokkjeden, som gjør private blokkjeder sentraliserte. Private og lukkede blokkjeder er mer vanlig for private virksomheter. I motsetning til en privat blokkjede er offentlig blokkjeder åpne for alle til å se og delta. Dette gjør at offentlige blokkjeder har et sterkt desentraliseringsaspekt (Flateland & Robbestad, 2022). Bitcoin og Ethereum er eksempler på offentlige blokkjeder (Seth, 2021b). Et eksempel på en privat blokkjede er rippleNET, som er oppgjørssystem for banker. (Flateland & Robbestad, 2022).

#### 2.1.5 Privat eller anonym?

Da blokkjedeteknologien og Bitcoin ble introdusert i 2008 var det viktig for grunnleggeren Satoshi Nakamoto at både avsender og mottaker skulle være anonyme. På bakgrunn av dette har banker og myndigheter stilt spørsmålstegn rundt anonymiteten, ettersom det i dag stilles strenge krav når det kommer til identifisering for å unngå hvitvasking, korrupsjon og lignende (Finanstilsynet, 2021). Likevel ser vi i dag at det å være helt anonym er vanskelig og heller ikke tilfelle ved de fleste kryptovalutaer. Det går på at en på et eller annet tidspunkt må identifisere seg. Det finnes enkelte unntak, men hvis en ser på de mest utbredte og vanligste kryptovalutaene kreves det en form for identifisering. Sett i ettertid er det heller ikke nødvendigvis et ønske om å være anonym, men heller et ønske om å være privat. For eksempel, om du går til legen ønsker du ikke å være anonym, men at legen kjenner til din helsedata for å gi deg rett behandling. På den andre siden er du derimot ikke interessert i at naboen eller kollegaen din nødvendigvis kjenner til din helsedata, siden det er privat informasjon. Det at blokkjede og kryptovaluta blir sett på som anonymt er derfor mer mangel på kunnskap enn fakta. Om skille mellom anonym og privat hadde vært mer utbredt hadde nok banker og myndigheter også hatt et annet syn og innstilling rundt blokkjedeteknologi (Meholm, 2018, s. 75).



## 2.1.6 Smarte kontrakter

Innenfor blokkjedeteknologien finner vi flere karakteristika, som blant annet smart kontrakter. En smartkontrakt er noe som utløses i fremtiden dersom en gitt hendelse inntreffer (Meholm, 2018, s. 62). Det er en type dataprogram som legges inn i transaksjonen i blokkjeden. For eksempel, “overfør 1000 kr til min sparekonto den 15. hver måned frem til jeg fyller 50 år, deretter 500 kroner den 15. hver måned frem til jeg fyller 70 år”. Et annet eksempel kan være at “dersom Manchester United vinner neste fotballkamp skal det utbetales kr 100 til Anders”. Denne informasjonen ligger dermed programmert inn i kontrakten og utføres automatisk når eller hvis påstanden inntreffer. Smart kontrakter åpner derfor opp for enorme muligheter innenfor bank, logistikkelskaper og forsikringsselskaper, hvor potensiale for å spare kostnader er stort (Meholm, 2018, s. 62).

## 2.1.7 The Blockchain Trilemma

I en blokkjede er det tre sentrale hovedelementer teknologien kan fokusere på (The blockchain trilemma). I dag sies det at en kun kan tilfredsstillende maksimalt to av disse tre elementene (Vitalik, 2021). De tre elementene er (CertiK, 2019):

- **“Scalable”**: En blokkjede har et maksimalt antall transaksjoner den kan prosessere i sekundet (TPS - Transactions per second). Et høyere antall TPS vil gjøre at det ikke blir like høyt trykk på nodene i nettverket. Når det er høyt trykk på nodene og kø på nettverket for transaksjonene, vil transaksjonskostnaden økes.
- **“Decentralized”**: En desentralisert blokkjede bruker ingen sentral server for å kjøre transaksjoner i blokkjeden. Det brukes et peer-to-peer nettverk for å fjerne den sentraliserte parten. Dette er kjernen og tanken bak slik en blokkjede skal operere for å skape kontroll for brukerne, og for å lage et mer gjennomsiktig system uten korrupsjon.
- **“Secure”**: Sikkerhet er ekstremt viktig i en blokkjede, og det er vist flere ganger at dersom en ser bort fra sikkerhetsmomentet, så er det stor risiko for vellykkede hackerangrep. Utviklerne til en ny blokkjede, CertiK, mener at sikkerhet burde være grunnmuren som de to andre elementene bygges på. Uten sterk sikkerhet som grunnmur er det umulig å skape en velfungerende blokkjede.

Hvis blokkjedeteknologien skal kunne brukes som et betalingssystem gjennom kryptovaluta, vil en løsning av dette trilemmaet være nødvendig. Ved en eventuell masseadopsjon må problemet knyttet til skalerbarhet løses dersom kryptovaluta skal kunne brukes til betaling over hele verden. Det er flere blokkjeder som jobber mot å løse trilemmaet, blant annet Ethereum med sin fremtidige oppgradering til Ethereum 2.0. En av grunnleggerne til Ethereum, Vitalik Buterin, mener de har klart å løse trilemmaet ved hjelp av “Sharding”. Sharding er en måte å dele opp blokkjeden i mange mindre blokkjeder på, slik at arbeidsmengden per node blir betydelig lavere (Buterin, 2021).

### 2.1.8 Sikkerhet i blokkjede

En av grunnene til at ikke alle blokkjeder tar overgangen til PoS er på grunn av sikkerhetselementet i PoW. Sikkerheten i en PoW konsensusmekanisme sies å være høyere enn i konsensusmekanismen PoS, og er grunnen til at mange (deriblant Bitcoin) velger PoW fremfor PoS (Schinckus, 2021). Bitcoin har ikke blitt hacket en eneste gang gjennom sine 13 år, og er et godt bevis på at PoW er en svært sikker konsensusmekanisme. Problemet med sikkerheten i PoS kommer i at svært rike personer kan stake mye for å få mer kontroll over blokkjeden. Er det for eksempel en gruppe mennesker som går sammen og staker mer enn 51 % av kryptovalutaen, så vil de få full kontroll over hele blokkjeden, og kan endre den til sin egen fordel. Det vil også bli enklere for hackere å ta kontroll ved å kun hake et lite antall noder i stedet for mange tusen (Quadri, 2022). Conway (2022) mener derimot at argumentene som går i mot sikkerheten til PoS snart er irrelevante gitt dagens høye priser. Det skyldes at verdien på mange av PoS-brukerne i dag er så høye at det vil kreve store summer for å kontroll over majoritetsandelen. For eksempel vil det med dagens kurser nesten kreve 20 milliarder dollar for å få kontroll på minimum 51% av Avalanche, som er en PoS-bruker. Desto større markedsandel PoS-brukere får, desto vanskeligere vil det også bli å hake nettverket (Conway (2022)).

### 2.1.9 Blokkjedeteknologi i revisorbransjen

Blokkjedeteknologi har til hensikt å skape tillit mellom de involverte partene og andre interessenter, noe som gjør teknologien godt egnet i revisjonsbransjen der tillit står sentralt (Revisorforeningen, 2022). Om revisoryrket vil bli revolusjonert gjenstår å se, men mye

ligger til rette for at det vil foregå store endringer i tiden fremover. Det er flere aspekter som vil spille inn, blant annet egenskaper som transparens, smart kontrakter og åpenhet. Hvis en virksomhet har en åpen blokkjede hvor alle transaksjoner virksomheten foretar seg er åpen for alle, så ville den fullstendige informasjonen rundt en transaksjon hele tiden være til stede. For eksempel hvordan produkt det er, hvem selger er og hvem kjøper er vil også kunne lagres og gjør at både utilsiktede og tilsiktede feil unngås. I stedet for at revisor bruker tid og ressurser på stikkprøver og tester blant enkelte transaksjoner, vil en ved hjelp av blokkjede slippe dette og i tillegg være sikker på at regnskapet er korrekt (Rana, 2020). Et annet eksempel tar for seg hvordan smart kontrakter kan være et svært godt hjelpemiddel. Tenk deg at selskap X bestiller en vare fra selskap Y, hvor betaling skal skje når en vare er levert og når kjøper har signert for leveringen. Denne informasjon kan lagres ved hjelp av blokkjede og smart kontrakter. Informasjonen ligger inne på transaksjonen og utføres først når hendelsen eventuelt inntreffer, slik at det heller ikke trengs noen form for manuell oppfølging på at det faktisk skjer (Meholm, 2018, s. 73).

På den andre siden er det naturlig å tenke at de fleste virksomheter ikke ønsker at hvem som helst skal ha tilgang til det virksomheten foretar seg, slik tilfellet er i en åpen og offentlig blokkjede. En lukket blokkjede vil da anses å være mer aktuell. Ved å benytte en privat blokkjede kan ledelsen velge å gi tilgang til nødvendige deltagere, som for eksempel skattemyndighetene, finansinstitusjoner eller andre viktige interessenter. På den måten får landets regulatorer tilgang til transaksjoner som gjennomføres, informasjonen rundt disse og fortløpende virksomhetens regnskaper. Det betyr mindre arbeid, lavere kostnader og tilgang til alt i «nåtid». Dette gjør at en slipper å gjøre et stykke arbeid i ettertid, som en vanligvis ville gjort (Tapscott & Tapscott, 2018, s. 73).

## 2.2 Kryptovaluta

Etter finanskrisen i 2008, hadde Satoshi Nakamoto (en person eller gruppe, ingen vet) en visjon om å skape et desentralisert betalingssystem. Denne visjonen endte med kryptovalutaen Bitcoin (BTC), som bruker blokkjedeteknologi som underliggende teknologi. (Guldahl, 2018). Bitcoin ble den første av mange kryptovalutaer. Det er i skrivende stund over 17 000 forskjellige kryptovalutaer ifølge oversikten til CoinMarketCap, men en stor del av dem har nesten ingen transaksjonsvolum. Den nest største kryptovalutaen (basert på

markedsverdien) heter Ether (ETH), men kalles ofte for Ethereum. Ether er kryptovalutaen som er bygd på Ethereum plattformen. Denne plattformen kan brukes til veldig mye mer enn Bitcoin, som kun er en kryptovaluta (Hayes, 2022a).

Det er ingen sentral server som kjører Bitcoin, men tusenvis av brukere verden rundt ved hjelp av et peer-to-peer nettverk. Et peer-to-peer nettverk består av noder (enheter) som deler informasjon og snakker sammen uten en sentral server. Enhver transaksjon som gjøres med krypto blir lagret som informasjon i en kjede med data. Det at kryptovaluta bruker blokkjedeteknologi og peer-to-peer nettverk styrker sikkerheten på nettverket. Klarer noen å hacke eller ødelegge noen av nodene i nettverket, så er det fremdeles tusenvis av andre noder som vil holde nettverket oppe (Narayana et al., 2016). Alle disse nodene har samme oppdaterte hovedbok lagret til enhver tid, og det er derfor nærmest umulig (har ikke blitt gjort enda) å hacke en kryptovaluta og gjøre endringer i blokkjeden. Hvis noen av nodene blir hacket og det gjøres endringer i blokkjeden, så vil alle de andre nodene si ifra at endringen ikke stemmer overens med hovedboken (Baggetta, 2021).

### 2.2.1 Kryptografi

Blokkjedeteknologi bruker kryptografi som en måte å kryptere data på. Det finnes flere måter å kryptere data på, men vi kommer til å ha fokus på kryptografisk hash. Det er denne som blir brukt i blokkjedeteknologien. En kryptografisk hash er en unik linje med tekst. Det brukes en hashing-algoritme for å gjøre data om til en unik linje med tekst. Når dette er gjort, kan ikke prosessen reverseres. Dette gjør kryptografisk hashing enda sikrere enn de andre krypteringsmetodene. De andre metodene kan dekrypteres med en nøkkel, og er derfor mer utsatt for hackere (Baggetta, 2021). Blokkjedeteknologi bruker vanligvis en hash algoritme som heter SHA256 (Secure Hash Algorithm) for å generere disse unike linjene med tekst. SHA256 generer en 256-bits linje med unik tekst som aldri endrer seg. Skriver du for eksempel inn "Hallo" i en SHA256 så vil du alltid få ut samme unike linje med tekst, som i dette tilfellet er:

"753692ec36adb4c794c973945eb2a99c1649703ea6f76bf259abb4fb838e013e" (Adware, 2020).

### 2.2.2 Central bank digital currencies (CBDCs)

CBDCs (digitale sentralbankpenger) er en digital token av landets offisielle valuta. Den er derfor utstedt og regulert av landets sentralbank (Seth, 2021a). Norge er et av landene som holder på å utvikle digitale sentralbankpenger (Norges Bank, 2021). Slike digitale sentralbankpenger vil henge sammen med landets valuta, og vil alltid ha lik verdi. På denne måten slipper en unna den enorme volatiliteten ved bruk av kryptovaluta (Bank of England, 2021). Digitale sentralbankpenger er bygd med blokkjedeteknologi og kryptografi. Dette gjør at det nærmest er umulig å forfalske eller trykke digitale tokens ulovlig. Det er også lettere å spore pengene pga kryptografien og alt som blir lagret i blokkjeden. Sporingen forhindrer ulovlig aktivitet og transaksjoner gjennom de digitale sentralbankpengene (Seth, 2021a).

## 2.3 Bitcoin

Bitcoin er den største og mest kjente kryptovalutaen vi har i dag. Det var andre former for kryptovaluta/electronic cash system før Bitcoin, men de slo ikke an. Digicash var en av disse, og grunnen til at de ikke ble populære var blant annet fordi de ikke hadde peer-to-peer transaksjoner. En annen grunn var at banker ikke ønsket å benytte seg av Digicash (Narayana et al., 2016). Bitcoin har peer-to-peer transaksjoner, men har møtt stor motstand på veien fra banker. Dette er fortsatt hovedsakelig tilfellet, men enkelte banker og land vurderer nå å akseptere Bitcoin som en form for betaling. El Salvador har allerede investert i Bitcoin, og gjort det påbudt for bedrifter å akseptere Bitcoin som et alternativt betalingsmiddel. Ekspertene tror derimot ikke at det er mange andre land og banker som kommer til å følge i El Salvador sine fotspor. En av grunnene er den enorme volatiliteten til Bitcoin. 81 forskjellige land har tatt en annen retning, og utvikler sine egne CBDCs (central bank digital currencies) for å oppgradere deres finanssystem med blokkjedeteknologi (Chatenay, 2021).

For å skape en kryptovaluta som kan generere verdi, så må det et system til som fører til knapphet i kryptovalutaen. En måte å få til dette på er gjennom et system som krever at ved mynting (minting) av penger må det løses et matematisk problem. Disse problemene blir vanskeligere å løse etter hvert som det blir færre tilgjengelige Bitcoin (Narayana et al., 2016). Bitcoin har en maksimal forsyning på 21 millioner Bitcoin som det er estimert at nås i år 2140 (Hayes, 2022b). Det er per tid i underkant av 19 millioner Bitcoin i sirkulasjon. På

grunn av restriksjonen om et maks antall Bitcoin og nedadgående belønning for å løse de matematiske problemene, så skapes det en verdi for dem som holder Bitcoin.

## 2.4 Ethereum

Ethereum er en desentralisert plattform som bruker et peer-to-peer nettverk slik som Bitcoin og de fleste andre kryptovalutaer. Det bør nevnes at det er umulig å være fullstendig desentralisert, men den har flere desentraliserte aspekter ved seg enn sentraliserte. Ethereum bruker foreløpig PoW, men har annonsert at de jobber med å integrere PoS i neste versjon av Ethereum (Ethereum 2.0). Et skifte til Ethereum 2.0 og konsensusmekanismen PoS kan føre til at Ethereum blir enda mer desentralisert. Overgangen til Ethereum 2.0 vil være en gradvis overgang fra Ethereum 1.0 (Vermaak, 2021).

### 2.4.1 Ethereum 2.0

Visjonen bak Ethereum 2.0 er at den skal bli enda mer skalerbar, sikker og bærekraftig. Målet er å kunne behandle tusenvis av transaksjoner i sekundet for å forbedre skalerbarheten. I dag bruker Ethereum mye energi knyttet til validering av transaksjoner, og en overgang til PoS kan være et steg i riktig retning mot en grønnere blokkjede. En overgang til PoS kan gjøre Ethereum mer sårbar mot sikkerhetsbrudd, og hele Ethereum sin sikkerhetsmodell må derfor endres (Ethereum, 2022d).

Det årlige energiforbruket til Ethereum-nettverket er estimert til å være 105,38 TWh, og forbruket per transaksjon er estimert til å være 258,57 KWh (digiconomist, 2022b). Dette er enorme mengder med energi, og en av drivkreftene bak overgangen til Ethereum 2.0.

Sammenligner en energiforbruket til Ethereum med kryptovalutaen Cardano som bruker PoS, så ser en allerede her et stort potensiale. Det årlige energiforbruket til Cardano nettverket er estimert til å være 6 GWh, og forbruket per transaksjon er estimert til å være 0,5479 KWh.

Basert på disse tallene er energiforbruk til Cardano (PoS) i forhold til Ethereum (PoW) 99,79% lavere per transaksjon ( $1 - (0,5479 / 258,57) = 0,9979 = \mathbf{99,79\%}$ ).

Dette enkle regnestykket støttes også av estimer gjort av personer i Ethereum samfunnet.

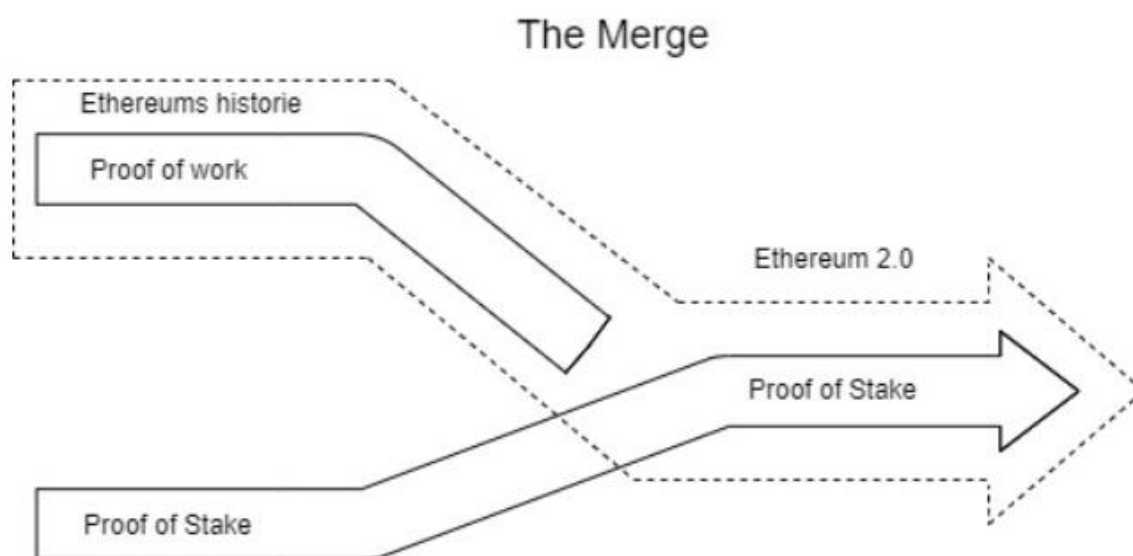
De har estimert en reduksjon av energiforbruket på 99,95 % per transaksjon (Adan, 2021).

Det er viktig å presisere at dette kun er estimer, og det eksakte energiforbruket per transaksjon er umulig å beregne før overgangen til PoS faktisk er fullført.

### 2.4.1.1 Ethereums overgang til PoS

Ethereums overgang til 2.0 består av tre oppgraderinger av nettverket. “The Beacon Chain” er det første steget og ble implementert 1. Desember 2021, men ikke på hovednettverket. Den vil introdusere PoS for Ethereum, og danner grunnlaget for de videre elementene og visjonene til Ethereum. Før “The Beacon Chain” blir en del av hovednettverket, vil det bare operere som et parallelt nettverk til hovednettverket (Ethereum, 2022f).

“The Merge” er den andre oppgraderingen, og vil slå sammen Ethereums hovednettverk med den “The Beacon Chain”. Figur 4 viser tydelig hvordan “The Merge” vil skje. Dette vil markere slutten på PoW og overgangen til PoS. Det er estimert at “The Merge” vil skje i løpet av Juni 2022, og vil legge grunnlaget for et mer bærekraftig og miljøvennlig Ethereum (Ethereum, 2022g).



Figur 2. The Merge.

“Shard chains” er den siste oppgraderingen til Ethereum 2.0, og det er estimert en implementasjon i løpet av 2023. Denne oppgraderingen vil øke skalerbarheten og kapasiteten til Ethereum betraktelig, men vil fremdeles opprettholde det desentraliserte elementet i Ethereum. Med hjelp av sharding vil Ethereums nettverk bli mindre belastet og antall transaksjoner per sekund vil øke. Dette bidrar også til bedre sikkerhet og lavere transaksjonskostnader. “Sharding” er en måte å splitte opp blokkjeden på for å fordele arbeidsmengden på flere noder. På grunn av den reduserte arbeidsmengden, trengs ikke dyre og kraftige datamaskiner for å kjøre programvaren for validering. Målet er å gjøre det så

enkelt og tilgjengelig at programvaren kan kjøres på helt vanlige telefoner og laptop. (Ethereum, 2022h).

## 2.5 Bærekraft

Bærekraft har de siste tiårene utviklet seg til å bli en viktig del av virksomheters og menneskers liv (Solberg & Valseth, 2016). Alle valg som gjøres i dag får konsekvenser for fremtidige generasjoner, noe som medfølger et stort ansvar rundt valgene som tas. I dag blir ofte bærekraft og CSR forbundet med hverandre, noe som ikke er så rart ettersom de utfyller hverandre på mange måter, men det er likevel ikke helt riktig. Verdenskommisjonen for miljø og utvikling (Brundtland-kommisjonen, 1987, s. 16) definerer bærekraft slik: «*En utvikling som imøtekommer dagens behov uten å ødelegge mulighetene for at kommende generasjoner skal få dekket sine behov*». Definisjonen synliggjør sårbarheten med at vi kun har en klode og en begrenset mengde ressurser. Bærekraft og dens utvikling kan således deles inn i tre grunnpillarer, klima og miljø, økonomi og sosiale forhold. Det er først når alle disse ses i sammenheng at en kan anse noe som bærekraftig (FN, 2021).

CSR, ofte omtalt som bedrifters samfunnsansvar har de siste tiårene sammen med bærekraft fått en viktigere posisjon i virksomheters strategier og forretningsutvikling.

Europakommisjonen (2002, s. 5) definerte blant annet CSR slik i 2002: «*Et konsept der selskaper integrerer sosiale og miljømessige hensyn i sin forretningsdrift og i deres samhandling med sine interessenter på frivillig basis*», men denne ble i 2011 av samme kommisjon fornyet til følgende definisjon: «*bedrifters ansvar for deres innvirkning på samfunnet*» (Europakommisjonen, 2011, s.6). Videre kan også forklaringen av CSR gjort av Archie B. Carroll trekkes frem. Denne går helt tilbake til 1991, men kan anses som like aktuell i dag. Carroll (1991) forklarer at CSR omfatter økonomiske, juridiske, etiske og filantropiske forventninger som samfunnet har til organisasjoner på et bestemt tidspunkt. Disse fire momentene blir ofte kalt CSR-pyramiden.

Det økonomiske aspektet er selve grunnmuren som de andre momentene bygger på, som går ut på at en virksomhet ikke ville overlevd over tid uten profitt. Videre kommer det juridiske, hvor det er en forventning om at virksomheter følger lover og regler som gjelder for den enkelte virksomhet. I det neste og tredje trinnet finner vi det etiske aspektet, her kommer en



inn på at virksomheter skal opptre rettferdig, også det som faller utenfor nedfestede lover og regler. Til slutt og på toppen av pyramiden finner vi det filantropiske aspektet, som går på at samfunnet har en forventning om at virksomheter skal kunne bidra med noe tilbake og at valg som tas skal komme samfunnet til gode. Denne pyramiden handler om å se helheten knyttet til CSR, hvor det som før handlet om å tjene mest mulig penger, fokuserer nå i større grad på samfunnets og interessenters forventninger utover det økonomiske og juridiske aspektet. Vi kan derfor si at begrepet CSR blir viktigere desto lengre opp i pyramiden en befinner seg, ettersom de to siste aspektene faktisk tar for seg i hvilken grad virksomheter utøver et samfunnsansvar. Denne tankegangen støttes også opp av Baumgartner (2014).

I dag handler bærekraft og CSR mye om å bli implementert inn i virksomheters strategier og forretningsutvikling (Solberg & Valseth, 2016, s. 234). Selv om dette ofte påvirker selskapets likviditet og overskudd negativt på kort sikt, kan det på mange måter ses på som en investering frem i tid som vil bidra til at virksomheter kan fortsette sin drift i fremtiden. På den måten er bærekraft med på å styre dagens konkurranse mellom virksomheter (Baumgartner, 2014). Samtidig har FN lansert 17 bærekraftsmål som gjelder globalt for alle land og virksomheter. Målene har som formål å gjøre verden til et bedre sted innen 2030 (FN, 2021). For virksomheter vil det å synliggjøre sine bidrag og strategier for å nå enkelte av bærekraftsmålene bidra til å vise omverdenen at også de tar utfordringene verden står overfor på alvor.

### 2.5.1 Klima og miljø dimensjonen

Ifølge FNs nye klimarapport (2021) står verden overfor en klimakrise, rapporten er første del av tre deler, hvor del 2 ble utgitt i februar 2022 og del 3 i april 2022. I hovedsak er krisen en følge av det vi mennesker har skapt i form av klimagassutslipp, som for eksempel brenning av olje og kull. Utslippet av klimagasser er ikke bare i seg selv skadelig, men fører også til en global oppvarming og endringer i klimaet. Eksempler på dette er at lufta og havet blir varmere, det blir mer ekstremvær og naturmangfoldet blir stadig mer truet (FN, 2021). I tillegg er det de fattigste landene som blir hardest rammet. Disse landene har ofte dårlig infrastruktur, samtidig som de ikke har midlene som kreves til å forebygge eller reparere skader som skyldes ekstremvær eller naturkatastrofer. Klimagassutslippene må reduseres og vi må lære å tilpasse oss endringene som allerede har skjedd, men også de som vil inntreffe i

fremtiden. Klimakrisen er på mange måter resultatet av alle utfordringene vi nå står overfor som skyldes klimaendringer (FN, 2021).

Selv om det i dag er lansert flere titalls ulike tiltak og anbefalinger, og et økende antall virksomheter som kommer med ulike bærekraftsmål og lovnader gjennom sine klimarapporter, er det ingenting som garanterer for at disse blir fulgt. En klimarapport trenger for eksempel ikke å bli godkjent av noen eller bli verifisert av noen andre enn selskapet selv. Dette er et utbredt problem blant virksomheter både i Norge og ellers i verden og går under navnet “greenwashing”. Greenwashing gir et feilaktig eller uriktig bilde på hvor miljøvennlig en virksomhet eller virksomhetens produkter faktisk er (Kenton, 2022). For eksempel kan en virksomhet si at produktene deres stammer fra resirkulering, men i realiteten er det kun en liten del av produktet som er resirkulert. I tillegg setter virksomheter stadig nyere og ambisiøse mål om å nå ulike klimamål, uten at dette nødvendigvis blir fulgt opp eller innfridd (Kenton, 2022).

### 2.5.2 Den sosiale dimensjonen

De sosiale forholdene i bærekraft handler om hvorvidt menneskene i et samfunn har rettigheter, grunnlag for å skape et godt liv og muligheten til å kunne påvirke livet selv i riktig retning. Måten en kan påvirke de sosiale forholdene i et samfunn er gjennom å redusere ulikheter, redusere fattigdom, styrke utdanning, styrke likestilling og øke tilgangen på et godt helsetilbud til befolkningen. Et viktig utgangspunkt for å sikre et rettferdig liv synliggjøres gjennom menneskerettighetene. Det handler i stor grad om at alle mennesker har rett på utdanning, likestilling, mangfold og helsetilbud (FN, 2021).

### 2.5.3 Den økonomiske dimensjonen

Den økonomiske dimensjonen i bærekraft henger tett sammen med den sosiale dimensjonen, hvor de påvirker hverandre. I denne dimensjonen handler det om å kunne sikre økonomisk trygghet for samfunnet og individene. Dette er også for å hindre konflikter og politiske opprør, som kan vokse frem i samfunn med fattigdom og økende ulikheter. Det handler ikke kun om økonomisk trygghet i nær fremtid, men også måten vi bruker ressursene vår på for å skape en bærekraftig utvikling for fremtidens generasjoner. Den økonomiske dimensjonen er svært viktig som en grunnmur for å kunne styrke den bærekraftige utviklingen i de andre

dimensjonene. Fattige land har ikke ressurser til å kunne heve de andre dimensjonene, og blir nødt til å støtte seg på hjelp fra andre land for å styrke den bærekraftige utviklingen (FN-sambandet & Rudi, 2021).

### 3.0 Tidligere forskning

Utover et stadig økende problem i form av energiforbruk og klimautslipp er det viktig å forstå hva som forårsaker hvilken retning disse variablene beveger seg i. De Vries (2021) hevder gjennom sin artikkel at Bitcoins negative konsekvenser knyttet til energiforbruk og klimautslipp styres av prisen. Når prisen til Bitcoin øker, øker også de negative konsekvensene knyttet til energiforbruk og klimautslipp. Videre hevder han at energiforbruket til Bitcoin i starten av 2021 brukte like mye energi som alle datasentre globalt. I tillegg kan størrelsen på klimaavtrykket til Bitcoin sammenlignes med Londons klimaavtrykk (de Vries, 2021). En annen artikkel hevder at volum er en faktor som påvirker energiforbruket i negativ grad, hvor økt volum øker energiforbruket (Huynh et al., 2021).

I dag er det også splittelser når det kommer til hvor energien som benyttes til mining stammer fra. Bendiksen & Gibbons (2019) hevder blant annet at hele 73 % av Bitcoins miningprosess stammer fra fornybare energikilder. Samtidig hevdes det at størsteparten av den fornybare energien knytter seg til vannkraft, og da særlig i Kina. På den andre siden hevder Blandin et al., (2021) at kun 39 % stammer fra fornybare energikilder. Denne undersøkelsen gjelder generelt for alle kryptovalutaer som benytter PoW som konsensusmekanisme. Videre har de estimert at 76 % av miningsentrene benytter fornybare energikilder, men at det kun er 39 % av det totale strømforbruket som faktisk kan knyttes til fornybare energikilder.

En nylig publisert artikkel skrevet av de Vries et al., (2022) mener andelen av fornybare energikilder knyttet til mining er redusert som følge av Kinas mining-forbud. De hevder blant annet at andelen fornybar energi som benyttes til mining av Bitcoin har blitt redusert fra et gjennomsnitt på 41,6 % i 2020 til 25,1 % i august 2021. Det hevdes videre at en mulig årsak til dette skyldes Kinas mining-forbud, hvor en ikke lenger har samme tilgang til vannkraft som en hadde i Kina. Dette skyldes at vannkraft ble brukt når det var et såkalt fuktig klima, noe som støttes av Blandin et al., (2020) og resultatet fra testen vår under 6.1.3.1. Resultatet av Kinas mining-forbud førte til en umiddelbar reduksjon på 45 % i hashraten til Bitcoin i

løpet av juli. Siden den gang har miningen blitt flyttet til andre land, særlig til USA og Kasakhstan, og nivåene er i dag høyere enn noen gang. Som følge av dette er andelen av naturgass nærmest doblet fra et nivå på 15 % til 30,8 %, samtidig har også kullproduksjonen økt ettersom store deler av Kasakhstans energiforbruk stammer fra steinkull som sies å ha det høyeste innholdet av karbon av alle kulltyper (de Vries et al., 2022).

### 3.1 Bærekraft i krypto og blokkjeder

I en rapport fra Institute for Global Environmental Strategies (IGES), fant Rocamora & Amellina (2018) ut at en kan bruke blokkjedeteknologi til ca to tredjedeler av FNs 17 bærekraftsmål. Teknologien passer spesielt godt til målene 8,9,10 og 16 som handler om økonomisk vekst, innovasjon og infrastruktur, mindre ulikhet og fred, rettferdighet og velfungerende institusjoner. På den andre siden kan de negative konsekvensene trekkes særlig inn under målene 7 og 13 som tar for seg ren energi og klimautfordringer.

Blokkjedeteknologi desentraliserer prosesser, forbedrer og effektiviserer databehandling og legger til rette for peer-to-peer modeller og innovasjon. På denne måten kan teknologien bidra til økonomisk vekst, transparens og ansvarlighet (Jayawardhana & Colombage, 2019).

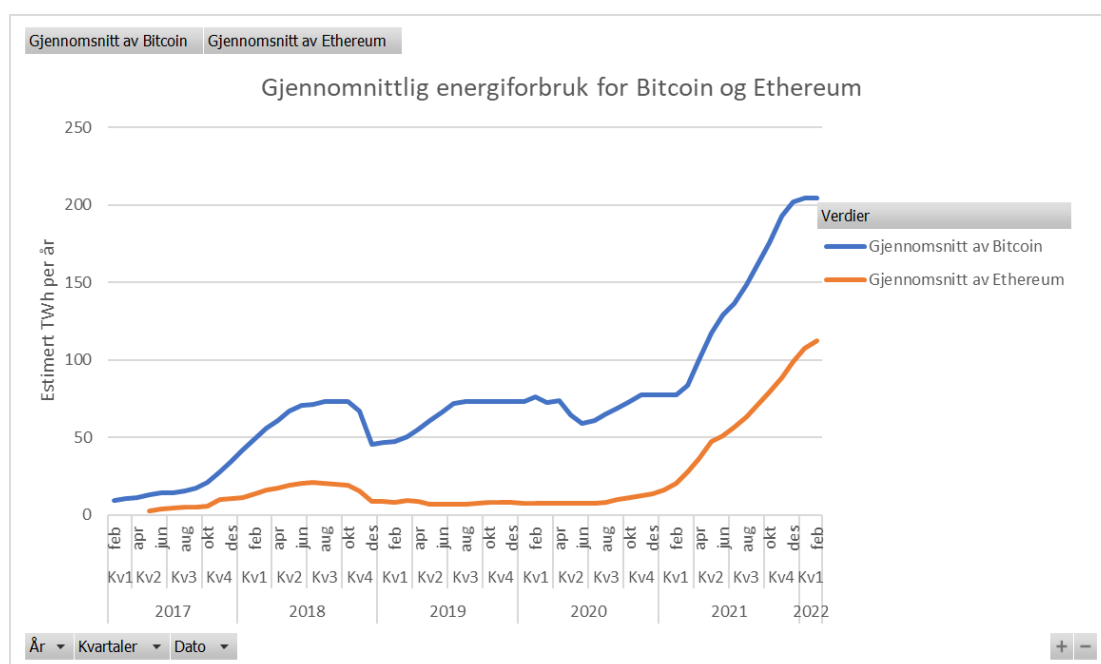
Ezzi, Jarboui, Mouakhar (2022) utførte en undersøkelse hvor de testet sammenhengen mellom blokkjedeteknologi og åtte forskjellige bærekrafts dimensjoner. De åtte dimensjonene er; human rights, employment quality, community, diversity, customer practices, health & safety, environment og training & develop. Undersøkelsen viste at implementasjon av blokkjedeteknologi i modningsstadiet til bedrifter hadde en positiv innvirkning på bedriftenes ytelse innen bærekraft. På bakgrunn av undersøkelsen konkluderte Ezzi, Jarboui og Mouakhar at implementasjon av blokkjedeteknologi løser sosiale problemer og øker tilfredsheten til ansatte og kunder.

#### 3.1.1 Bærekraftige utfordringer

I dag står verden overfor store utfordringer når det kommer til bærekraft, på samme måte knyttes det også utfordringer til kryptovaluta og blokkjedeteknologien (Mohsin, 2021). For å eventuelt kunne finne en løsning på disse utfordringene må en også forstå hva utfordringene innebærer og hva som forårsaker og påvirker utfordringene.

### 3.1.1.1 Klimautfordringer

Det er ikke til å komme utenom energiforbruket som kreves for å utvinne kryptovaluta som benytter PoW, og da særlig knyttet til utvinning av Bitcoin. Utstyret som benyttes forbraker enorme mengder med strøm, som i hovedsak stammer fra ikke-fornybare energikilder (Blandin et al., 2020). Blandin et al., (2020) hevder videre at 76 % av datakraften bruker fornybare energikilder, men av det totale energiforbruket utgjør fornybare energikilder kun 36 %. Bitcoins årlige energiforbruk er i dag på hele 204,50 TWh, mens det til sammenligning var på 44,02 TWh i starten av 2018, som viser den enorme økningen de siste årene. For å sette det i perspektiv tilsvarer et årlig forbruk på 204,5 TWh mer enn det årlige strømforbruket til for eksempel land som Polen og Thailand (digiconomist, 2022a). Ethereum på sin side har et årlig forbruk på 112,63 TWh og figur 3 viser gjennomsnittlig energiforbruk for Bitcoin og Ethereum fra 2017 til og med februar 2022.



Figur 3. "Gjennomsnittlig energiforbruk for Bitcoin og Ethereum"

I tillegg til det enorme energiforbruket følger det også med enorme CO<sub>2</sub>-utslipp knyttet til PoW-brukere. Bitcoin alene har et CO<sub>2</sub>-utslipp på 1 218 kg per transaksjon, mens Ethereum har CO<sub>2</sub>-utslipp tilsvarende 259 kg per transaksjon (digiconomist, 2022a). For å sammenligne dette vil en person som flyr fra Oslo til Paris med et SAS-fly ha et estimert utslipp på 125 kg CO<sub>2</sub> (SAS, 2022).

Schinckus (2020) skriver i en artikkel at PoW-baserte kryptovalutaer ikke er bærekraftige på grunn av energisløsingen, og henviser til flere forskningsartikler som har konkludert med det samme. En av forskningsartiklene som henvises til er Mora et al., (2018). Artikkelen advarer om de negative virkningen ved bruken av kryptovaluta, og forklarer videre at den globale temperaturen kan øke til 2 grader celsius allerede i år 2034 kun med tanke på Bitcoin. Flere artikler har derimot kritisert Mora et al., (2018) sine funn på bakgrunn av blant annet utregningsmåten. Houy (2019) har estimert at Mora et al. (2018) sine funn er overestimert med en faktor på 4,5. To forskjellige forskningsartikler Dittmar og Praktiknjo (2019), og Masanet et al., (2019) har kritisert Mora et al., (2018) fordi de mener at energiforbruket må beregnes på bakgrunn av hashrate og ikke antall transaksjoner. Selv om mange forskningsartikler kritiserer metoden til Mora et al., (2018), så er alle enige om det økende problemet knyttet til Bitcoin's energiforbruk.

Schinckus (2021) skriver at Bitcoin-samfunnet sier lite om energisløsingen til PoW, og enda mindre om det voksende problemet med elektronisk avfall. Bitcoin-samfunnet mener også at måten en kan løse disse problemene på er ved bruk av mer fornybar energi. Fornybar energi vil derimot ikke løse problemet med elektronisk avfall, fordi det elektroniske avfallet ikke har noe med type energi å gjøre. Det kan også være de prioriterer sikkerheten i nettverket høyere enn det elektroniske avfallet det medfører. Videre skriver Schinckus (2021) at det ikke er nok kapasitet til å drive blokkjedenettverket til Bitcoin kun basert på fornybar energi.

Avslutningsvis konkluderer artikkelen med at i stedet for å se på type energi som burde benyttes, så burde videre forskning se på alternativer til konsensusmekanismen PoW. Han mener det finnes mulige løsninger, men at de fremdeles er for dårlige på sikkerhet og transparens. Dette støttes også opp av en artikkel skrevet av de Vries (2019), som mener at klimautfordringene er mye større enn bare energiforbruket og at fornybare energikilder ikke vil være nok til å løse problemene som er knyttet til PoW. I hovedsak dreier det seg om det elektroniske avfallet, som ikke vil bli redusert selv om fornybare energikilder blir benyttet. De Vries (2019) argumenterer for at en løsning på problemet vil være å endre konsensusmekanisme, og trekker frem PoS som en mulig løsning.

Også Vranken (2017) har undersøkt alternativer til PoW på bakgrunn av bærekraft, og trekker på lik linje med de Vries (2019) frem PoS som en mulig kandidat. Vranken (2017) mener videre at PoS kan være mer klimavennlig, men at det fremdeles mangler et sterkt

sikkerhetselement. Han presenterer også private blokkjeder som en mulig sentralisert løsning. Her vil igjen sikkerhetselementet være svært svekket ettersom en kan hacke en server eller et veldig lite antall noder for å få tilgang til blokkjeden.

Parmentola et al., (2021) understreker hvordan blokkjedeteknologien og konsensusmekanismen PoW både kan bli sett på som en trussel mot klimaet, men også som en fremtidig mulighet. Det er da rettet mot FNs bærekraftsmål nr. 13, hvor det i dag uttrykkes en bekymring for de økte CO<sub>2</sub>-utslippene knyttet til mining. På den andre siden mener de at blokkjedeteknologien kan ha en positiv innvirkning når det kommer til bærekraftsmål nr. 13 i form av klimatiltak. Det begrunnes med at blokkjedeteknologien kan brukes til å kartlegge karbonutslipp og kunne skape et insentivsystem hvor land og virksomheter med nullutslipp blir belønnet. En annen artikkel skrevet av Franke et al., (2020) er enig i at blokkjedeteknologien kan være en mulighet for å redusere klimautslipp fremover. Artikkelen støtter Parmentola et al., (2021) sin formening om at blokkjedeteknologien kan benyttes til å kartlegge karbonutslipp og gi en mer oversiktlig beskrivelse av hvor det vil være mest nødvendig med tiltak. Felles for begge disse artiklene er at begge kommer med forslag på hva som kan gjøres for å redusere klimautslipp, men ikke nødvendigvis hvordan.

### 3.1.1.2 Kryptovaluta og kriminalitet

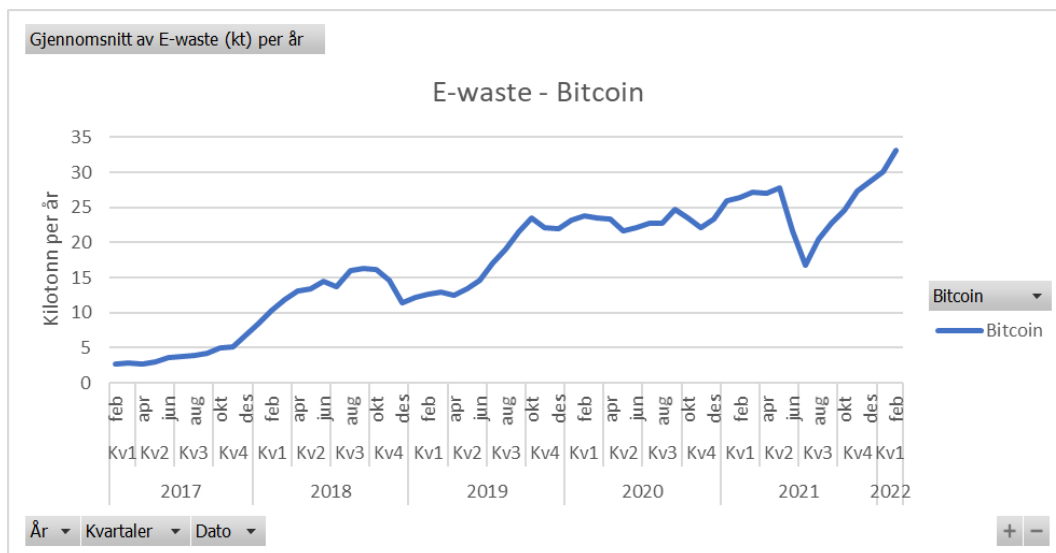
Informasjonen rundt kryptovaluta-transaksjoner er stort sett åpen for alle, noe som innebærer blant annet adresser, innestående beløp og informasjon rundt transaksjonene. Hvem som står bak disse adressene er det derimot større usikkerhet rundt. Identifiseringsprosessen er ofte krevende og det krever høy kompetanse for å identifisere hvem som står bak de ulike adressene. Særlig omfattende blir det når transaksjoner skjer på tvers av landegrensener som følge av sterk desentralisering og dermed ingen involvering av en tredjepart. Med tanke på personvern kan dette anses som positivt, men for myndighetene er dette å anse som en sårbarhet (Iversen, 2020). Anonymiteten og den vanskelige sporbarheten rundt kryptovaluta kan derfor være appellerende til kriminelle når det kommer til å skjule kriminelle handlinger (Iversen, 2020). Det er likevel viktig å poengtere at selv om kryptovaluta på mange måter kan appellere til kriminell virksomhet, benyttes det av majoriteten til investeringer og andre ikke-kriminelle tjenester.

Butler (2019) har sammenlignet bruken av kontanter og kryptovaluta i kriminelle handlinger. Artikkelen viser til at andelen kryptovaluta som blir brukt til kriminelle handlinger er liten når en sammenligner det med kontanter. Selv om kryptovaluta er vanskelig å spore, så er det mye vanskeligere å spore kontanter. Videre viser Butler til en artikkel fra “The American Institute for Economic Research” (Luther, 2017) som har estimert at mer enn en tredjedel av den amerikanske dollar i sirkulasjon brukes av kriminelle og skatteunndragere. Butler konkludere med at så lenge det finnes kontanter så vil kriminelle foretrekke dette foran kryptovaluta (Butler, 2019).

### 3.1.1.3 E-waste

Et mindre kjent problem når det kommer til utfordringene PoW står overfor er avfallet fra utstyret og maskinvarene som brukes til å utvinne kryptovaluta. Elektronisk avfall, ofte kjent som E-waste internasjonalt, blir et stadig større problem på grunn av giftige kjemikalier som spres rundt til luft og vann (Ankit et al., 2021). Et høyt forbruk resulterer også i begrenset levetid på utstyret som blir brukt. De Vries & Stoll (2021) estimerte at utstyret som brukes til mining av Bitcoin har en gjennomsnittlig levetid på under 1,29 år og at Bitcoin alene har et årlig elektronisk avfall på 30,7 tonn. Det årlige avfallet kan sammenlignes med avfall knyttet til mindre IT- og telekommunikasjonsutstyr som produseres i hele Nederland. Utstyret regnes som elektronisk avfall i det det ikke lenger kan opprettholde lønnsomheten. Det skyldes at utstyret og maskinene er svært komplekse og kan i liten grad gjenbrukes til andre oppgaver enn til det formålet å utvinne kryptovaluta (de Vries & Stoll, 2021). I tillegg mener de at det elektroniske avfallet har fått altfor liten oppmerksomhet sammenlignet med Bitcoins energiforbruk og CO<sub>2</sub>-utslipp. De mener blant annet at selv om PoW-brukere kun hadde benyttet fornybare energikilder ville det likevel ikke vært bærekraftig, så lenge ikke det elektroniske avfallet reduseres betraktelig. Avslutningsvis konkluderer de Vries & Stoll (2021) med at konsensusmekanismen PoS kan være en løsning på problemet rundt elektronisk avfall. Denne antagelsen støttes opp av Schinckus (2021) og de Vries (2019). Under ser vi utviklingen av E-waste knyttet til utvinning av Bitcoin de siste årene.

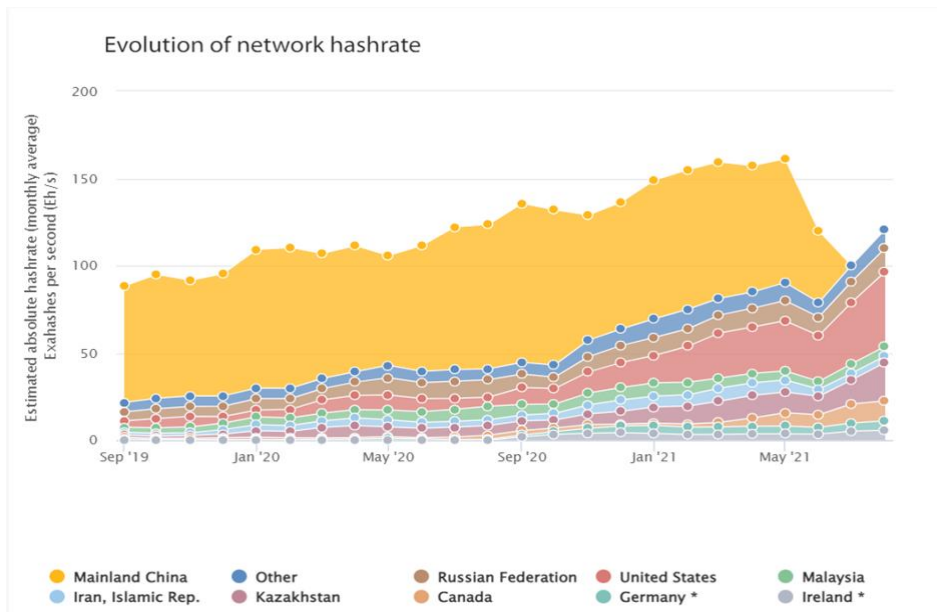




Figur 4. "Utvikling av elektronisk avfall - Bitcoin"

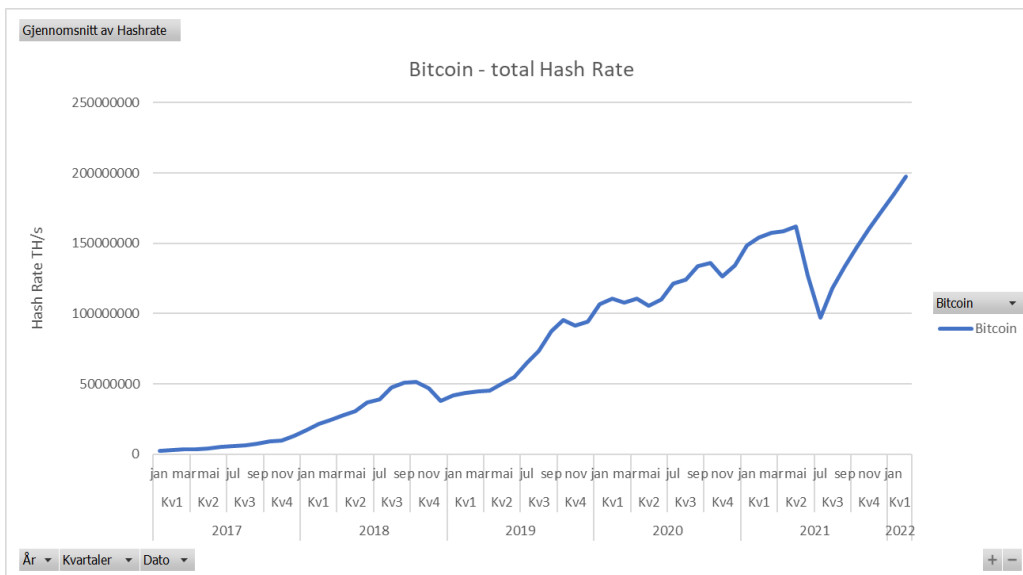
#### 3.1.1.4 HashRate

Hashrate kan enkelt forklares som bruk av datakraft eller hastigheten på mining-arbeidet. Dette gjelder for mining og behandling av transaksjoner som benytter PoW, som for eksempel Bitcoin og Ethereum (p.t). En høy hashrate indikerer store mengder datakraft og kan med det trekke tråder til energiforbruket og elektronisk avfall knyttet til det å mine kryptovaluta. Som følge av store mengder med datakraft vil det også gjøre det vanskeligere for potensielle hackere å forstyrre eller manipulere nettverket. Hashraten styrker derfor sikkerheten til blokkjedenettverket desto høyere hashraten er. På mange måter kan det derfor gi et ambivalent forhold med tanke på at en høy hashrate både er med på å øke energiforbruket, men også sikkerheten (Hertig & Leech, 2021). Frem til midten av 2021 dominerte Kina mining av Bitcoin, men etter at mining av Bitcoin ble ulovlig i Kina overtok USA som den største mining-aktøren (digiconomist, 2022a). Hvor det geografisk sett mines Bitcoin avhenger i stor grad av hvor strømmen er billigst, og der tilgangen på datakraft er størst (Meholm, 2018, s. 180). Etter Kinas forbud mot mining er utvinningen flyttet til andre land, og i stor grad til USA og Kazakhstan, hvor det er grunn til å anta at strømforbruket i hovedsak stammer fra fossile kilder (de Vries et al., 2022). Det skyldes blant annet at store deler av strømmen som produseres i Kasakhstan stammer fra steinkull, som har det høyeste innholdet av karbon av alle kulltyper (de Vries et al., 2022). Figur 5 viser en oversikt over hvor mining av Bitcoin foregår, hvor også Kinas mining-forbud kommer tydelig frem.



Figur 5: Oversikt over andelen hashrate - land (BTC) (Hentet 18.02.2022) (University of Cambridge, 2022).

Videre kan vi se utviklingen til hashrate for Bitcoin i figur 6. Figuren viser til tross for Kinas mining-ban at hashraten allerede kort tid etter forbudet er på et høyere nivå enn før forbudet inntraff.



Figur 6. "Utvikling i hashrate - Bitcoin"

### 3.1.1.5 Ethereums utfordringer

En av Ethereums store utfordringer som ikke vil bli løst ved en overgang til PoS, er gas fees. Edwards (2022) forklarer at en stor misforståelse i kryptomiljøet er at gas fees vil bli redusert ved en overgang til PoS, men dette stemmer ikke. Det vil fremdeles være like høyt trykk på nettverket ved høy etterspørsel. Selv om Ethereums energiforbruk vil reduseres stort, så vil ikke dette ha en effekt på gas fees. En overgang til PoS kan heller ha motsatt effekt hvis overgangen fører til økt bruk av Ethereum-nettverket. En overgang til PoS kan fjerne barrierer som gjør at organisasjoner og land tar i bruk kryptovaluta og blokkjedeteknologi. Dette kan føre til en større adopsjon av kryptovaluta og blokkjedeteknologi, som videre fører til enda større trafikk på Ethereums nettverk. På grunn av dette kan gas fees bli enda høyere enn det de er i dag (Edwards, 2022).

På den andre siden kan ethereums oppgradering Shard chains gjøre problemet med gas fees mindre ved å øke kapasiteten på nettverket betraktelig. Oppgraderingen av nettverket vil ikke fikse problemet, men en av de mulige løsningene på problemet er å ta i bruk Layer 2 applikasjoner som er bygd på toppen av Ethereums nettverk (Edwards, 2022). I en undersøkelse utført av Sgunaci, et.al (2021), vises det til Layer 2 som en mulig løsning på skaleringsproblemet. Videre konkluderer undersøkelsen med at Ethereum 2.0 og Layer 2 kan brukes sammen for å få enda bedre skalering, og derfor også mindre gas fees.

### 3.1.2 Bærekraftige muligheter

Blokkjedeteknologien representerer et stort potensiale når det kommer til bærekraftige muligheter. I stor grad handler det om å utnytte teknologien der det kan påvirke og hjelpe verden i størst mulig grad. Blant annet mener FN at blokkjedeteknologien kan spille en viktig rolle i kampen for en bærekraftig utvikling (United Nations, 2021).

#### 3.1.2.1 Blokkjedeteknologi i kampen mot sult

FN har et bærekraftsmål (bærekraftsmål nr. 2) om å utrydde sult i verden, og mener at blokkjedeteknologi kan være veien å gå for å nå dette målet (United Nations, 2021). World food programme (WFP) er en organisasjon som praktiserer og jobber for å utrydde sult i verden og støtter FNs tankegang når det kommer til blokkjedeteknologiens potensiale. Den siste perioden har WFP tatt i bruk blokkjedeteknologien for å sikre at humanitær

kontantstøtte tildeles de som trenger det mest. Prosjektet har fått navnet «building blocks» og startet som et pilotprosjekt i Pakistan, januar 2017 for 100 personer. I dag blir det imidlertid benyttet til å hjelpe over en million mennesker. Building blocks gir rom for å samarbeide, handle og dele informasjon på en sikker måte. I tillegg gjør prosjektet det mulig å motta ulike typer bistand fra flere humanitære organisasjoner samtidig. Det kan for eksempel være hjelp til å motta essensiell støtte som kontanter, mat, helse og utdanning. Kompleksiteten rundt å motta støtte fra flere hjelpeorganisasjoner forsvinner når denne nå kan mottas samtidig, som igjen bidrar til å kunne hjelpe enda flere på en effektiv og oversiktlig måte. Det benyttes anonyme identiteter, slik at sensitiv informasjon som navn, fødselsdato eller lignende ikke blir lagret i blokkjedene. På den måten blir personvern og sikkerhet ivaretatt på en best mulig måte (World food programme, 2021).

### 3.1.2.2 Blokkjedeteknologi som et virkemiddel mot korrupsjon

Det at blokkjedeteknologi er et svært sikkert virkemiddel mot hacking og svindel gjør også at en kan se på muligheten til å bruke det som et virkemiddel mot korrupsjon (Aarvik, 2020). Korrupsjon fører til manglende tillit for alle involverte, og dessverre foregår korrupsjon også der tilliten bør være stor. Et eksempel på dette er jordskjelvet som fant sted på Haiti i 2010. På grunn av de massive ødeleggelsene ble det til sammen donert 500 millioner US dollar til den kjente hjelpeorganisasjonen Røde Kors. I ettertid viste det seg at flere av midlene ble brukt til helt andre formål, og deler av midlene var forsvunnet helt (Tapscott & Tapscott, 2018, s. 20). Ved hjelp av blokkjede-teknologien kunne dette vært unngått (Aarvik, 2020). Det skyldes at kryptografi gjør det så å si umulig å reversere eller endre en transaksjon, heller ikke for korruperte personer eller institusjoner. I tillegg er blokkjede en åpen kjede, som gjør at en til enhver tid vil kunne ha oversikt over hvor midler sendes og hvem som mottar midlene. blokkjedeteknologi kan dermed sies å styrke tilliten og integriteten i kampen mot korrupsjon. Etersom korrupsjon utgjør et tillitsbrudd, blir teknologi som styrker ens tillit ettertraktet løsning (Aarvik, 2020). Med blokkjedeteknologi vil en betaling gå direkte til mottaker uten et mellomledd, slik at en eventuell tredjepart ikke får muligheten til å ta seg alt for godt betalt eller å utføre korrupsjon. Blokkjedeteknologien som virkemiddel mot korrupsjon vil også være særlig effektiv i land og regioner hvor korrupsjon er utbredt (Aarvik, 2020).

### 3.1.2.3 Blokkjedeteknologi i forsyningskjeden

Globaliseringen gjør at vi i dag importerer og eksporterer varer over hele verden. Går du på en matbutikk i Norge i dag, er det stor sannsynlighet for at varene du kjøper ikke nødvendigvis er norske, men importert fra utlandet. Det er ofte knyttet flere dilemmaer og problemer rundt dette. For eksempel kan gensenen vi har på oss stamme fra barnarbeid eller kjøttpålegget vi kjøper, som på pakningen sies å være norsk egentlig stammer fra et annet land. Det er med andre ord lite informasjon rundt produktene vi kjøper, både når det kommer til produksjon, hendelsesforløp og under hvilke vilkår. I tillegg har også flere bransjer store klimautslipp, dårlige arbeidsforhold og brudd på menneskerettighetene, som for eksempel klesbransjen (Regjeringen, 2019). Blokkjedeteknologien kan derimot være en løsning på dette problemet, ettersom nødvendig informasjon kan lagres i en blokk. Når informasjonen først er lagret i en blokk kan den heller ikke endres eller fjernes. På den måten kan informasjon om klimaavtrykk, under hvilke arbeidsvilkår varen er produsert under og hvilket land den er produsert i være med på å bevisstgjøre forbrukere til å ta bærekraftige valg (EY, 2020).

## 3.2 Oppsummering av tidligere forskning

Fra vårt perspektiv er tidligere artikler og forskning som tar for seg klimautfordringene knyttet til blokkjede og konsensusmekanismen PoW det som har vært det sentrale for avhandlingen. De Vries (2020) og Huynh et al., (2021) konkluderte i sine artikler at henholdsvis pris og volum er to faktorer som påvirker energiforbruket til Bitcoin. Fra før vet vi at markedsverdi er et resultat av pris multiplisert med sirkulert volum, som legger til grunn at markedsverdi kan være en påvirkningsfaktor for energiforbruket. Det har derfor motivert oss til å teste om det er en positiv korrelasjon mellom markedsverdien til både Bitcoin og Ethereum og deres energiforbruk. Temaet markedsverdi knytter seg til hypotese 1 og 5. Samtidig belyser de Vries & Stoll (2021) et mindre diskutert problem, men likevel et viktig tema når det kommer til bærekraft, nemlig elektronisk avfall. Ettersom det meste av tilgjengelig teori knytter seg til energiforbruk vil det være svært interessant og se nærmere på det elektroniske avfallet og hva som kan påvirke dens utvikling. Dette er også motivasjonen bak hypotese 2. Videre er det også interessant å lese om sesongvariasjonene i Kina, som sies å påvirke valg av energikilde når det kommer til mining av Bitcoin (Blandin et al., 2020).

Denne teorien er ikke testet, noe som var en motivasjon for Hypotese 3 og 4. Flere av artiklene som kritiserer klimautfordringene PoW står overfor nevner PoS som en mulig løsning. Det gjelder artikler som blant annet Schinckus (2021), de Vries (2019) og Vranken (2017). Det er likevel ingen som sammenligner disse sett fra et klimaperspektiv, noe som har vært motivasjonen i kapittel 6.3 og også hypotesetest 6 og 7. I stor grad er hypotesene og forskningsspørsmålene vi har utformet motivert på bakgrunn av de tilstedeværende utfordringene i tillegg til også mindre belyste temaene.

## 4.0 Metode

### 4.1 Forskningsdesign og strategi

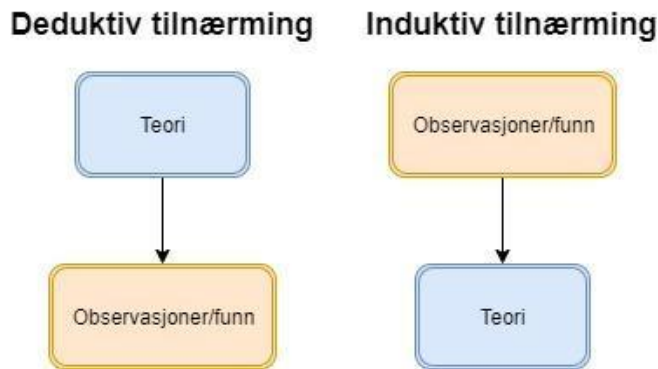
Forskningsdesign handler om hvordan hele prosessen er lagt opp for å kunne besvare problemstillingen og eventuelle forskningsspørsmål. I hovedsak handler det om å få en oversikt over nødvendig data, hvordan en kan innhente den og hvordan den kan analyseres. Det er på mange måter en plan for hvordan problemstillingen og forskningsspørsmål skal bli besvart på best mulig måte. Vanligvis skiller vi mellom tre typer design: eksplorativt, deskriptivt og kausalt design. Eksplorativt design benyttes når en vet lite om et fagområde og når det ikke er noen klare ideer om hvordan ulike variabler henger sammen. I slike tilfeller vil det være naturlig å utvikle hypotesetester for å se på ulike sammenhenger. Ved et slikt design vil en ofte starte med å undersøke allerede publisert litteratur om temaet og om det er samlet inn data av andre. Deskriptivt design brukes når en har en grunnleggende forståelse av det aktuelle området for å kunne beskrive situasjonen i en bestemt struktur. Også her er det vanlig å ta i bruk hypotesetester for å se på forholdet mellom ulike variabler. Når en undersøker en mulig effekt av en variabel på en annen variabel brukes kausalt design. Dette er ofte mer relatert når en ønsker å eksperimentere ulike effekter og relasjoner. På mange måter kan en si det er en slags årsak-virkning sammenheng (Sallis et al., 2016, s. 21-27).

I vårt tilfelle vil det være naturlig å benytte deskriptivt design. Det begrunnes med at avhandlingen har som formål å beskrive en bestemt situasjon på et konkret område. Det tas da utgangspunkt i blokkjedeteknologiens bærekraftige påvirkning og da særlig rettet mot klimautfordringer. I tillegg har vi gjennom avhandlingens analysedel vært avhengig av sekundærdata for å kunne besvare avhandlingens hypoteser på en best mulig måte. Det er

utarbeidet syv hypoteser, hvor de fem første hypotesene knytter seg til forskningsspørsmål 1 og de to siste til forskningsspørsmål 2. Vi har vært avhengig av store mengder med tallmateriale fra flere ulike variabler. Hvilke data som er nødvendig, hvor disse er hentet fra og hvordan disse skal analyseres kommer vi nærmere inn på under kapittel 4.3, 4.6 og 4.7. Det kan diskuteres om også eksplorativt design kunne vært benyttet, men ettersom det er klare ideer om hvordan ulike variabler henger sammen, samtidig som vi også har opparbeidet oss en grunnleggende forståelse er det derfor mer naturlig å benytte deskriptivt design. I tillegg er vi nødt til å forstå ulike variabler og forholdet mellom disse for å kunne besvare avhandlingens problemstilling. I vårt tilfellet er det snakk om forholdet mellom markedsverdi og energiforbruk, hashrate og elektronisk avfall, PoW og PoS, PoS og Visa og sesongvariasjoner og energikilder som benyttes ved mining av Bitcoin.

## 4.2 Metode og valg av metode

Metode betegnes som en fremgangsmåte for problemløsning og å komme frem til nye erkjennelser. Alle redskap og midler som tas i bruk på veien til å nå sine mål er å regne som en metode (Holme & Solvang, 1996, s. 14). Naturligvis finnes det flere ulike metoder, men felles for alle er å samle inn kunnskap og informasjon som videre analyse kan bygge på (Bryman et al., 2016, s. 5). De to vanligste metodene er kvalitativ og kvantitativ metode. I denne avhandlingen har vi valgt en kvantitativ tilnærming og kommer tilbake for bakgrunnen av dette valget i de neste avsnittene under kapittel 4.2. Enkelt forklart skiller disse seg fra hverandre i form av at kvantitativ metode bruker målinger og kvalitativ metode ikke bruker målinger (Bryman et al., 2016, s. 31). Går vi nærmere inn på de to metodene vil det derimot være flere ulikheter. Kvantitativ metode tar på sin side for seg data som kan uttrykkes i tall eller mengder og baserer seg på en deduktiv tilnærming, som vil si at en går fra teori til empiri. På den andre siden har vi kvalitativ metode som har en induktiv tilnærming, hvor en går fra empiri til teori og en vil ved en kvalitativ metode gå grundigere inn på et datasett (Bryman et al., 2016). Ved deduktiv tilnærming dannes først en teori basert på tidligere kunnskap som finnes innen et området. På bakgrunn av teorien utledes en eller flere hypoteser som besvares med grundige statistiske analyser for å undersøke om hypotesene stemmer. Ved en induktiv tilnærming tas det utgangspunkt i et begrenset antall observasjoner og forskning. På bakgrunn av dette utledes det teorier og allmenne prinsipper (Bryman, 2014, s. 24 - 26).



Figur 7. "Illustrasjon av deduktiv -og induktiv tilnærming"

Videre skiller vi ofte mellom to ulike tilnæringsmåter; Positivism og sosial konstruktivism. Sosial konstruktivism er en fortolkende tilnærming som brukes i sammenheng med kvalitative metoder for å øke forståelsen av sosiale fenomener. Positivism henger nært sammen med kvantitativ metode hvor målet er å finne en årsakssammenheng ved bruk av vitenskapelig tilnærming til forskningen. I positivism fokuseres det på objektivitet og muligheten til å gjenskape årsakssammenhengene og påliteligheten av observasjonene som er gjort (Gripsrud et al., 2020, s. 16-18).

Ved valg av metode ble det foretatt flere vurderinger og vi veide de to tilnærmingene (kvalitativ og kvantitativ) opp mot hverandre. Blant annet ble tidsaspektet, tilgang på data, ressurser og eksisterende teori avgjørende for vårt valg. I forkant ønsket vi tidlig å få en bred kunnskap om temaet og samlet derfor inn eksisterende teori for å se hva som eventuelt kunne bygges videre på eller undersøkes nærmere. Blokkjedeteknologi og kryptovaluta er et relativt nytt fenomen, men svært aktuelt, som gjør at det likevel er store mengder med data og litteratur tilgjengelig. I tillegg finnes det også store mengder med litteratur og data knyttet til bærekraft. Ettersom vi ønsker å bekrefte eller avkrefte antagelser på områder hvor det finnes forhåndskunnskaper har vi valgt å benytte oss av kvantitativ metode. Dette blir også synlig gjennom avhandlingens to forskningsspørsmål, da disse er avhengig av store mengder med tallfestet materiale for å kunne bli besvart.

Videre bærer avhandlingen preg av en deduktiv tilnærming, noe som også er vanlig ved en kvantitative tilnærming. Det skyldes at forskningsspørsmålene blir besvart ved å teste teori opp mot virkelighet. I tillegg er hypotesene som er utformet også basert på teorier og antagelser og blir besvart basert på statistiske analyser. Samtidig knyttes avhandlingen til



positivisme i form av at flere av testene som utføres har som formål å finne en årsakssammenheng. Dette gjelder særlig for hypotese 1, 2 og 3 som tar for seg tester av korrelasjon. Det er her viktig å nevne at testene ikke er isolerte, som betyr at det ikke kan utelukkes at andre utenforliggende årsaker kan ha en innvirkning på resultatene.

### 4.3 Datakilder

Det skilles vanligvis her mellom to typer datakilder, primærdata og sekundærdata.

Primærdata, ofte kalt felldata er når forskeren selv er i direkte kontakt med brukeren eller kilden for å kunne samle inn data til å besvare problemstillingen. Dette kan for eksempel være et intervju eller ved observasjoner. På den andre siden har vi sekundærdata, som er kilder som allerede eksisterer og er tilgjengelig for videre analysering. Eksempler på dette kan være tidsskrifter eller tilgjengeliggjorte statistikker eller allerede innsamlet data (Sundbye & Nisted, 2017). I denne masteravhandlingen har vi benyttet oss av sekundærdata fra blockchain.info, coingecko.com, University of Cambridge og digiconomist.net. Dette er data som er tilgjengelig for alle og er derfor å regne som ekstern data (Sallis et al., 2016, s. 38). For å kunne besvare avhandlingens forskningsspørsmål og problemstilling har det vært nødvendig med daglige priser og markedsverdi som er hentet fra Coingecko.com. Videre er data knyttet til energiforbruk, energikilder og elektronisk avfall (E-waste) hentet fra digiconomist.net. Data for Hashrate er hentet fra blockchain.info og oversikt over mininglokasjoner er hentet fra University of Cambridge.

Ved innhenting av sekundærdata har det vært et ønske om at tallmaterialet baserer seg på daglige data og for årene 2017 til 2021. Det skyldes at daglige data vil gi et mer presist resultat enn for eksempel månedlig eller kvartalsvis data når to variabler testes opp mot hverandre. Samtidig ønsket vi også for testene som tar for seg PoW (hypotesetest 1,2,3,4 og 5) og både få data for Bitcoin og Ethereum. Her oppstod det derimot noen utfordringer ved innhenting av sekundærdata. I hovedsak dreier dette seg om mangel på data eller begrensede mengder med data som er tilgjengelig på ulike områder. Et eksempel på dette er det elektroniske avfallet, hvor det per tid kun er tilgjengelig data knyttet til Bitcoin. Vi mener likevel det er representativt for resten av avhandlingen med tanke på markedsandelen Bitcoin alene utgjør. På bakgrunn av ulike tidshorisonter blant de ulike kryptovalutaene har det også vært ulike tidsperioder som har blitt benyttet, men stort sett har vi samlet inn data fra perioden 2017 til 2021. Bakgrunnen for at vi ikke har valgt å benytte oss av tall fra før 2017

skyldes lite aktivitet, og det var først i løpet av 2017 at særlig Bitcoin og Ethereum fikk en betydelig vekst (Firi, 2022). Hvilke tidsperiode som benyttes vil også komme frem ved de ulike tabellene og grafene i kapittel 6.

#### 4.4 Validitet og reliabilitet

Begrepele reliabilitet og validitet en viktig del av metode og undersøkelsene avhandlingen tar for seg. De indikerer på mange måter kvaliteten på undersøkelsene som er gjennomført. Reliabilitet handler om i hvilken grad de endelige resultatene en får er pålitelige og til å stole på. Begrepet er også tett knyttet til konsistens, ettersom en vil kunne anse et resultat som pålitelig dersom en kan utføre en test flere ganger og få samme resultat. Hadde den samme testen gitt ulike resultater ville påliteligheten og reliabiliteten ikke vært tilfredsstillende (Somekh & Lewin, 2005, s. 348). Validitet, ofte omtalt som gyldighet, tar for seg kvaliteten på målingene som blir gjort. Det handler om å måle det avhandlingen har til hensikt å måle, og på den måten gi et så riktig resultat som mulig (Bryman et al, 2016, s. 155). En god avhandlingen bør derfor klare å tilfredsstillende begge aspektene, og at disse også er gjennomgående for hele avhandlingen.

I denne avhandlingen ønsker vi å undersøke historiske data knyttet til PoW og PoS, hvor vi blant annet har samlet inn faktisk pris, markedsverdi og hashrate. I tillegg har vi også samlet inn data for å knytte det videre opp mot bærekraft, hvor vi har hentet estimert energiforbruk, elektronisk avfall og energikilder. Tallmaterialet og historisk data er som nevnt under kapittel 4.3 hentet fra blockchain.info, coingecko.com, University of Cambridge og digiconomist.net. Vi anser disse som pålitelige kilder og er blant annet brukt i Meholm (2018) sin bok "kryptovaluta, Bitcoin, ICOer og blokkjede". I tillegg er University of Cambridge rangert som det nest beste universitet i hele Europa av US News (US News, 2022). Pris, markedsverdi og hashrate til de ulike kryptovalutaene er tilgjengelig på Coingecko.com og blockchain.info. Dette er tall som også er tilgjengelige på andre sider, som for eksempel Coinmarketcap.com. Dette gjør det enkelt å oppdage om noen av tallene skulle avvike eller være ulike. På bakgrunn av dette er det med god tro å anta at de historiske tallmaterialene som avhandlingen benytter seg av er valide. Det bør også nevnes at resultatene vi kommer frem til er basert på våre forutsetninger og begrensninger og at resultatene derfor kunne vært annerledes dersom andre forutsetninger ble lagt til grunn.

## 4.5 Hypotesetesting

En hypotesetest er en statistisk test hvor antakelser eller påstander testes opp mot hverandre basert på observasjoner. På bakgrunn av observasjonene vil en komme frem til et utfall som er det mest sannsynlige utfallet. Det vil derimot aldri være mulig å kunne gi en helt sikker konklusjon basert på en hypotesetest, men en kan konkludere med hva som høyst sannsynlig er feil eller høyst sannsynlig korrekt. Når en hypotesetest settes opp, skiller en mellom en nullhypotese,  $H_0$ , og en alternativ hypotese,  $H_A$ . Den alternative hypotesen er den antagelsen vi har en ide eller formening om kan være riktig, mens nullhypotesen da skal ta for seg alle andre muligheter som ikke dekkes av den alternative hypotesen. Dersom nullhypotesen kan forkastes betyr det at en har tiltro til at den alternative hypotesen sannsynligvis er riktig. Om det derimot ikke er grunnlag for å forkaste nullhypotesen betyr ikke det at nullhypotesen mest sannsynlig er korrekt, men at en ikke har grunnlag for å forkaste basert på den innsamlede dataen. Ved hypotesetester kan det forekomme to typer feil, kjent som type 1-feil og type 2-feil. Type 1-feil er når nullhypotesen forkastes, selv om denne er korrekt. På den andre siden er type 2-feil når nullhypotesen beholdes, selv om denne ikke er korrekt (Ubøe, 2012, s.187-190). Avhandlingen består av 7 ulike hypoteser, hvor hypotese 1 til 5 kan relateres til utviklingen i energiforbruk og det elektroniske avfallet, og knyttes derfor til forskningsspørsmål 1. Hypotese 6 og 7 går nærmere inn på forholdet mellom PoS og Visa og kan knyttes til hvor bærekraftig PoS er som en kilde til betaling og dermed forskningsspørsmål 2.

Videre vil en ved en hypotesetest bestemme et signifikansnivå og regne ut en p-verdi, som er med på å bestemme utfallet av den bestemte testen. Signifikansnivået er sannsynligheten for å gjøre en forkastningsfeil. For en hypotesetest er signifikansnivået,  $\alpha$ , lik sannsynligheten for en forkastningsfeil tilsvarende  $\alpha$ . I denne avhandlingen har vi stort sett benyttet oss av signifikansnivåer på 5 % og 1 %. I disse tilfellene vil vi med en p-verdi under disse nivåene kunne si at det er 95 % eller 99 % sannsynlig for at alternativhypotesen stemmer. P-verdien bestemmer i hovedsak om nullhypotesen skal forkastes eller ikke. Ved en p-verdi som er lavere enn signifikansnivået forkastes nullhypotesen og motsatt dersom p-verdien er større enn signifikansnivået (Ubøe, 2014, s. 191 og 196). Det vil fremgå under de ulike testene i kapittel 6 hvilke signifikansnivå som er benyttet i denne avhandlingen.

For gjennomføring av testene har vi benyttet excel og de innebygde dataanalyse-verktøyene regresjon og t-test. Dataanalyse-verktøyet regresjon er benyttet ved testene for korrelasjon (hypotesetest 1,2 og 3). Det er sortert daglig data for de representative årene, 2017 til 2021. Videre velger en de to variablene som skal testes mot hverandre, og velger ønsket signifikansnivå. Når variablene er markert og signifikansnivå valgt, vil en få ut et datasett med nøkkelinformasjon. Nødvendig nøkkelinformasjon for hypotesetest 1,2 og 3 har vært korrelasjon og p-verdi. Prosessen gjentas for alle år, og for både Bitcoin og Ethereum. I de resterende hypotesetestene er det blitt benyttet t-test i excel. Prinsippet vil være det samme, hvor en også her markerer de to variablene som skal testes opp mot hverandre, deretter velger signifikansnivå og en vil da få ut nødvendig nøkkelinformasjon. I tilfellene der t-test er benyttet vil p-verdi, testobservator og kritisk verdi være den mest aktuelle informasjonen. Disse to verktøyene er benyttet for å kunne få ut nødvendig nøkkelinformasjon som er nødvendig for å kunne gjennomføre testene statistisk. Grunnen til at regresjon er benyttet ved tester for korrelasjon skyldes at en kan teste to variabler opp mot hverandre for å kunne finne sammenhengen mellom disse. Hvor god sammenhengen er avhenger av korrelasjonskoeffisienten som er et tall mellom -1 og 1. Hvor et tall høyere enn 0 indikerer en positiv korrelasjon og et tall lavere enn 0 indikerer en negativ korrelasjon. Dette vil en med excel-verktøyet regresjon kunne regne ut (Ubøe, 2012). For testene hvor det er benyttet t-test har det ikke vært behov for å teste sammenhengen mellom to variabler i form av korrelasjon, men heller om det er en signifikant forskjell, og en t-test vil da kunne gi oss den nødvendige informasjon på en oversiktlig måte (Ubøe, 2012). I henhold til både t-test og regresjon har vi hatt tilgjengelig data for alle variablene som er testet, som gjør at testene er fullstendige og tilfredsstillende for å kunne gjennomføre testene.

## 4.6 Dataanalyse

Som nevnt tidligere har vi i denne avhandlingen benyttet oss av en kvantitativ metode og tatt i bruk sekundær data. Fra de nevnte nettstedene har det vært mulig å innhente daglige tallbasert materiale som først ble behandlet gjennom Power BI og deretter behandlet i excel. Grunnen til at dataen først måtte behandles i Power BI gikk på formatet den nedlastede dataen kom i. I Power BI finnes det en funksjon som gjør at dataen enkelt kan overføres til excel slik at formatet blir riktig. Dette hadde ingen betydning for kvaliteten på dataen da det ikke ble foretatt noen endringer av rådataene. Ettersom datasettene i tillegg til nødvendig

tallmateriale også inneholdt tallmateriale som er irrelevant for vår masteravhandling, var det første vi gjorde å sortere dette slik at vi kun satt igjen med relevant data. Videre sortere vi tallmaterialene i ulike tabeller før vi til slutt kunne presentere dataen via excel-verktøyet “pivottabeller”. En pivottabell gjør det mulig å presentere den innsamlede dataen i diagrammer, og en kan velge hvilke variabler som skal inkluderes.

For gjennomføring av testene har vi benyttet dataanalyse-verktøyet i excel, og brukt verktøyene regresjon og student t-test. Dataanalyse-verktøyet regresjon er benyttet ved hypotesetest 1,2 og 3, altså ved testene for korrelasjon. Det er da sortert daglig data for de representative årene, 2017 til 2021. Videre velger en de to variablene som skal testes mot hverandre og velger ønsket signifikansnivå. Når variablene er markert og signifikansnivå valgt vil en få ut et datasett med nøkkelinformasjon. Nødvendig nøkkelinformasjon for hypotesetest 1,2 og 3 har vært korrelasjon og p-verdi. Prosessen gjentas for alle år, og for både Bitcoin og Ethereum. I de resterende hypotesetestene er det blitt benyttet t-test i excel. Prinsippet vil være det samme, hvor en også her markerer de to variablene som skal testes opp mot hverandre, deretter velger signifikansnivå og en vil så få ut nødvendig nøkkelinformasjon. I tilfellene der t-test er benyttet vil p-verdi, testobservator og kritisk verdi være den mest aktuelle informasjonen. Disse to testene er benyttet for å få ut nødvendig nøkkelinformasjon som er nødvendig for å kunne gjennomføre testene statistisk. Grunnen til at det er benyttet regresjon ved testene for korrelasjon (hypotesetest 1,2 og 3), skyldes at vi ønsker å teste om det er en signifikant sammenheng mellom to ulike variabler. En regresjonsanalyse vil kunne avgjøre om det er systematiske sammenhenger mellom to variabler (Ubøe, 2012). T-test er benyttet på de resterende testene (hypotesetest 4,5,6 og 7) som tar for seg om det er en signifikant forskjell mellom to datasett (Ubøe, 2012).

## 4.7 Begrensninger og forutsetninger

Gjennom hele masteravhandlingen vil det oppstå situasjoner hvor vi er nødt til å ta ulike valg med tanke på hvilken data som skal inkluderes og ikke inkluderes. Det er derfor viktig at disse forutsetningene og begrensningene gjøres kjent og at resultatene vi er kommet frem til kunne vært annerledes dersom andre forutsetninger og begrensninger hadde vært lagt til grunn. Først og fremst har vi valgt å kun fokusere på Bitcoin og Ethereum når det kommer til brukere av PoW. Det skyldes at disse er soleklart størst utbredt, og vi opplever det som

unaturlig å ta med andre PoW-brukere da forskjellene i tallmaterialene ville vært så store at det hadde vært vanskelig å sammenligne med hverandre. Ved enkelte grafer og tester er kun data fra Bitcoin benyttet, som ved data for elektronisk avfall, mining-lokasjon og i grafen hvor en kan se oversikten over hvor energien stammer fra. I hovedtrekk skyldes dette begrenset tilgang på data, noe som ikke er unaturlig ettersom Bitcoin er den klart største kryptovalutaen. I de tilfellene vi kun benytter oss av data for Bitcoin mener vi likevel det er relevant å ta med, da Bitcoin alene er viktig som en representant for brukere av PoW med tanke på markedsandelen Bitcoin har.

Der hvor tallmaterialer fra PoS er benyttet har vi valgt ut seks brukere av PoS; Cardano, Stellar, Tezos, EOS, Solana og Avalanche. Valgene av PoS-brukere er basert på markedsverdi og hvor utbredte de er i dag. I tilfeller der historisk data er benyttet har vi stort sett benyttet oss av daglig data fra 2017 til og med 2021, men det er også enkelte data som kun viser data fra 2019 og også til mars 2022. Hvilke år som er representert vil bli presisert under de aktuelle testene og grafene. Ettersom det var først i 2017 aktiviteten virkelig begynte å få betydning har vi derfor utelukket årene før 2017. Dersom det av ulike årsaker har vært dager som har manglet data eller data som har vært ufullstendig har vi fjernet den aktuelle dagen hos alle sammenlignbare variabler.

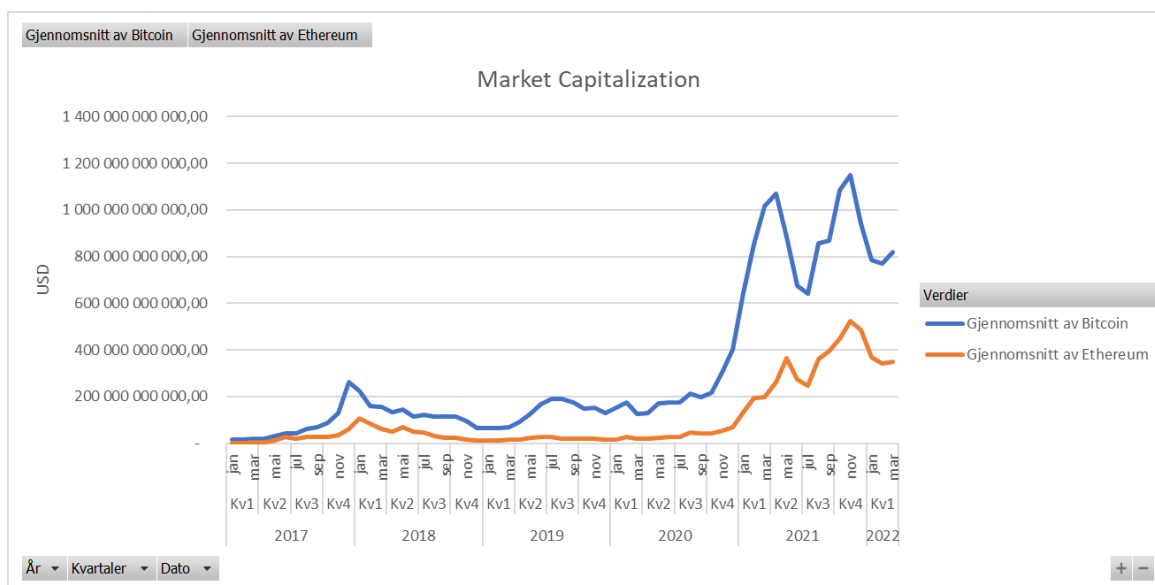
I tillegg er mye av dataen som er benyttet såkalt «beste estimat». Det er særlig der hvor det ikke er mulig å finne eksakt data. For eksempel er det ikke mulig å vite helt sikkert hvor energien som brukes til å utvinne Bitcoin stammer fra, ettersom «minere» ofte ønsker å være anonyme. Estimaten som er brukt er likevel tilfredsstillende og benyttes av offentlige institutter rundt om i verden. Ved data fra brukere av PoS er disse kryptovalutaene ofte nyere, og den historiske dataen er derfor ulik da noen ble opprettet for kort tid siden, mens andre for flere år siden. Det er derfor benyttet årlig data og data per transaksjon for å kunne sammenligne disse med hverandre. Markedsverdi og pris finnes det derimot historisk data på også for PoS-brukere. Vi ønsker igjen å presisere at resultatene vi kommer frem til baseres på våre begrensninger og forutsetninger, noe som betyr at resultatene kunne sett annerledes ut gitt andre begrensninger og forutsetninger.

## 5.0 Empirisk Data

Grafene og tabellen som er presentert i dette kapittelet er egne fremstillinger basert på data fra coingecko.com, digiconomist.com og blockchain.info. Kapittel 5.1 og 5.5 er fremstilt basert på tallmateriale hentet fra coingecko.com. Kapittel 5.2 og 5.3 er fremstilt på bakgrunn av data hentet fra digiconomist. Avslutningsvis er kapittel 5.4 fremstilt i to grafer hvor tallmaterialet som benyttet er hentet fra blockchain.info. Alle fremstillingene er gjort i excel.

### 5.1 Markedsverdi (Market Capitalization)

Markedsverdi gir et bilde på den totale verdien på en gjenstand, i dette tilfellet kryptovaluta. For å regne oss frem til denne markedsverdien multipliseres pris med antall coins som er i sirkulasjon. Vi benyttet oss av data hentet fra coingecko.com som gir oss daglige markedsverdier for Bitcoin og Ethereum siden de ble opprettet.



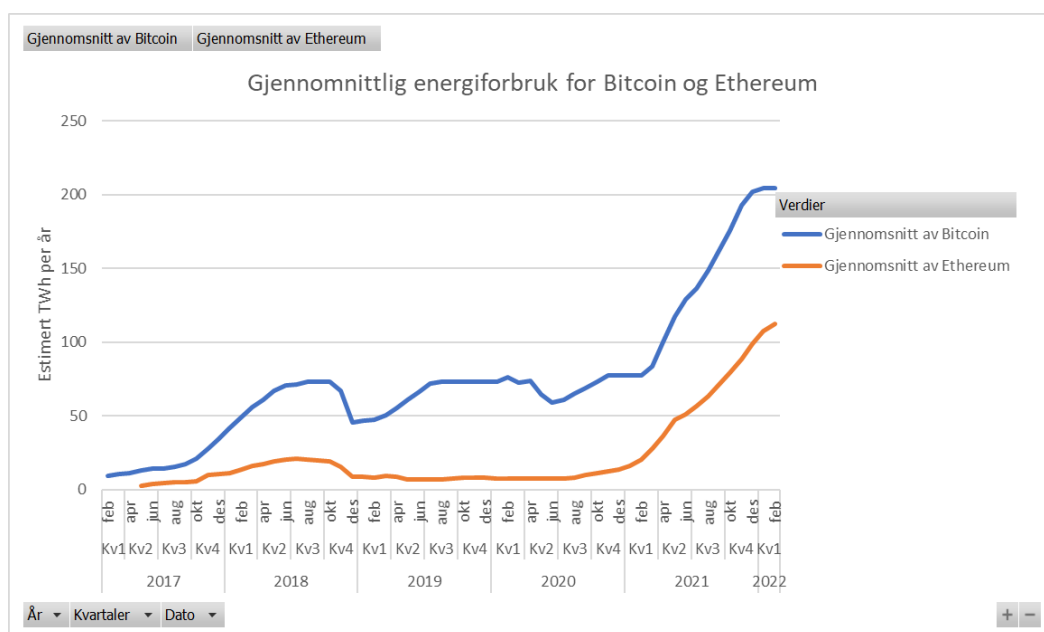
Figur 8. "Utvikling i markedsverdi - Bitcoin og Ethereum"

I figur 8 ser vi utviklingen av markedsverdien fra 2017 til og med mars 2022. Grafen viser en markant oppgang fra 2017 til i dag, men også perioder med store svingninger. I tillegg ser vi også at markedsverdien til Bitcoin og ethereum følger hverandre relativt tett i løpet av de gitte årene. Ut ifra grafen ser vi spesielt to markante "dupper" henholdsvis i starten av 2021

og i slutten av 2021. Data for markedsverdi knyttes til forskningsspørsmål 1 gjennom hypotese 1 og 5.

## 5.2 Energiforbruk

Energiforbruket til Bitcoin og Ethereum har den siste perioden virkelig skutt fart, og har en tydelig økende trend som vi også kan tyde ut ifra figur 13. Den økende trenden tydeliggjør også klimautfordringene som preger PoW. Også her har vi valgt å ta med data fra 2017 til og med starten av 2022.



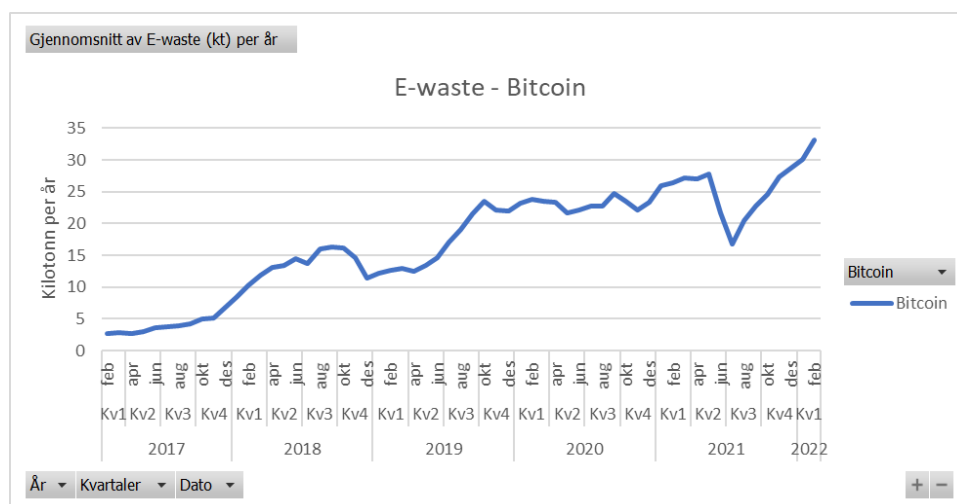
Figur 9. "Utvikling i energiforbruk - Bitcoin og Ethereum"

Ut ifra grafen ser vi at energiforbruket til Ethereum ligger på et noe lavere nivå enn Bitcoin, men trenden til de begge er relativt synkron. For å forstå utviklingen til energiforbruket er vi avhengige av å kunne vite hva som påvirker i den ene eller andre retningen. Det vil derfor utføres tester videre i analysen som går nærmere inn på påvirkningsfaktorer til energiforbruket. Energiforbruket er sentralt og kan knyttes til både forskningsspørsmål 1 og 2 gjennom hypotese 1 og 6.



## 5.3 Elektronisk avfall (E-waste)

Det elektroniske avfallet forteller oss i hvor stor grad utstyret som benyttes til mining kastes eller ikke lenger kan brukes. Det er i dag kun tilgjengelig data knyttet til elektronisk avfall for Bitcoin. På bakgrunn av Bitcoins posisjon og størrelse gir det likevel et godt bilde når det kommer til PoW generelt.

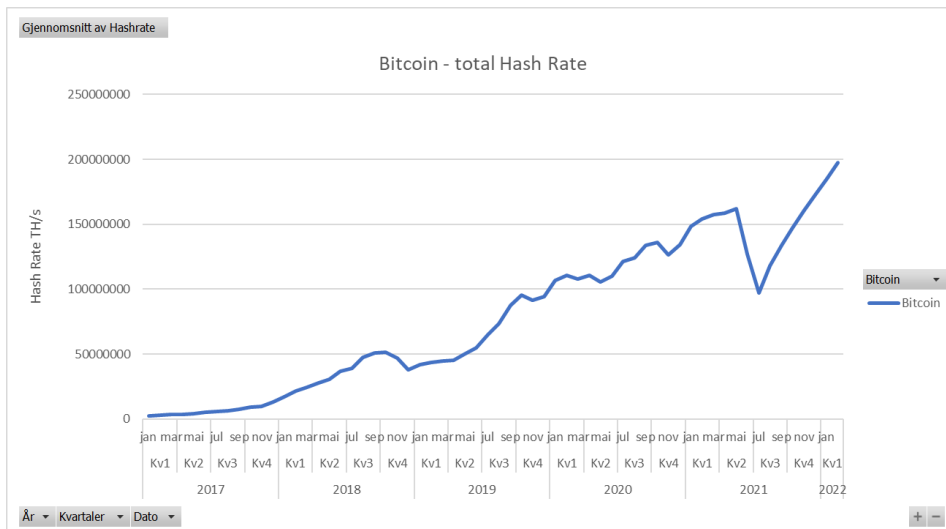


Figur 10. “Utvikling av elektronisk avfall - Bitcoin”

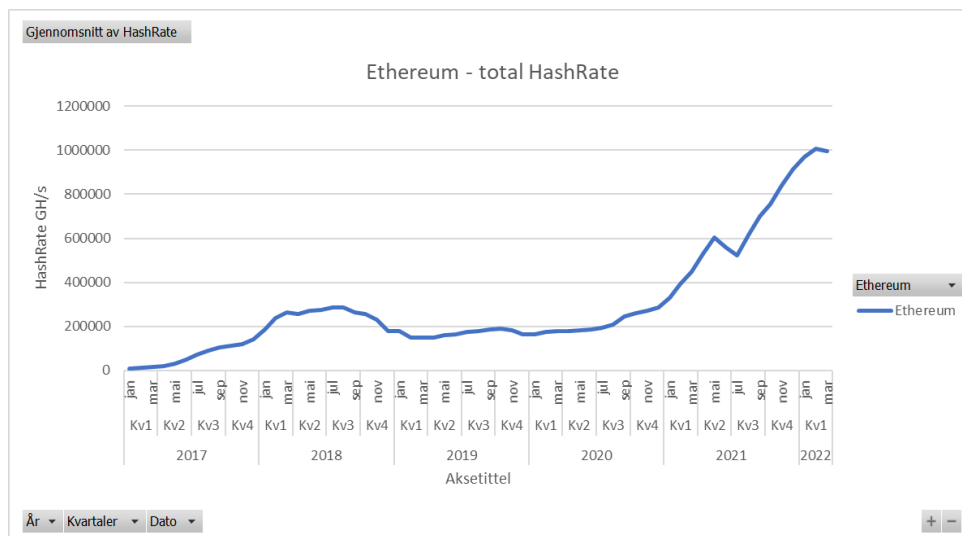
På lik linje med de foregående figurene ser vi også en økende trend jevnt over når det kommer til det elektroniske avfallet i figur 10. Den markante “duppen” i midten av 2021 har sammenheng med Kinas mining-forbud, hvor antall minere ble redusert betraktelig frem til disse etablerte seg andre steder enn i Kina (de Vries et al., 2022). Det elektroniske avfallet knyttet til Bitcoin er ofte mindre kjent og kommer ofte i skyggen av det ellers kritiserte energiforbruket. Viktigheten av å belyse også denne utfordringen er derfor svært viktig som et steg mot en bærekraftig fremtid. Dette involverer hypotese 2 og knyttes til forskningsspørsmål 1.

## 5.4 Hashrate

Hashrate gir oss et bilde på mengden energibruk som benyttes i forbindelse med mining. Det kan derfor ses i sammenheng med det elektroniske avfallet, noe som vil komme tydeligere frem videre i analysen.



Figur 11. "Utvikling i hashrate - Bitcoin"



Figur 12. "Utvikling i hashrate - Ethereum"

Det bør nevnes at hashraten til Bitcoin er målt i terra hashes per sekund (TH/s) og Ethereums hashrate er målt i giga hashes per sekund (GH/s). Det er også grunnen til at det er presentert i to figurer, ettersom en ikke ville sett kurven til Ethereum på grunn av de ulike nivåene. Hashrate står sentralt gjennom avhandlingen og videre i analysedelen under hypotese 2,3 og 4 og knytter seg til forskningsspørsmål 1.

## 5.5 Volatilitet

Volatiliteten er beregnet med utgangspunkt i prisene til de ulike kryptovalutaene og gir et bilde på hvor hyppig og hvor mye prisene endrer seg. Utregningene er gjort i excel, hvor vi først regnet ut den naturlige logaritmen til forholdet mellom prisen på inneværende dag (n) med prisen dagen før (n-1). Deretter ble det regnet ut et standardavvik basert på de daglige bevegelsene. Til slutt multipliseres standardavviket for hvert enkelt år med kvadratroten av antall dager det er utført handler på i de aktuelle årene. Siden kryptovaluta kan handles hver dag uavhengig av helligdager eller fridager, blir utgangspunktet vi har benyttet derfor 365 dager.

År	Volatilitet	Bitcoin	Ethereum	Cardano	Stellar	EOS	Tezos	Solana	Avalanche
2017	Volatilitet	94 %	130 %	143 %	228 %	133 %	-	-	-
2018	Volatilitet	83 %	108 %	133 %	138 %	154 %	93 %	-	-
2019	Volatilitet	68 %	81 %	88 %	80 %	97 %	108 %	-	-
2020	Volatilitet	74 %	102 %	110 %	114 %	102 %	121 %	144 %	67 %
2021	Volatilitet	80 %	106 %	125 %	131 %	147 %	147 %	159 %	176 %

Tabell 1. "Oversikt over volatilitet"

Tabell 1 viser de store svingningene i prisen til de ulike kryptovalutaene de siste årene, både for PoW og PoS. Grunnen til at noen av kryptovalutaene ikke har utregnet volatilitet i noen av årene skyldes at de på daværende tidspunkt ikke fantes. Fra teorien vet vi at store svingninger og høy volatilitet i priser svekker en valutas evne til å benyttes som et betalingsmiddel (Dong & Boutaba, 2020). Resultatene forteller oss at det er svært store svingninger innad i de ulike årene, noe som også gjenspeiler risikoen til de ulike kryptovalutaene. Volatiliteten påvirker en valutas evne til å betale og knytter seg derfor til forskningsspørsmål 2.

## 6.0 Analyse og drøfting av funn

### 6.1 Test for korrelasjon

Vi ønsker å teste sammenhengen mellom energiforbruk og markedsverdi, mellom HashRate og E-waste, og mellom energikilder og sesongvariasjoner i Kina. For de tre testene har vi en formening om at det er en positiv korrelasjon mellom de ulike variablene. For å regne ut korrelasjonen har vi benyttet excel-formelen «=korrelasjon» og dataanalyseverktøyet «regresjon». Korrelasjonskoeffisienten, eller graden av korrelasjon er et tall mellom -1 og 1. Selv om vi raskt kan se om tallet i seg selv er større eller mindre enn null betyr ikke det at resultatet nødvendigvis er signifikant. Det må derfor gjennomføres en test hvor en får bekreftet om korrelasjonen er signifikant eller ikke.

#### 6.1.1 Test for korrelasjon mellom energiforbruk og markedsverdi (Hypotese 1)

Vi har i denne testen testet korrelasjonen mellom energiforbruk og markedsverdi for både Bitcoin og Ethereum. Beregningene er basert på markedsverdi og energiforbruk per dag, hvert år fra 2017 til 2021. Energiforbruket til Bitcoin og Ethereum har blitt hyppig omtalt den siste perioden, og blitt sterkt kritisert for å påvirke miljøet og klimaet i en negativ retning (Schinckus et al., 2020). Trenden har vært økende de siste årene og det er derfor naturlig å se på hva som påvirker energiforbruket i den ene eller andre retningen. Vi har en antagelse om at det er en positiv korrelasjon for både Bitcoin og Ethereum. Antagelsen baserer seg på tidligere forskning som viser at utviklingen i Bitcoins pris korrelerer positivt med energiforbruket til Bitcoin (de Vries, 2021), samtidig konkluderer Huynh et al., (2021) med at volum har en påvirkning på energiforbruket. Ettersom markedsverdi er lik pris multiplisert med sirkulert volum er det interessant å se om også markedsverdien korrelerer positivt med energiforbruket. Selv om de to artiklene tar for seg Bitcoin, mener vi det likevel er naturlig at det vil være samme trend for Ethereum i og med at begge er PoW-brukere. En positiv korrelasjon vil det i dette tilfellet være når korrelasjonen er større enn 0. Siden vi har valgt en retning (positiv) dreier det seg her om en ensidig test. Hypotesen er utformet i form av en alternativ hypotese og en nullhypotese, og knyttes til forskningsspørsmål 1. Hypotesen er som følger:

$H_A$ : Det er en positiv korrelasjon mellom markedsverdi og energiforbruk

$H_0$ : Det er ikke en positiv korrelasjon mellom markedsverdi og energiforbruk

Matematisk fremstilles hypotesen på følgende måte, hvor  $\rho$  er et tegn for korrelasjon:

$$H_A: \rho > 0$$

$$H_0: \rho \leq 0$$

Kryptovaluta	Alternativ hypotese:	Korrelasjon	$\alpha$	</>	Resultat	Resultat
Bitcoin	2017 > 0	0,949529259	0,01	>	3,4522E-164	Signifikant
Bitcoin	2018 > 0	0,376844142	0,01	>	9,98472E-14	Signifikant
Bitcoin	2019 > 0	0,889918704	0,01	>	8,2691E-126	Signifikant
Bitcoin	2020 > 0	0,373612052	0,01	>	1,44013E-13	Signifikant
Bitcoin	2021 > 0	0,313270676	0,01	>	9,4043E-10	Signifikant

Tabell 2. Vedlegg 2. "Test for korrelasjon, energiforbruk - markedsverdi (BTC)"

Kryptovaluta	Alternativ hypotese:	Korrelasjon	$\alpha$	</>	Resultat	Resultat
Ethereum	2017 > 0	0,70614314	0,01	>	3,92869E-35	Signifikant
Ethereum	2018 > 0	0,16513933	0,01	>	0,001593036	Signifikant
Ethereum	2019 > 0	0,59584003	0,01	>	1,88979E-36	Signifikant
Ethereum	2020 > 0	0,89212314	0,01	>	2,5927E-127	Signifikant
Ethereum	2021 > 0	0,89955731	0,01	>	1,233E-132	Signifikant

Tabell 3. Vedlegg 3. "Test for korrelasjon, energiforbruk - markedsverdi (ETH)"

Vi kan ut ifra resultatene se at det for både Bitcoin og Ethereum er en positiv korrelasjon for alle årene, og resultatet er signifikant. Ut ifra testen kan vi dermed forkaste nullhypotesen og kan si med 99 % sikkerhet at energiforbruk og markedsverdi korrelerer positivt med hverandre for både Bitcoin og Ethereum. Vi ser at resultatene er svært små i form av antall desimaler, noe som skyldes at det er benyttet daglige tall som gjør at antall observasjoner dermed også er svært mange. En positiv korrelasjon indikerer at en økning/reduksjon av verdien hos den ene størrelsen resulterer i en økning/reduksjon hos den andre størrelsen. Øker markedsverdien vil også verdien til energiforbruk opp. Resultatet tydeliggjør at en økning i pris eller sirkulert volum også vil medføre en økning i energiforbruket. Vi kan dermed si at resultatet fra hypotese 1 støtter funnene de Vries (2021) og Huynh et al., (2021) kommer frem til gjennom sine artikler, som går spesifikt på pris og volum knyttet til energibruk. Det kan dermed sies at høy etterspørsel ikke bare vil føre til en høyere pris, men også et høyere energiforbruk. Hvordan dette henger sammen går på konkurransen blant minere. Desto

høyere pris, desto høyere vil også gevinsten av mining være. Det resulterer i en økning av minere, som igjen gjør at datakraften må økes for å kunne være i stand til å «vinne» konkurransen. Knytter vi resultatet opp mot forskningsspørsmål 1 betyr det at utviklingen til energiforbruket over tid bestemmes i stor grad av utviklingen i markedsverdien, derav utvikling i pris og sirkulert volum. Det må også nevnes at ved tester av korrelasjon mellom to variabler er ikke disse isolert, som betyr at det ikke kan utelukkes at andre utenforliggende årsaker kan spille inn på resultatet.

### 6.1.2 Test for korrelasjon mellom E-waste og HashRate (Hypotese 2)

Et interessant tema som er mindre belyst og kjent i teorien er det elektroniske avfallet knyttet til Bitcoin som er et resultat av mining. Det sies at selv om all energiforbruket kun stammet fra fornybare energikilder ville mining likevel ikke blitt sett på som bærekraftig, så lenge ikke andelen av elektronisk avfall også blir redusert betraktelig (de Vries & Stoll, 2021). De Vries & Stoll (2021) kommer videre frem til at gjennomsnittlig levetid på datautstyr som benyttes til mining har en levetid på 1,29 år. De Vries & Stoll (2021) mener samtidig at PoS kan være en løsning på problemet. Selv om PoS sies å kunne løse dette problemet er det likevel viktig å danne seg en forståelse av årsaker til økning i det elektroniske avfallet. Det vil være naturlig å teste sammenhengen mellom elektronisk avfall og hashrate, kjent som mengden databruk som benyttes. Det er per i dag ingen tidligere forskninger som vi kjenner til, som går nærmere inn på eventuelle variabler som kan påvirke utviklingen til det elektroniske avfallet knyttet til mining av Bitcoin. Vi mener at mengde datakraft som benyttes kan knyttes til elektronisk avfall i form av at økt datakraft fører til større slitasje, og kan øke kravene til kapasitet og kvalitet. På bakgrunn av dette har vi en formening om at disse to korrelerer positivt med hverandre. Hypotesen knyttes til forskningsspørsmål 1 og er utformet i form av en alternativ hypotese og en nullhypotese. Hypotesen er som følger:

*$H_A$ : Det er en positiv korrelasjon mellom hashrate og elektronisk avfall*

*$H_0$ : Det er ikke en positiv korrelasjon mellom hashrate og elektronisk avfall*

Matematisk fremstilles hypotesen på følgende måte, hvor  $\rho$  er et tegn for korrelasjon:

$$H_A: \rho > 0$$

$$H_0: \rho \leq 0$$

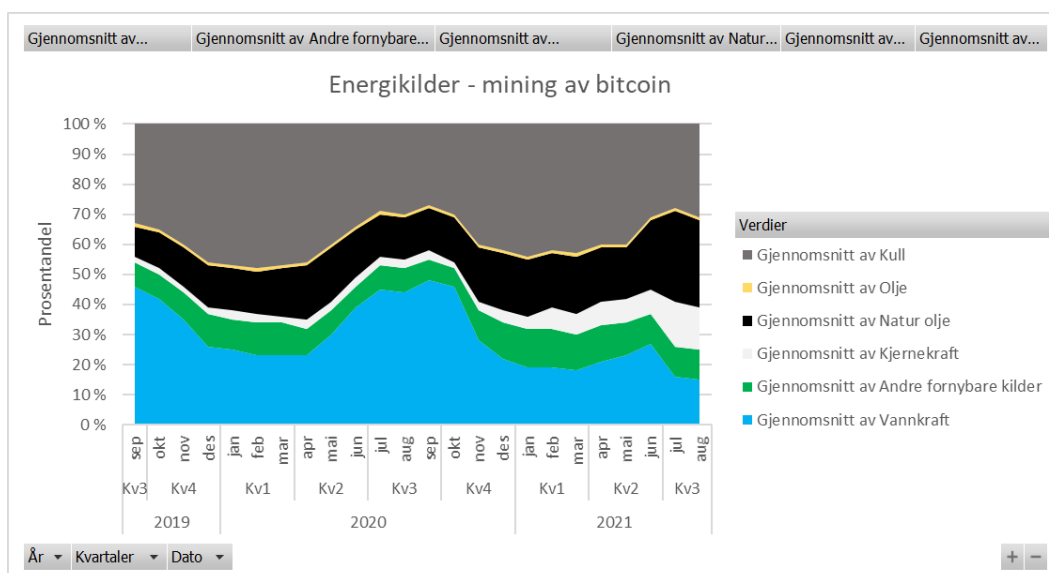
Alternativ hypotese:	Korrelasjon	$\alpha$	</>	Resultat	Resultat
2017 > 0	0,990954013	0,01	>	2,71986E-94	Signifikant
2018 > 0	0,890891691	0,01	>	6,05575E-43	Signifikant
2019 > 0	0,991828494	0,01	>	2,8459E-108	Signifikant
2020 > 0	0,551671289	0,01	>	4,20084E-10	Signifikant
2021 > 0	0,988024785	0,01	>	1,24688E-97	Signifikant

Tabell 4. Vedlegg 4. "Test for korrelasjon, hashrate - E-waste (BTC)"

Ut ifra testen er det en tydelig positiv korrelasjon for alle årene og resultatet er signifikant. Signifikansnivået er satt til 1 % eller 0,01 og vi kan dermed slå fast at det med 99 % sannsynlighet er en positiv korrelasjon. Det innebærer at en økning i hashraten også gir en økning i det elektroniske avfallet og motsatt. Dette er som nevnt et resultat basert på tall kun fra Bitcoin, grunnet at det kun er tilgjengelig data for elektronisk avfall hos Bitcoin per tid. Det er likevel rimelig å anta at det samme vil gjelde for andre PoW-brukere, ettersom hashrate er et estimat på bruk av datakraft. Samtidig er Bitcoin den kryptovalutaen med åpenbar størst markedsandel og står per tid for 44 % av markedsandelen for all kryptovaluta (Slickcharts, 2022). Resultatet støtter vår antagelse og kan forklares ved at økt datakraft og databruk fører til større slitasje, samtidig som det også stiller høyere krav til kapasitet og kvalitet på utstyret som benyttes. Det vil derfor være naturlig at levetiden på utstyret og tilbehøret vil reduseres desto høyere hashraten er. De Vries & Stoll (2021) nevner også at datautstyr som er benyttet til mining i de fleste tilfeller ikke kan gjenbrukes eller benyttes til andre formål, da de er produsert til kun et formål, nemlig mining. Trekker vi også PoS inn i diskusjonen vil det ikke være noen konkurranse, som gjør at datakraften som kreves ikke vil være i nærheten av PoW. En vil da kunne validere en transaksjon med en helt vanlig PC uavhengig av om enten markedsverdien eller pris øker. Det elektroniske avfallet knyttet til PoS kan derfor sammenlignes med en vanlig persons forbruk. Resultatet fra hypotese 2 besvarer forskningsspørsmål 1 i form av at utviklingen av det elektroniske avfallet i stor grad bestemmes av utviklingen i hashrate. Heller ikke her er testen isolert, og det kan derfor ikke utelukkes at andre utenforliggende årsaker kan spille inn på resultatet.

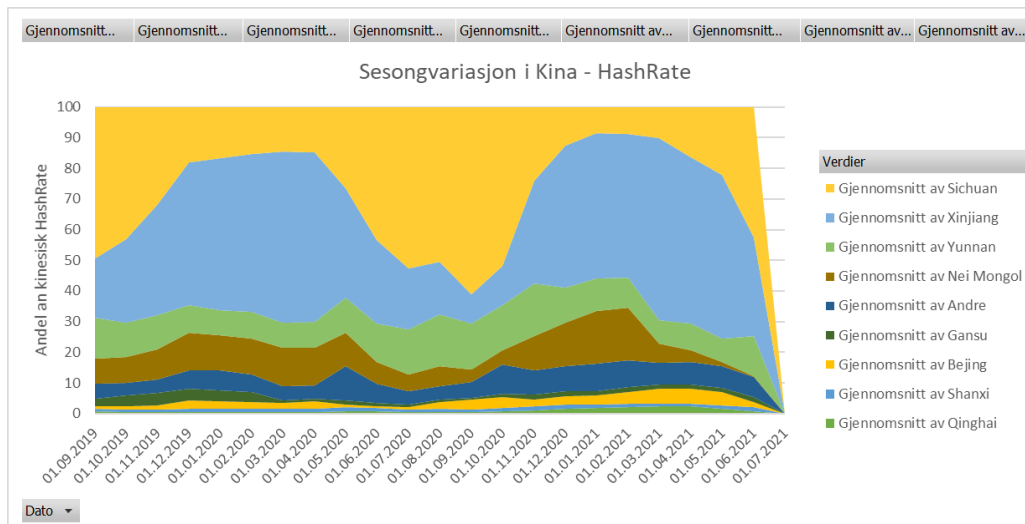
### 6.1.3 Test for korrelasjon mellom Energikilder og sesongvariasjoner i Kina ved mining av Bitcoin (Hypotese 3 og 4)

Den siste testen som tar for seg korrelasjon er gjennomført med hensikt å se om sesongvariasjoner har påvirkning på hvilken type energikilde som benyttes ved mining av Bitcoin i Kina. Ut ifra lokasjonen som er brukt til mining i Kina, benyttes Xinjiang i stor grad på senhøst og vinter, når det er såkalt tørrsesong. På den andre siden blir Sichuan benyttet på vår/sommer og tidlig høst når det er et fuktigere klima. Teorien sier at kullkraft benyttes i stor grad når det er tørrsesong og at vannkraft benyttes når årstiden er fuktigere (University of Cambridge, 2021). Vi ønsker derfor å teste om det er en positiv korrelasjon for når kullkraft benyttes og når lokasjonen Xinjiang benyttes til mining. I tillegg om det i samme tilfelle er positiv korrelasjon for når vannkraft benyttes og når lokasjonen Sichuan benyttes til mining. På grunn av begrenset tilgjengelighet når det kommer til data for hvilke energikilder som er benyttet etter juni 2021 som følge av Kinas mining-forbud er testen kun basert fra perioden september 2019 til og med juni 2021. Under ser vi en oversikt over utviklingen i både energimiksen og sesongvariasjonene i Kina i den gitte perioden:



Figur 13. "Oversikt over hvilke energikilder - Bitcoin"





Figur 14. "Sesongvariasjon i Kina basert på hashrate - Bitcoin"

Etter juni 2021 ser vi også en økning i kull og natur olje. Dette skyldes at miningen som foregikk i Kina ble flyttet til andre land, størstedelen til Kasakhstan og USA. På kort sikt er det kun kullkraft og andre ikke-fornybare energikilder som klarer å skalere opp på det energinivået som kreves (de Vries et al., 2022).

#### 6.1.3.1 Test mellom mininglokasjon og energimiks som benyttes ved mining av Bitcoin (Hypotese 3 og 4)

For å gjennomføre en test for korrelasjon har vi tatt utgangspunkt i kull og vannkraft og testet dette opp mot Xinjiang og Sichuan. Xinjiang er den lokasjonen som er mest utbredt når det er tørresesong og Sichuan er mest utbredt når klimaet er mer fuktig (University of Cambridge, 2021). For å teste om det er en positiv korrelasjon bør det i perioden oktober til mai være benyttet kullkraft i større grad enn resten av året. På den andre siden bør det være en større andel av vannkraft som benyttes i perioden fra mai til oktober om teorien stemmer. Vi tester derfor om det er en positiv korrelasjonen for når kullkraft benyttes og når miningen foregår i Xinjiang, og om det er en positiv korrelasjon for når vannkraft benyttes og når miningen foregår i Sichuan. Hypotesene utformes slik:

*H<sub>A</sub>: Det er en positiv korrelasjon for når kullkraft benyttes og når lokasjonen Xinjiang benyttes til mining av Bitcoin.*

$H_0$ : Det er ikke en positiv korrelasjon for når kullkraft benyttes og når lokasjonen Xinjiang benyttes til mining av Bitcoin.

Matematisk fremstilles hypotesen på følgende måte, hvor  $\rho$  er et tegn for korrelasjon:

$$H_A: \rho > 0$$

$$H_0: \rho \leq 0$$

Kryptovaluta	Alternativ hypotese:	Korrelasjon	$\alpha$	</>	Resultat	Resultat
Bitcoin	2019	0,98756432	Kullkraft - Xinjiang			
Bitcoin	2020	0,97781304				
Bitcoin	2021	0,77121097				
Bitcoin	2019,2020,2021 > 0	0,899237822	0,01	>	1,27741E-08	Signifikant

Tabell 5. Vedlegg 5. "Test for korrelasjon, kull - Xinjiang"

$H_A$ : Det er en positiv korrelasjon for når vannkraft benyttes og når lokasjonen Sichuan benyttes til mining av Bitcoin.

$H_0$ : Det er ikke en positiv korrelasjon for når vannkraft benyttes og når lokasjonen Sichuan benyttes til mining av Bitcoin.

Matematisk fremstilles hypotesen på følgende måte, hvor  $\rho$  er et tegn for korrelasjon:

$$H_A: \rho > 0$$

$$H_0: \rho \leq 0$$

Kryptovaluta	Alternativ hypotese:	Korrelasjon	$\alpha$	</>	Resultat	Resultat
Bitcoin	2019	0,99996846	Vannkraft - Sichuan			
Bitcoin	2020	0,99700428				
Bitcoin	2021	0,98005625				
Bitcoin	2019,2020,2021 > 0	0,955439695	0,01	>	4,63292E-12	Signifikant

Tabell 6. Vedlegg 5. "Test for korrelasjon, vannkraft - Sichuan"

Begge testene er relatert til forskningsspørsmål 1. Ut ifra testene ser vi at begge to signaliserer en signifikant positiv korrelasjon og vi kan dermed forkaste nullhypotesen i begge tilfellene. Det betyr at vi kan slå fast at teorien stemmer i forhold til sesongvariasjonene i Kina. Resultatet forteller oss dermed at hvilken energikilde som ble benyttet til mining av Bitcoin avhenger av årstiden. Valg av energikilde baseres på grunnlag

av pris og tilgjengelighet, hvor en ønsker tilgang på mest mulig strøm til en lavest mulig pris (Meholm, 2018, s. 180). Tilgjengeligheten på vannkraft er billigere når det er sesong for dette, samtidig som prisen også vil være lavere når det er et fuktig klima. Tilfellet vil være motsatt for kullkraft. Knytter vi dette opp mot forskningsspørsmål 1, gir det grunnlag for å fortelle oss i hvilken grad energiforbruket stammer fra ikke-fornybare eller fornybare kilder. Det bør igjen nevnes at testen dreier seg om mining av Bitcoin i Kina og representerer ikke resten av verden, men det gir likevel en indikasjon på utviklingen ettersom Kina alene stod for alt fra 40-70 % av all miningen i verden frem til forbudet inntraff (University of Cambridge, 2021). Samtidig kan det også diskuteres hvilken effekt Kinas forbud faktisk har hatt for klimaet. Hensikten med forbudet var åpenbart å forby mining av Bitcoin på grunn av de negative konsekvensene knyttet til miljø og klima (Quiroz-Gutierrez, 2022). Likevel viser det seg at andelen av fornybare energikilder har blitt redusert fra 41,6 % til 25,1 % som følge av Kinas mining-forbud (de Vries et al, 2022). De mener videre at denne reduksjonen kommer av at energien som før stammet fra vannkraft i Kina (ved fuktige årstider) nå er byttet ut med kullkraft i andre land og da særlig USA og Kasakhstan. De Vries (2019) konkluderer i en annen artikkel at energiforbruket ikke er det eneste klimaproblemet knyttet til Bitcoin og konsensusmekanismen PoW, og mener fornybare energikilder ikke vil løse klimautfordringene som er knyttet til PoW. Han argumenterer her for at det heller bør gjøres en endring i konsensusmekanismen som benyttes, og foreslår PoS som en mulig løsning på problemet.

## 6.2 Test av utviklingen til markedsverdi sammenlignet med foregående år (Hypotese 5)

Utviklingen i markedsverdien til både Bitcoin og Ethereum har jevnt over hatt en økning fra år til år. En økning fra år til år indikerer en positiv trend som sier noe om hvordan utviklingen har vært. Det bør her nevnes at det er ingen garanti for at en eventuell positiv trend vil fortsette, men det gir oss en bredere oversikt over utviklingen som har vært de siste årene. Testen tar for seg inneværende år sammenlignet med det foregående året, hvor det er en antagelse om at inneværende år vil ha en høyere gjennomsnittlig markedsverdi enn det foregående året. Antagelsen baserer seg på at utviklingen de siste årene har vært svært volatil, samtidig som det jevnt over har vært en økning (CoinMarketCap, 2022). Selv om trenden har vært økende den siste perioden, sier det lite om økningen fra år til år statistisk sett. Testen tar

for seg både Bitcoin og Ethereum fra årene 2017 til 2021. Også denne testen knyttes til forskningsspørsmål 1 og har følgende alternativ- og nullhypotese:

$H_A$ : Inneværende år har høyere gjennomsnittlig markedsverdi enn foregående år.

$H_0$ : Inneværende år har ikke høyere gjennomsnittlig markedsverdi enn foregående år.

Matematisk fremstilles hypotesen på følgende måte, hvor  $\bar{x}$  er et tegn for gjennomsnitt, n for inneværende år og n-1 for foregående år:

$$H_A: \bar{x} \text{ år } n > \bar{x} \text{ år } n-1$$

$$H_0: \bar{x} \text{ år } n \leq \bar{x} \text{ år } n-1$$

Kryptovaluta	Alternativ hypotese:	Gjennomsnittlig market cap	P-verdi < 0,05	Resultat
Bitcoin	2018 > 2017	129 661 355 284 > 66 860 727 210	0,05 > $14,8 * 10^{-44}$	Signifikant
Bitcoin	2019 > 2018	131 349 447 040 > 129 661 355 284	0,05 < 0,29	Ikke signifikant
Bitcoin	2020 > 2019	203 719 246 412 > 131 349 447 040	0,05 > $15,0 * 10^{-45}$	Signifikant
Bitcoin	2021 > 2020	889 879 950 921 > 203 719 246 412	0,05 > $3,3 * 10^{-304}$	Signifikant

Tabell 7. Vedlegg 6. "Test for utviklingen av markedsverdi - Bitcoin"

Kryptovaluta	Alternativ hypotese:	Gjennomsnittlig market cap	P-verdi < 0,05	Resultat
Ethereum	2018 > 2017	48 057 733 218 > 21 136 743 637	0,05 > $9,1 * 10^{-45}$	Signifikant
Ethereum	2019 > 2018	19 349 887 969 < 48 057 733 218	0,05 < 0,16	Ikke signifikant
Ethereum	2020 > 2019	34 284 011 617 > 19 349 887 969	0,05 > $16,5 * 10^{-52}$	Signifikant
Ethereum	2021 > 2020	324 603 114 512 152 > 34 284 011 617	0,05 > $4,5 * 10^{-208}$	Signifikant

Tabell 8. Vedlegg 7. "Test for utviklingen av markedsverdi - Ethereum"

Resultatet for både Bitcoin og Ethereum viser en positiv trend for alle år med unntak fra 2018 til 2019, hvor det ikke kan påvises et signifikant resultat. Vasiliauskaite et al., (2021) forklarer at prisen på Bitcoin hadde steget svært mye på kort tid fra november til desember 2017, noe som resulterte i en korreksjon i løpet av 2018. Til tross for en korreksjon i 2018 var prisnivået i starten av 2018 likevel på et relativt høyt nivå. Dette bidro til at gjennomsnittlig markedsverdi for 2018 var på et relativt høyt nivå. På den andre siden steg prisen på Bitcoin i løpet av 2019, men på grunn av en nedadgående kurve i 2018 startet 2019 på et lavt prisnivå. Dette var med på å redusere gjennomsnittet for 2019. Artikkelen over tok kun for seg Bitcoin, men en annen artikkel skrevet av Dimpfl & Peter (2018) hevder at bobla i 2017 og korreksjonen i 2018 også gjelder for Ethereum, som også støttes av resultatet vi har fått over

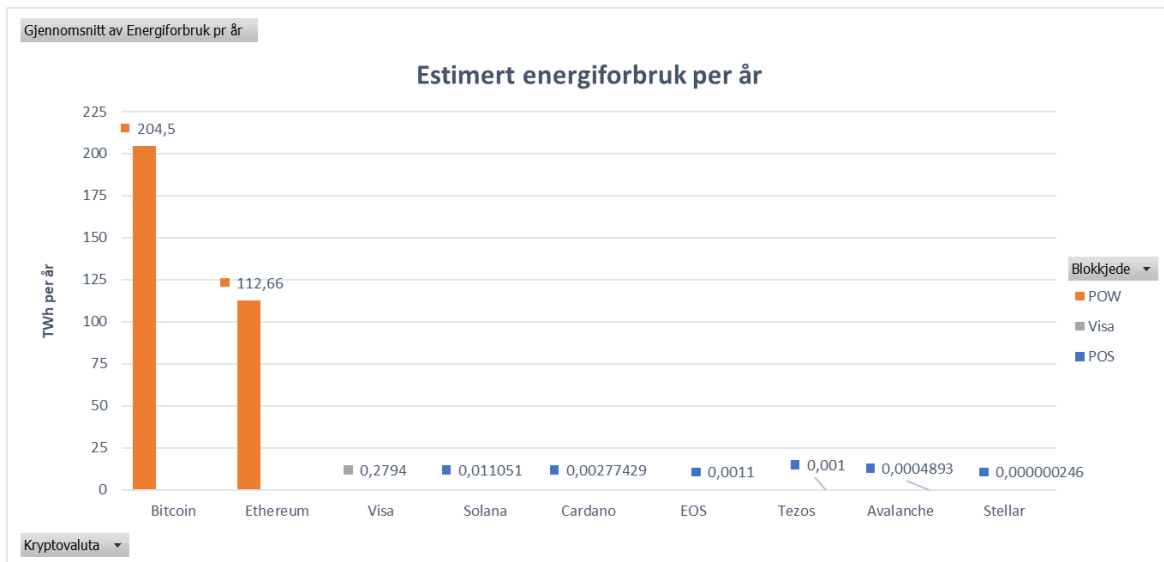
(tabell 7 og 8) hvor vi ser samme gjennomsnittlige utvikling for både Bitcoin og Ethereum. For å knytte resultatet opp mot forskningsspørsmål 1 vet vi fra hypotese 1 at markedsverdi og energiforbruk korrelerer positivt med hverandre. Dette tyder på at om den positive trenden i markedsverdi fortsetter, vil også energiforbruket fortsette å øke.

### 6.3 PoW vs PoS vs Visa

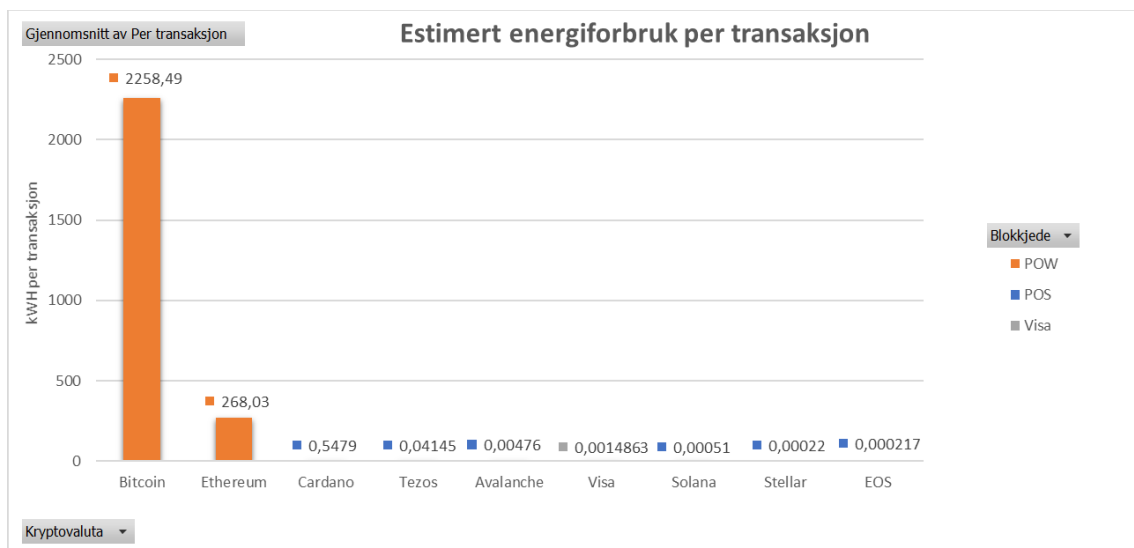
Teorien er tydelig på at PoS både er mindre energikrevende og har lavere CO<sub>2</sub>-utslipp enn PoW. Det er derimot mindre kjent hvor stor forskjellen er og hvordan dette utspiller seg tallmessig, og derfor noe vi ønsker å se nærmere på. Vi valgt å inkludere Visa for å kunne gjøre sammenligningene enda mer relevante, og for å få et bredere virkelighetsperspektiv knyttet til det vi i dag bruker og har kjennskap til. I tilfellene der vi sammenligner per år, vil det være sammenligning av det aktuelle året og det foregående året. I tillegg vil det være mer nøyaktig å ta utgangspunkt i dataen som viser per transaksjon ettersom vi ikke vet hvordan priser og markedsverdi vil utvikle seg fremover for de ulike kryptovalutaene eller for Visa. Figurene som tar for seg årlig data representerer derfor forbruk og utslipp i nåtid, og vil derfor ikke nødvendigvis være lik som figurene som viser data per transaksjon. En sammenligning mellom PoW og PoS er nødvendig for å forstå forskjellene.

#### 6.3.1 Energiforbruk per år og per transaksjon

Vi har sammenlignet energiforbruket til PoW, PoS og Visa. Dataen tar både for seg årlig estimert energiforbruk og estimert energiforbruk per transaksjon. Grafene tar utgangspunkt i data fra 2021. I tillegg er også tallmaterialet for PoS og Visa omgjort til samme verdi som Bitcoin og ethereum (TWh og KWh), dette for å kunne sammenligne tallene og sette de opp mot hverandre i samme graf.



Figur 15. "Estimert årlig energiforbruk"



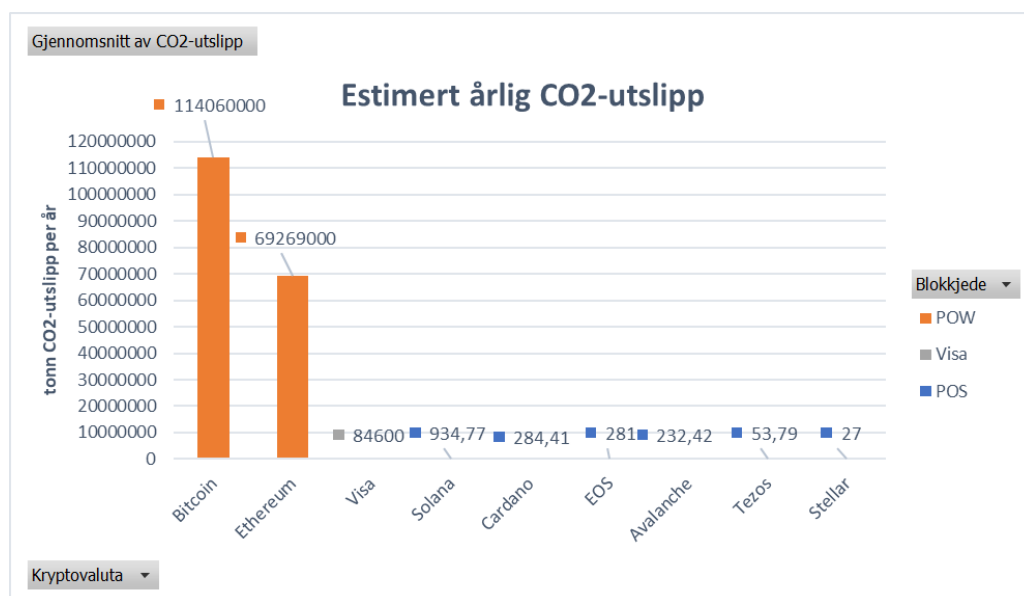
Figur 16 - "Estimert energiforbruk per transaksjon"

Ut ifra grafene ser vi et tydelig skille mellom Bitcoin og Ethereum som benytter PoW og de resterende som bruker PoS, samt Visa. Selv Visa som har rundt 180 milliarder transaksjoner de siste årene har enormt mye lavere årlig energiforbruk enn både Bitcoin og ethereum (Statista, 2022). Når vi setter disse opp mot hverandre per transaksjon får vi et mer riktig bilde på det faktiske energiforbruket. Vi må bruke tall som verdier for å kunne identifisere størrelsen på PoS og Visa for å i det hele tatt kunne sammenligne med PoW. Det er interessant at det innad blant PoS-brukerne er store forskjeller når det kommer til energiforbruk per transaksjon, noe som gjør enkelte mer attraktive enn andre sett fra et

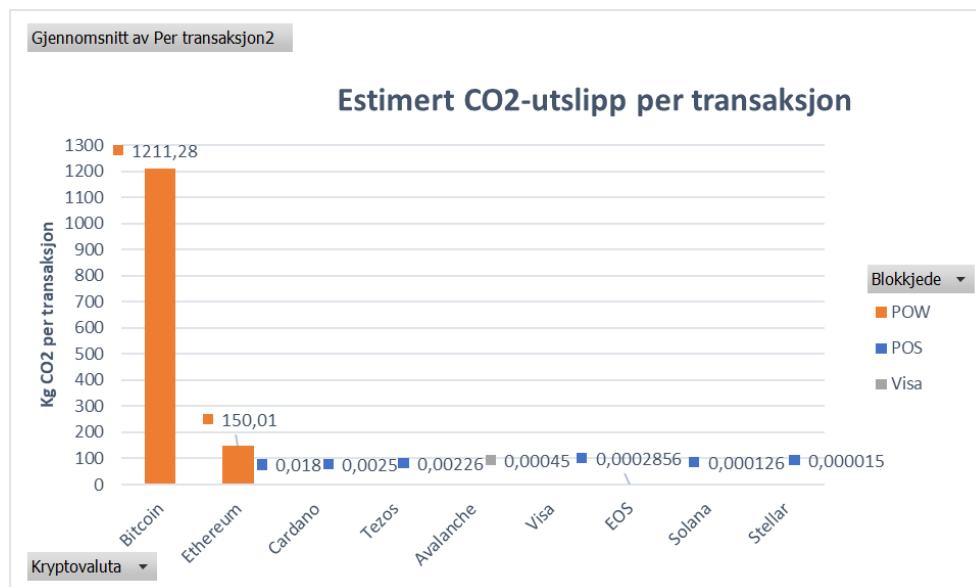
klimaperspektiv. Hensikten med å ta med Visa i denne oppstillingen er for å gjøre det hele mer sammenlignbart, og det vil også gjøre det lettere å få et helhetlig bilde av forskjellene fordi vi kjenner til Visa fra før av. Forskjellene bekrefter også hva teorien antyder om at PoS har lavere energiforbruk enn PoW (Digiconomist, 2022).

### 6.3.2 CO2-utslipp per år og per transaksjon

Det er her snakk om CO2-utslipp knyttet til PoW, PoS og Visa. Også her er det benyttet både årlig data og data per transaksjon. Det er benyttet data fra 2021 og verdiene er satt til tonn og kilo.



Figur 17. "Estimert årlig CO2-utslipp"



Figur 18. "Estimert CO2-utslipp per transaksjon"

Vi ser at grafen er relativ lik som for estimert energiforbruk, og ser tydelig forskjellene mellom PoW og PoS. I tillegg ser vi at det er en mer naturlig sammenligning mellom PoS og Visa når det kommer til både energiforbruk og CO2-utslipp. Flere PoS-brukere har som mål å bli helt karbonnøytrale i løpet av de neste årene (EOS, 2022), noe som vil gjøre utslippene enda lavere enn de er i dag. Om det faktisk blir tilfellet gjenstår å se, men det er ingen tvil om at det vil skape et bærekraftig konkurransefortrinn. Schinckus (2020) tydeliggjør de negative ringvirkningene PoW har når det kommer til klimautslipp, og mener det bør bli et større fokus på andre konsensusmekanismer, som for eksempel PoS (Schinckus, 2020). Dette støttes også av de Vries (2021) og av grafene i figur 15 og 17. Grafene synliggjør hvor enorme forskjeller det er mellom PoW og PoS. For avhandlingens del er dette knyttet direkte til avhandlingens problemstilling, og derfor svært relevant ettersom vi får et tydelig bilde på forskjellene. Kapittel 6.3 knyttes til forskningsspørsmål 2, men også direkte til avhandlingens problemstilling.

## 6.4 Test mellom PoS og Visa

Grunnen til at vi har valgt å teste PoS opp mot Visa er for å sammenligne mulige kilder til betaling opp mot det mest kjente betalingsmiddelet som brukes i dag. Selv blant PoS-brukere er det også store forskjeller når det kommer til energiforbruk og CO2-utslipp, i henhold til figur 16 og 18. Det vil derfor være interessant å se på hvordan et felles gjennomsnitt av de



utvalgte PoS-brukerne står seg mot Visa. I dag bruker store deler av verden Visa som betalingssystem (Visa, 2022), samtidig som kryptovalutaer som benytter PoW eller PoS har som formål å kunne brukes som en kilde til betaling. Sett fra et klimaperspektiv vet vi fra tidligere grafer (Figur 15 og 17) at forskjellene mellom PoS og PoW er enorme, men det kommer ikke like tydelig frem hvordan PoS er sammenlignet med Visa. Vi har derfor testet denne relasjonen, hvor det fra før er lite teori på dette området. På bakgrunn av de fremstilte grafene i kapittel 5.4 har vi en formening om at gjennomsnittet av PoS-brukerne vil ha et lavere energiforbruk og CO2-utslipp enn Visa.

#### 6.4.1 Test av energiforbruk per transaksjon mellom PoS og Visa (Hypotese 6)

Her tester vi gjennomsnittlig energiforbruk mellom de seks utvalgte PoS-brukerne og Visa. Selv om det er ulikheter når det kommer til energiforbruk blant PoS-brukerne har vi likevel en formening om at gjennomsnittlig energiforbruk for disse vil være lavere enn energiforbruket til Visa. Testen knytter seg til forskningsspørsmål 2 og det utledes følgende alternativ -og nullhypotese:

$H_A$ : PoS-brukere har lavere energiforbruk per transaksjon enn Visa

$H_0$ : PoS-brukere har ikke lavere energiforbruk per transaksjon enn Visa

Alternativ hypotese:	Energiforbruk pr. transaksjon (KWh)	POS	</>	VISA	Resultat
Cardano < Visa	Energiforbruk pr. transaksjon (KWh)	547 900 000	>	1486300	Visa minst energikrevende
Stellar < Visa	Energiforbruk pr. transaksjon (KWh)	220 000	<	1486300	Stellar minst energikrevende
Tezos < Visa	Energiforbruk pr. transaksjon (KWh)	41 450 000	>	1486300	Visa minst energikrevende
EOS < Visa	Energiforbruk pr. transaksjon (KWh)	217 000	<	1486300	EOS minst energikrevende
Solana < Visa	Energiforbruk pr. transaksjon (KWh)	510 000	<	1486300	Solana minst energikrevende
Avalanche < Visa	Energiforbruk pr. transaksjon (KWh)	4 760 000	>	1486300	Visa minst energikrevende

Tabell 9. "PoS vs Visa energiforbruk per transaksjon"

Alternativ hypotese:	Energiforbruk pr. transaksjon (KWh)	$\alpha$	</>	Resultat	Resultat
Gjennomsnittlig POS < VISA	0,09917 > 0,001486	0,05	<	0,161	Ikke signifikant

Tabell 10. Vedlegg 8. "Test av energiforbruk per transaksjon -PoS vs Visa"

Resultatet viser at det ikke kan påvises en signifikant forskjell når det kommer til at PoS-brukere har lavere energiforbruk enn Visa. Nullhypotesen må beholdes, og kan derfor ikke forkastes. Det som er interessant er at tre av de seks PoS-brukerne har lavere energiforbruk enn Visa, og tre som har høyere. Det tyder på at hvilke PoS-bruker som velges vil ha betydning på energiforbruk som benyttes. Selv om enkelte brukere har lavere energiforbruk enn Visa er det likevel ikke representativt for det samlede gjennomsnittet. For

forskningsspørsmål 2 betyr resultatet fra hypotese 6 at hvilke PoS-bruker som velges vil ha betydning for om det er å regne som en bærekraftig kilde til betaling eller ikke. Den gjennomsnittlige PoS-bruker kan derimot ikke påvise lavere energiforbruk per transaksjon enn Visa.

#### 6.4.2 Test av CO2-utslipp per transaksjon mellom PoS og Visa (Hypotese 7)

Denne testen tar for seg hvordan utslipp av CO2 per transaksjon utspiller seg mellom PoS og Visa. Testen knytter seg til avhandlingens forskningsspørsmål 2. Antagelsen vår er at Visa vil ha høyere CO2-utslipp enn PoS per transaksjon. Også her baseres antagelsen på grafene som er fremstilt i kapittel 5.4. Det gir oss følgende hypoteser:

$H_A$ : PoS-brukere vil ha lavere CO2-utslipp per transaksjon enn Visa

$H_0$ : PoS-brukere vil ikke ha lavere CO2-utslipp per transaksjon enn Visa

Alternativ hypotese:	CO2-utslipp per transaksjon (g)	POS	</>	VISA	Resultat
Cardano < Visa	CO2-utslipp per transaksjon (g)	18	>	0,45	Visa minst CO2-utslipp
Stellar < Visa	CO2-utslipp per transaksjon (g)	0,02	<	0,45	Stellar minst CO2-utslipp
Tezos < Visa	CO2-utslipp per transaksjon (g)	2,5	>	0,45	Visa minst CO2-utslipp
EOS < Visa	CO2-utslipp per transaksjon (g)	0,29	<	0,45	EOS minst CO2-utslipp
Solana < Visa	CO2-utslipp per transaksjon (g)	0,13	<	0,45	Solana minst CO2-utslipp
Avalanche < Visa	CO2-utslipp per transaksjon (g)	2,3	>	0,45	Visa minst CO2-utslipp

Tabell 11. "PoS vs Visa CO2-utslipp per transaksjon"

Alternativ hypotese:	Energiforbruk pr. transaksjon (KWh)	$\alpha$	</>	Resultat	Resultat
Gjennomsnittlig POS < VISA	0,00386 > 0,00045	0,05	<	0,143	Ikke signifikant

Tabell 12. Vedlegg 8. "Test av CO2-utslipp per transaksjon - PoS vs Visa"

I likhet med den foregående testen ser vi også her tre brukere med lavere verdier enn Visa, i dette tilfellet CO2-utslipp per transaksjon. Resultatet er derimot ikke signifikant og nullhypotesen kan heller ikke i dette tilfellet forkastes. Vi har derfor ikke grunnlag for å si at gjennomsnittlige PoS-brukere har lavere CO2-utslipp enn Visa per transaksjon. Knytter vi dette opp mot forskningsspørsmål 2 vil det også her ha betydning når det kommer til valg av PoS-bruker. Med Visa som utgangspunkt vet vi at tre av de seks testede PoS-brukerne vil ha lavere CO2-utslipp og tre vil ha høyere CO2-utslipp enn Visa. For å kunne overleve som en kilde til betaling over tid bør det nok være et minstekrav om at både energiforbruk og CO2-utslipp per transaksjon er lavere enn for Visa. På bakgrunn av FNs klimarapport fra 2021 er

det også utenkelig at noe som har høyere klimautslipp enn en allerede aktiv betalingskilde i form av Visa er veien å gå (IPCC, 2021).

Videre trekker de to foregående testene fra henholdsvis kapittel 6.4.1 og 6.4.2 oss over til det såkalte «blokkjede-trilemmaet». Trilemmaet tar for seg tre elementer som et betalingssystem i en perfekt verden ville inneholdt. Disse tre er desentralisering, sikkerhet og skalerbarhet. Foreløpig er det ingen kilde til betaling som har klart å tilfredsstille alle tre elementene samtidig (Vitalik, 2021). PoW-brukere sies for eksempel å være desentraliserte og sikre, men skalerbarhetene er derimot mangelfull når hensikten er å benytte det som en kilde til betaling (Conti et al., 2019). Kritikken mot PoS (slik konsensusmekanismen er nå) går derimot på at sikkerheten antas å være lavere enn den er ved PoW (Conti et al., 2019). Likevel er sikkerhetselementet svært viktig dersom en overgang fra PoW til PoS skal være mulig. Det er flere splittede meninger om sikkerhetselementet, hvor PoW-brukere argumenterer for at sikkerheten til en blokkjede blir høyere ved økt bruk av energi (Valestrand, 2022). På den andre siden argumenterer PoS-brukere for at sikkerheten øker desto flere innehavere PoS-nettverket har. Samtidig nevnes det at beløpene som kreves for å få majoritetsandelen (minimum 51%) er så store med dagens priser at det vil være urealistisk at noen vil kunne få til (Conway, 2022). En av grunnleggerne til Ethereum, Vitalik Buterin, mener derimot at Ethereum har klart å løse blokkjede-trilemmaet med oppgraderingene og overgangen til PoS. Han mener Ethereum 2.0 vil kunne være sikkert, desentralisert og skalerbar, som vil gi et enormt konkurransefortrinn (Buterin, 2021). Om det faktisk vil være tilfellet gjenstår derimot å se.

Samtidig kan også volatiliteten til de ulike PoS-brukerne trekkes inn når det er snakk om evnen til å kunne fungere som en kilde til betaling. Hvor mye prisene endrer seg på årlig basis har vist seg å være svært store de siste årene. Disse svingningene vil gjøre det vanskelig å fungere optimalt som et betalingsmiddel. For eksempel vil det være svært ugunstig at prisen en betaler for en vare i dag, kan være mye lavere eller høyere kort tid etter kjøpet er gjennomført. Utfordringen knyttet til volatiliteten kan fikses ved å ta i bruk en stablecoin som er knyttet til en fiat-valuta (Meholm, 2018, s. 104). En fiat-valuta er en valuta som er statlig utstedt uten noen iboende verdi i seg, for eksempel USD, NOK eller EUR (Chen, 2022). En stablecoin vil til enhver tid være like mye verdt som fiat-valutaen den er knytte til, og dermed

fjerne volatiliteten. Norge kan for eksempel utvikle sin egen digitale valuta som er knyttet opp mot den norske krone.

## 6.5 Oppsummering av testresultatene

En oppsummering av resultatene knyttet til de syv hypotesene er presentert under i figur 23:

Hypoteser		Resultat
Hypotese 1	$H_A$ : Det er en positiv korrelasjon mellom markedsverdi og energiforbruk $H_0$ : Det er ikke en positiv korrelasjon mellom markedsverdi og energiforbruk	Signifikant for alle år
Hypotese 2	$H_A$ : Det er en positiv korrelasjon mellom hashrate og elektronisk avfall $H_0$ : Det er ikke en positiv korrelasjon mellom hashrate og elektronisk avfall	Signifikant for alle år
Hypotese 3	$H_A$ : Det er en positiv korrelasjon for når kullkraft benyttes og når lokasjonen Xinjiang benyttes til mining av Bitcoin $H_0$ : Det er ikke en positiv korrelasjon for når kullkraft benyttes og når lokasjonen Xinjiang benyttes til mining av Bitcoin	Signifikant for alle år
Hypotese 4	$H_A$ : Det er en positiv korrelasjon for når vannkraft benyttes og når lokasjonen Sichuan benyttes til mining av Bitcoin $H_0$ : Det er ikke en positiv korrelasjon for når vannkraft benyttes og når lokasjonen Sichuan benyttes til mining av Bitcoin	Signifikant for alle år
Hypotese 5	$H_A$ : Inneværende år har høyere gjennomsnittlig markedsverdi enn foregående år $H_0$ : Inneværende år har ikke høyere gjennomsnittlig markedsverdi enn foregående år	2018 > 2017 Signifikant 2019 > 2018 Ikke signifikant 2020 > 2019 Signifikant 2021 > 2020 Signifikant
Hypotese 6	$H_A$ : PoS-brukere har lavere energiforbruk per transaksjon enn Visa $H_0$ : PoS-brukere har ikke lavere energiforbruk per transaksjon enn Visa	Ikke signifikant
Hypotese 7	$H_A$ : PoS-brukere har lavere CO2-utslipp per transaksjon enn Visa $H_0$ : PoS-brukere har ikke lavere CO2-utslipp per transaksjon enn Visa	Ikke signifikant

Figur 19. "Illustrering av testresultater fra hypotesetestene"

## 7.0 Avslutning

### 7.1 Oppsummering

Formålet med avhandlingen er å besvare problemstillingen, som er som følger:

*“En undersøkelse i om Proof of Stake (PoS) vil løse klimautfordringene Proof of Work (PoW) står overfor”.*

Videre er det utformet to forskningsspørsmål som knyttes direkte til avhandlingens problemstilling:

1. *Hvordan påvirkes energiforbruket og det elektroniske avfallet knyttet til PoW over tid?*
2. *Vil PoS-brukere kunne fungere som en bærekraftig kilde til betaling?*

For å besvare det første forskningsspørsmålet er det presentert empirisk data og presentert fem hypotesetester. Hypotesene som knyttes til forskningsspørsmål 1 er hypotese 1, 2, 3, 4 og 5. Forskningsspørsmål 2 vil også baseres på bakgrunn av empirisk data og hypotesetester, hvor hypotese 6 og 7 knyttes til forskningsspørsmål 2.

Bærekraft er og har de siste tiårene blitt en viktigere del av virksomheters forretningsutvikling og strategier (Solberg og Valseth, 2016). Avhandlingen har som formål å finne ut om PoS vil kunne løse klimautfordringene PoW står overfor. Det er da knyttet til energiforbruk og klimautslipp i forhold til å utvinne kryptovaluta først og fremst, men det er også blitt presentert muligheter blokkjedeteknologien kan tilføre verden i kampen mot å nå FNs bærekraftsmål. Blokkjedeteknologien kan også tilrettelegge for kryptovaluta som et betalingsmiddel for å redusere transaksjonskostnader og kutte ut unødvendige mellomledd. For at transaksjonskostnadene skal reduseres, så bør konsensusmekanismen PoW byttes ut med et alternativ som takler et betydelig trykk på blokkjedenettverket. PoS kan være et alternativ dersom sikkerheten blir ivaretatt selv med flere hundre millioner brukere.

Innledningsvis er det gjort kjent hvordan blokkjedeteknologien kan hjelpe verden i å nå blant annet flere av FNs bærekraftsmål, og samtidig være en teknologi for tiden fremover (United

Nations, 2021). Sentralt i denne prosessen er blokkjedens evne til å være transparent, åpen og uavhengig fra en tredjepart. Per tid er det lite kunnskap rundt dette og samtidig vil det nok også være en prosess som vil kreve mye ressurser. Det er derfor ikke nødvendigvis like enkelt å implementere teknologien eller gjøre endringer som tilpasser dette, selv om løsningen i seg selv er god. I dag er det knyttet et stigma rundt blokkjedeteknologien og kryptovaluta om at det er utrygt, spekulativt og unødvendig (Voskobojnikov et al., 2021). På den andre siden ser vi at teknologien blir mer og mer brukt i store og kjente virksomheter, som for eksempel, Equinor, Samsung og Microsoft (Meholm, 2018, s.84). Dette er med på å «ufarliggjøre» teknologien, i og med at seriøse selskaper tar i bruk teknologien og synliggjør dermed dens potensiale. Et viktig steg for blokkjedeteknologien er naturligvis å bli implementert i virksomheter, og bli en del av deres hverdag. På den måten kan omverden bli kjent med teknologiens enorme potensiale og dens fordeler.

Går vi videre til resultatene fra avhandlingens analysedel kommer det tydelig frem i kapittel 6.3 at PoS har betydelig lavere energiforbruk og CO<sub>2</sub>-utslipp enn PoW. I tillegg vil det elektroniske avfallet knyttet til PoS være på samme nivå som en vanlig persons forbruk, og vil derfor være på et mye lavere nivå enn Bitcoin, som representerer PoW. Funnene viser også en økende trend i både energiforbruk, CO<sub>2</sub>-utslipp og elektronisk avfall. Dette betyr at forskjellene mellom PoW og PoS kan bli enda større i tiden fremover om trenden fortsetter. Dette støttes også opp av hypotese 5, hvor den gjennomsnittlige markedsverdien de siste årene har vært økende for alle årene med unntak av fra 2018 til 2019. Kryptovalutaer har som formål å bli brukt som en kilde til betaling. Skal PoS løse klimautfordringene som PoW står overfor, er de nødt til å kunne være en bærekraftig kilde til betaling.

På bakgrunn av dette viser derimot testene oss at den gjennomsnittlige PoS-brukeren ikke kan påvise et lavere energiforbruk eller CO<sub>2</sub>-utslipp enn Visa (hypotese 6 og 7). Sammenligner vi derimot PoS-brukerne enkeltvis, er det tre brukere som har lavere og tre som har høyere energiforbruk og CO<sub>2</sub>-utslipp. Det trekkes i retning av at hvilke PoS-bruker som velges vil ha stor betydning, og at en PoS-bruker med lavere klimautslipp enn Visa vil kunne ha et større potensiale til å bli benyttet som en kilde til betaling. Det som derimot taler imot dette argumentet, er de voldsomme svingningene i form av svært høy volatilitet, som vi kan se i tabell 1 under kapittel 5.5. Her er derimot en løsning å ta i bruk en stablecoin, hvor prisen er knyttet til en tradisjonell valuta, ofte kalt fiat-valuta.

Videre har vi kunne påvise ulike faktorer som påvirker utviklingen til energiforbruket og det elektroniske avfallet gjennom hypotese 1 og 2. Resultatene viser at markedsverdien til Bitcoin og Ethereum korrelerer positivt med energiforbruket til Bitcoin og Ethereum. I tillegg korrelerer det elektroniske avfallet til Bitcoin positivt med Bitcoins hashrate. Som nevnt tidligere, bør det igjen presiseres at testene for korrelasjon ikke er isolerte. Det betyr at det ikke kan utelukkes at andre utenforliggende årsaker kan påvirke resultatene. I tillegg har vi kunne påvise gjennom hypotese 3 og 4 at sesongvariasjoner påvirker valget av energikilde som benyttes ved mining av Bitcoin i Kina.

## 7.2 Begrensninger og vårt akademiske bidrag

I løpet av arbeidet med masteravhandlingen har vi møtt flere begrensninger. Blant annet utilgjengelige forskningsartikler, mangelfull sekundærdata og generelt lite forskning om klimaeffekter relatert til blokkjedeteknologi. Flere interessante artikler og data har vært skjult bak betalingsmurer, og vi har derfor måtte prøve å finne alternative artikler og data. Det har ikke alltid vært mulig, og har derfor blitt en begrensning for arbeidet vårt.

Blokkjedeteknologi og kryptovaluta er relativt nytt, og er en av grunnene til mangelfull sekundærdata. Mye av dataen knyttet til elektronisk avfall og klimapåvirkningen PoW har på miljøet finnes ikke, eller er svært begrenset. I hovedsak finnes det mest data knyttet til Bitcoin, mye på grunn av dens størrelse og posisjon.. Det har derfor til tider vært vanskelig å finne sammenligningsgrunnlag mellom PoW og PoS, og mellom forskjellige kryptovalutaer.

Likevel har sekundærdataen som er blitt benyttet vært tilfredsstillende nok til å gjennomføre alle de syv hypotesene og besvare avhandlingens to forskningsspørsmål. Avhandlingen har vist hva som påvirker utviklingen i energiforbruket og det elektroniske avfallet, samt tydeliggjort forskjellene mellom PoW og PoS sett fra et klimaperspektiv. På bakgrunn av dette kan avhandlingen bidra til å forstå konsekvensene konsensusmekanismen PoW har på miljøet. Samtidig kan det bidra til en bredere forståelse når det kommer til hvordan klimautfordringene kan reduseres, ettersom en både har funnet ut hva som påvirker utviklingen og presentert en mer klimavennlig konsensusmekanisme i form av PoS. Videre bidrar avhandlingen med å sette fokus på å bekjempe klimaendringene og vil med det fremme

FNs bærekraftsål nr. 13. Avslutningsvis vil avhandlingen kunne bidra med mer fokus og forskning på et felt som trenger større oppmerksomhet i tiden fremover.

### 7.3 Konklusjon

Tar vi for oss forskningsspørsmål 1 vil konklusjonen være at energiforbruket påvirkes av markedsverdien. Det elektroniske avfallet påvirkes av hashrate. Det betyr at en økning eller reduksjon i en av disse variablene også vil påvirke energiforbruket og det elektroniske avfallet i samme retning. Dette baseres på bakgrunn av resultatene fra hypotese 1 og 2, hvor det kan påvises en positiv korrelasjon mellom energiforbruk og markedsverdi, og mellom elektronisk avfall og hashrate. Utviklingen i energiforbruket og det elektroniske avfallet blir dermed styrt av påvirkningsfaktorene markedsverdi og hashrate.

For forskningsspørsmål 2 er det vanskeligere å komme med en entydig konklusjon, ettersom det er forskjeller innad blant PoS-brukerne. Konklusjonen vi har landet på er følgelig at PoS vil kunne benyttes som en bærekraftig kilde til betaling, men med forbehold om at PoS-brukerne som da benyttes har lavere CO<sub>2</sub>-utslipp og energiforbruk enn Visa. I tillegg bør det også være et forbehold om at volatiliteten reduseres betraktelig ved bruk av en stablecoin.

For å besvare problemstillingen, konkluderer avhandlingen basert på dens syv hypoteser og forskningsspørsmålene at PoS vil kunne løse klimautfordringene PoW står overfor.

Helt til slutt ønsker vi å presisere at alle resultater vi er kommet frem til er basert på våre begrensninger og forutsetninger. Vi er derfor klar over at andre begrensninger eller forutsetninger kunne gitt ulike resultater.

### 7.4 Forslag til videre forskning

Det er mange grunner til å tro at blokkjedeteknologien vil revolusjonere tiden vi har foran oss, samtidig som det åpenbart kan være et virkemiddel i kampen mot en bærekraftig verden. Avhandlingen har sett nærmere på dagens klimaproblem og fremtidens muligheter når det kommer til konsensusmekanismene PoW og PoS, og kommet frem til at PoS kan løse klimautfordringene PoW står ovenfor. Samtidig som avhandlingen har tatt form, oppstår det også spørsmål underveis som kan være interessant å se nærmere på i fremtiden.



Et forslag til videre forskning vil være å se nærmere på sikkerhetselementet i PoS, spesielt vil det være interessant å se på etter Ethereums overgang til PoS er fullført, hvor Buterin (grunnleggeren av Ethereum) mener å ha løst dette problemet. I tillegg er det per tid ikke tilgjengelig data eller nok data til å undersøke nærmere rundt energimiksen etter august 2021, verken i Kina eller andre land. Dette vil nok bli tilgjengelig en gang i fremtiden, og kunne da vært interessant å se på i forhold til om sesongvariasjonene i andre land også påvirker hvilke energikilde som benyttes.

## 8.0 Referanser

### 8.1 Kilder:

Aarvik, P. (2020). Blockchain as an anti-corruption tool. *U4 Anti-corruption Resource Center*, 2020(7), 1-33. Hentet fra <https://beta.u4.no/publications/are-blockchain-technologies-efficient-in-combating-corruption.pdf>

Abbass, K., Qasim, M.Z., Song, H. Murshed, M., Mahmood, H., Younis, I (2022). A review of the global climate change impacts, adaptation, and sustainable mitigation measures. *Environmental Science and Pollution Research* (2022).  
<https://doi.org/10.1007/s11356-022-19718-6>

Adan. (2021, 29. September). Blockchain protocols and their energy footprint. Hentet fra <https://adan.eu/en/article/blockchain-protocol-energy-footprint#eth>

Adware. (2020, 28. Desember) *Difference between SHA1 and SHA256*. Hentet fra: <https://www.geeksforgeeks.org/difference-between-sha1-and-sha256/>

Ankit. Saha, L. Kumar, V. Tiwari, J. Sweta. Rawat, S. Singh, J. & Baudh, K. (2021). Electronix waste and their leachates impact on human health and envitonment: Global ecological threat and management. *Elsevier*, 1-28.  
<https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.102049>

Baggetta, M. (2021 22. September). *Why Cryptography Makes Blockchain Untoppable*. Hentet (18.01.2022) fra: <https://blockgeeks.com/guides/blockchain-cryptography/>

Bank of England. (2021, 15. Desember). Central bank digital currencies. Hentet fra <https://www.bankofengland.co.uk/research/digital-currencies>

Baumgartner, J., R. (2013). *Managing Corporate Sustainability and CSR: A Conceptual Framework Combining Values, Strategies and Instruments Contributing to*

Sustainable Development. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, (21), 258 – 271. <https://doi.org/10.1002/csr.1336>

Blandin, A., Pieters, G. D., Wu, Y., Eisermann, T., Dek, A., Taylor, S. & Njoki, D. (2020). Global cryptoasset benchmarking study. *University of Cambridge*, 1-70. Hentet fra <https://www.jbs.cam.ac.uk/wp-content/uploads/2021/01/2021-ccaf-3rd-global-cryptoasset-benchmarking-study.pdf>

Brundtland, G. H. (1987). Our common future. Verdenskommisjonen for miljø og utvikling <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>

Bryman, A. (2014). *Social Research Methods*. (4. utg). Oxford: Oxford University Press.

Bryman, A., Sloan, L., Foster, L. & Clark, T. (2021). *Bryman's social research methods* (6. utg.). Oxford: Oxford University Press.

Buterin, V. (2021). Why sharding is great: demystifying the technical properties. Hentet fra <https://vitalik.ca/general/2021/04/07/sharding.html>

Butler, S. (2019). Criminal use of cryptocurrencies: a great new threat or is cash still king? *Journal of Cyber Policy* 3(4), 326-345. <https://doi.org/10.1080/23738871.2019.1680720>

Carroll, A. B. (1991). The Pyramid of Corporate Social Responsibility: Toward the Moral Management of Organizational Stakeholders. *Business horizons*, 39-48. [https://doi.org/10.1016/0007-6813\(91\)90005-G](https://doi.org/10.1016/0007-6813(91)90005-G)

CertiK. (2019, 4. Oktober). The Blockchain Trilemma: Decentralized, Scalable, and Secure? Hentet fra <https://medium.com/certik/the-blockchain-trilemma-decentralized-scalable-and-secure-e9d8c41a87b3>

Chatenay, V. (2021, 08. September). *Bitcoin becomes legal tender in El Salvador*. Hentet fra [https://www.businessinsider.com/el-salvador-makes-bitcoin-legal-tender-2021-9?utm\\_medium=ingest&utm\\_source=markets&r=US&IR=T](https://www.businessinsider.com/el-salvador-makes-bitcoin-legal-tender-2021-9?utm_medium=ingest&utm_source=markets&r=US&IR=T)

- Chen, J. (2022, 19. April). Fiat Money. Hentet fra <https://www.investopedia.com/terms/f/flatmoney.asp>
- Coinbase. (2022). What is mining? Hentet fra <https://www.coinbase.com/learn/crypto-basics/what-is-mining>
- CoinMarketCap. (2022, 15. februar). Ethereum. Hentet fra <https://coinmarketcap.com/no/currencies/ethereum/>
- Conti, M., Gangwal, A. & Todero, M. (2019). Blockchain Trilemma Solves Algorand has Dilemma over Undecidable Messages. *In proceedings of the 14th International Conference on Availability Reliability and Security (Ares '19)*, 1-8. <https://doi.org/10.1145/3339252.3339255>
- Conway, L. (2022, 18. Februar). Proof-of-Work vs. Proof-of-Stake: Which Is Better? Hentet fra <https://blockworks.co/proof-of-work-vs-proof-of-stake-whats-the-difference/>
- Deepika, P., & Kaur, E. R. (2017). Cryptocurrency; trends, perspectives, and challenges. *International Journal of Trends in Research and Development*, (4), 4-6. <http://www.ijtrd.com/papers/IJTRD9620.pdf>
- Denchak, M. (2021, 19. Februar). Paris Climate Agreement: Everything You Need to Know. Hentet fra <https://www.nrdc.org/stories/paris-climate-agreement-everything-you-need-know>
- de Vries, A. (2019). Renewable Energy Will Not Solve Bitcoin's Sustainability Problem. *Joule*, 893-898. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2019.02.007>
- de Vries, A. (2021). Bitcoin boom: What rising prices mean for the network's energy consumption. *Elsevier*, 509-513. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2021.02.006>
- de Vries, A., Gellersdo, U., Klaaßen, L. & Stoll, C. (2022). Revisiting Bitcoin's carbon footprint. *Elsevier*, 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2022.02.005>

- de Vries, A. & Stoll, C. (2021). Bitcoin's growing e-waste problem. *Elsevier*, 1-11.  
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105901>
- Digiconomist. (2022a). Bitcoin Energy Consumption Index. Hentet fra  
<https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption/>
- Digiconomist. (2022b). Ethereum Energy Consumption Index. Hentet fra  
<https://digiconomist.net/ethereum-energy-consumption>
- Digiconomist. (2022c). Bitcoin Electronic Waste Monitor. Hentet fra  
<https://digiconomist.net/bitcoin-electronic-waste-monitor/>
- Digiconomist. (2022, 02. Juli). How China's Bitcoin mining ban affects energy consumption estimates. Hentet fra <https://digiconomist.net/how-chinas-bitcoin-mining-ban-affects-energy-consumption-estimates/>
- Dimpfl, T. & Peter, F, J. (2018). Group transfer entropy with an application to cryptocurrencies. *Elsevier*, 543-551. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2018.10.048>
- Dong, Y. & Boutaba, R. (2020). Melmint: trustless stable cryptocurrency. *Themelio*, 1-11.  
Hentet fra <https://docs.themelio.org/assets/mel.pdf>
- Edwards, B. (2022, 31. Januar). What Is "Ethereum 2.0" and Will It Solve Crypto's Problems? Hentet fra <https://www.howtogeek.com/782335/what-is-ethereum-2.0-and-will-it-solve-cryptos-problems/>
- EOS Authority. (2022, 10. mai). The future of Blockchain is sustainable. Hentet fra  
<https://eosauthority.com/green/>
- Ethereum. (2022a, 24. Januar). What Is Ethereum? Hentet fra  
<https://ethereum.org/en/what-is-ethereum/>
- Ethereum. (2022b, 24. Januar). Decentralized Finance (DeFi). Hentet fra  
<https://ethereum.org/en/defi/>
- Ethereum. (2022c, 24. Januar). Decentralized Applications (dApps). Hentet fra

<https://ethereum.org/en/dapps/#what-are-dapps>

Ethereum. (2022d, 25. Januar). The Ethereum Vision - A digital future on a global scale.

Hentet fra <https://ethereum.org/en/upgrades/vision/>

Ethereum. (2022e, 25. Januar). How to stake your ETH. Hentet fra

<https://ethereum.org/en/staking/>

Ethereum. (2022f, 28. Februar). The Beacon Chain. Hentet fra

<https://ethereum.org/en/upgrades/beacon-chain/>

Ethereum. (2022g, 28. Februar). The Merge. Hentet fra

<https://ethereum.org/en/upgrades/merge/>

Ethereum. (2022h, 28. Februar). Shard chains. Hentet fra

<https://ethereum.org/en/upgrades/shard-chains/>

Ethmerge. (2022, 07. Mars). The Ethereum Proof-of-Stake merge. Hentet fra

<https://ethmerge.com/>

Europakommisjonen. (2002, 02. juli). *concerning Corporate Social Responsibility: A business contribution to Sustainable Development*, hentet fra [https://eur-](https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2002:0347:FIN:EN:PDF)

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2002:0347:FIN:EN:PDF](https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2002:0347:FIN:EN:PDF)

Europakommisjonen. (2011, 25. oktober). *A renewed EU strategy 2011-14 for Corporate Social Responsibility*, Hentet fra [https://eur-lex.europa.eu/legal-](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0681&from=EN)

[content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0681&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0681&from=EN)

EY. (2020, 03. februar). Blokkjedeteknologien for en mer bærekraftig og konkurransedyktig moteindustri. Hentet fra

[https://www.ey.com/no\\_no/news/2020/02/blokkjedeteknologi-for-en-mer-baerekraftig-og-konkurransedyktig-](https://www.ey.com/no_no/news/2020/02/blokkjedeteknologi-for-en-mer-baerekraftig-og-konkurransedyktig-)

- Ezzi, F., Jarboui, A., & Mouakhar, K. (2022, 9. Februar). Exploring the Relationship Between Blockchain Technology and Corporate Social Responsibility Performance: Empirical Evidence from European Firms. *Journal of the Knowledge Economy*.  
<https://doi.org/10.1007/s13132-022-00946-7>
- Finanstilsynet. (2021, 15. Januar). Hvitvaskingsregelverket og krav til gyldig legitimasjon. Hentet fra <https://www.finanstilsynet.no/tema/hvitvasking-og-terrorfinansiering/hvitvaskingsregelverket-og-krav-til-gyldig-legitimasjon/>
- Firi (2022, 22. Februar). Historien bak kryptovaluta. Hentet fra <https://firi.com/no/artikler/kryptovaluta-historie>
- Flateland, M & Robbestad, M. (2022, 23. mai). Blokkjeder - en teknologi som kan revolusjonere revisoryrket. Hentet fra <https://www2.deloitte.com/no/no/pages/audit/articles/blokkjede-revisjon-revolusjon.html>
- FN. (2021, 28. Oktober). Bærekraftig utvikling. Hentet fra <https://www.fn.no/tema/fattigdom/baerekraftig-utvikling>
- FN. (2021, 28. Oktober). Bærekraftig utvikling. Hentet fra <https://www.fn.no/tema/fattigdom/baerekraftig-utvikling>
- FN-sambandet, Rudi, I, B. (2021, 20. Mai). FN's bærekraftsmål og de ulike dimensjonene. Hentet fra <https://ndla.no/subject:1:fb6ad516-0108-4059-acc3-3c5f13f49368/topic:1:f77c8919-a904-41b3-88a4-34281c13627c/topic:1:5901674f-d70d-42f5-92d1-e3648c2cff03/resource:d27700b4-6f28-4b1d-819e-49a9c1c8585c>
- FN's klimarapport (2021) Hentet fra [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_Full\\_Report.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf)
- Franke, L., Schletz, M. & Salomo, S. (2020). Designing a Blockchain Model for the Paris Agreement's Carbon Market Mechanism. *Sustainability*, 12(3), 1-20.  
<https://doi.org/10.3390/su12031068>

Frankenfield, J. (2021a, 30. November). Crypto Tokens. Hentet fra

<https://www.investopedia.com/terms/c/crypto-token.asp>

Frankenfield, J. (2021b, 22. Juli). *Proof Of Work (PoW)*. Hentet fra

<https://www.investopedia.com/terms/p/proof-work.asp>

Frankenfield, J. (2021c, 17. Desember). *Proof Of Stake (PoS)*. Hentet fra

<https://www.investopedia.com/terms/p/proof-stake-pos.asp>

Frankenfield, J. (2021d, 16. November). *Decentralized Applications (dApps)*. Hentet fra

<https://www.investopedia.com/terms/d/decentralized-applications-dapps.asp>

Frankenfield, J. (2022a, 12. Mai). *Bitcoin (BTC)*. Hentet fra

<https://www.investopedia.com/terms/b/bitcoin.asp>

Frankenfield, J. (2022b, 13. Mai). *Ethereum*. Hentet fra

<https://www.investopedia.com/terms/e/ethereum.asp>

Guldahl, S. (2018, 10. Januar). *Hva er blokkjede-teknologi?* Hentet fra:

<https://coinweb.no/hva-er-blokkjede>

Gripsrud, G. Olsson, U, H, & Silkoset, R. (2020). *Metode og dataanalyse. (3. utg)*. Oslo: Cappelen Damm Akademisk.

Gripsrud, G., Sallis, J, E., Olsson, U, H. & Silkoset, R. (2016). *Research Methods and Data Analysis for Business Decisions (3. Utg)*. Oslo: Cappelen Damm.

Hayes, A. (2021, 31. Oktober). *Peer-to-Peer (P2P) Service*. Hentet fra

<https://www.investopedia.com/terms/p/peertopeer-p2p-service.asp>

Hayes, A. (2022a, 17. Januar). *10 Important Cryptocurrencies Other Than Bitcoin*. Hentet fra

<https://www.investopedia.com/tech/most-important-cryptocurrencies-other-than-bitcoin/>



- Hayes, A. (2022b, 13. Januar) *What Happens to Bitcoin After All 21 Million Are Mined?*  
Hentet fra <https://www.investopedia.com/tech/what-happens-bitcoin-after-21-million-mined/>
- Hayes, A. (2022c, 5. Mars). *Blockchain Explained*. Hentet fra  
<https://www.investopedia.com/terms/b/blockchain.asp>
- Hertig, A & Leech, O.(2021, 14. September). What Does Hashrate Mean And Why Does It Matter? Hentet fra <https://www.coindesk.com/tech/2021/02/05/what-does-hashrate-mean-and-why-does-it-matter/>
- Holme, I, M. & Solvang, B, K. (1996). *Metodevalg og metodebruk* (3. utg.). Otta: TANO.
- Huynh, A.N.Q., Duong, D., Burggraf, T., Luong, H, T, T. & Bui, N, H. (2021) Energy Consumption and Bitcoin Market. *Asia-Pac Financ Markets* 29, 79–93 (2022).  
<https://doi.org/10.1007/s10690-021-09338-4>
- Iversen, M. L. (2020, 03. November) Bruk av kryptovaluta i kriminell virksomhet. Hentet fra  
<https://www.okokrim.no/bruk-av-kryptovaluta-i-kriminell-virksomhet.6343555-411472.html>
- Jayawardhana, A., & Colombage, S. (2020). Does Blockchain Technology Drive Sustainability? *An Exploratory Review. Governance and Sustainability*. Hentet fra  
[https://www.researchgate.net/profile/Amer-Alshehri/publication/348745311\\_The\\_perspective\\_of\\_Saudi\\_users\\_of\\_CSR/links/600e39299bf14088bc9c18/The-perspective-of-Saudi-users-of-CSR.pdf#page=370](https://www.researchgate.net/profile/Amer-Alshehri/publication/348745311_The_perspective_of_Saudi_users_of_CSR/links/600e39299bf14088bc9c18/The-perspective-of-Saudi-users-of-CSR.pdf#page=370)
- Jensen, T. B. & Paulsen, R. (2019, 11. Mars). *Basics* [Kryptografen]. Hentet fra  
<https://kryptografen.no/podcast/>
- JPMorgan Chase & CO. (2022). Could Blockchain Have as Great an Impact as the Internet?  
Hentet fra <https://www.jpmorganchase.com/news-stories/could-blockchain-have-great-impact-as-internet>
- Kaspersky. (2022). Cryptography Definition. Hentet fra  
<https://www.kaspersky.com/resource-center/definitions/what-is-cryptography>

- Kenton, W. (2022, 22. Mars). Greenwashing. Hentet fra <https://www.investopedia.com/terms/g/greenwashing.asp>
- Luther, W. (2017, 8. Februar). How Much Cash is Used by Criminals and Tax Cheats? Hentet fra <https://www.aier.org/article/how-much-cash-is-used-by-criminals-and-tax-cheats/>
- McQuaid, D. (2022, 21. Januar). ETH 2.0: What's happened so far and when is the next phase? Hentet fra <https://currency.com/eth-2-0-what-s-happened-so-far-and-when-is-the-next-phase>
- McShane, G. (2022, 11. Januar) *What Are Ethereum Gas Fees?* Hentet fra <https://www.coindesk.com/learn/what-are-ethereum-gas-fees/>
- Meholm, L. (2018). *Kryptovaluta, bitcoin, ICOer og blokkjede*. Oslo: Hegnar Media.
- Moe, M, J. (2019, 21. Januar) Hva er en algoritme? Hentet fra <https://ndla.no/nb/subject:1:f7d7f164-fb40-4d21-9813-6a171603281d/topic:2:172361/topic:2:190388/resource:f24cda0a-4548-48e1-a543-2b92e969d92f>
- Mohsin, K. (2021). Cryptocurrency and Its impact on Environment. *International Journal of Cryptocurrency Research (1) 1-4*. <https://doi.org/10.51483/IJCCR.1.1.2021.1-4>
- Narayana, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A. & Goldfeder, S. (2016). Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction.
- Netto, S.V., Sobral, M.F.F., Ribiero, A.R.B.& Soares, G.R.D. (2020). Concepts and forms of greenwashing: a systematic review. *Environ Sci Eur*, 1-12. <https://doi.org/10.1186/s12302-020-0300-3>
- Nofer, M., Gomber, P., Hinz O. & Schiereck, D. (2017). Blockchain. *Springer*, 2017, 183-187. <https://doi.org/10.1007/S12599-017-0467-3>
- Nordbø, Jones & Ribe (2020) *Blokkjedeteknologi – bærekraftsrevisorens bestevenn* Hentet fra <https://www.revregn.no/asset/pdf/2020/2-30-1.pdf>

- Norges Bank. (2021, 22. April). Norges Bank vil teste tekniske løsninger for digitale sentralbankpenger. Hentet fra <https://www.norges-bank.no/aktuelt/nyheter-og-hendelser/Nyhetsmeldinger/2021/2021-04-22-dsp/>
- Parmentola, A., Petrillo, A., Tutore, I. & De Felice, F. (2021). Is blockchain able to enhance environmental sustainability? A systematic review and research agenda from the perspective of Sustainable Development Goals (SDGs). *Wiley*, 194-217. <https://doi.org/10.1002/bse.2882>
- Quadri, M. (2022, 14. Januar). Why Proof-Of-Work is a superior consensus mechanism for bitcoin. Hentet fra <https://bitcoinmagazine.com/technical/proof-of-work-superior-for-bitcoin>
- Quiroz-Gutierrez, M. (2022, 4. Januar). Crypto is fully banned in China and 8 other countries. Hentet fra <https://fortune.com/2022/01/04/crypto-banned-china-other-countries/>
- Ramsøy, C. (2020, 7. Februar). Hva er Blockchain?. Hentet fra <https://www.visma.no/blogg/hva-er-Blockchain/>
- Rana, K. (2020, 27. Mars). Triple entry accounting system: A revolution with Blockchain. Hentet fra <https://medium.com/dataseries/triple-entry-accounting-system-a-revolution-with-blockchain-768f4d8cabd8>
- Reeder, T. (2021, 1. Oktober). The truth About Bitcoin and Ethereum Energy Consumption. Hentet fra <https://medium.com/gochain/the-truth-about-bitcoin-and-ethereum-energy-consumption-20a325f39b52>
- Regjeringen (2019) Åpenhet om leverandørkjeden. *Utredning fra etikkinformasjonsutvalget*, 1-212. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/d79463fe215046b1b6d70deec28870b3/apenhet-om-leverandorkjeder---endelig-rapport-fra-etikkinformsjonsutvalget-pdf.pdf>
- Revisorforeningen (2022, 09. mai). Revisjon = tillit. Hentet fra <https://www.revisorforeningen.no/om-revisjon/Revisjon-gir-tillit/>
- Rocamora, A. R., & Amellina, A. (2018). *Blockchain Applications and the Sustainable Development Goals: Analysis of blockchain technology's potential in creating a*

- sustainable future*. Institute for Global Environmental Strategies (IGES).  
<https://doi.org/10.1108/S2043-052320200000015002>
- Sanka, A.I., Irfan, M., Huang, I., Cheung, R.C., (2021a). A survey of breakthrough in blockchain technology: Adoptions, applications, challenges and future research. *Comput. Commun.* 169, 179–201. <http://dx.doi.org/10.1016/j.comcom.2020.12.028>
- Sanka, A.I., Cheung, R.C., (2021b). A systematic review of blockchain scalability: Issues, solutions, analysis and future research. *Journal of Network and Computer Applications* 195. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2021.103232>
- SAS. (2022, 09. mai). Beregn utslippene dine. Hentet fra <https://www.sas.no/barekraft/klimakalkulator/>
- Schinckus, C. (2020). The good, the bad and the ugly: An overview of the sustainability of blockchain technology. *Energy Research & Social Science* (69).  
<https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101614>
- Schinckus, C., Nguyen, C.P., Ling, F.C.H. (2020). Crypto-currencies Trading and Energy Consumption. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2020, 10(3), 355-364. <https://doi.org/10.32479/ijeeep.9258>
- Schinckus, C. (2021). Proof-of-work based blockchain technology and Anthropocene: An undermined situation? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2021, (152)  
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111682>
- Seth, S. (2021a, 25. August). *Central Bank Digital Currency (CBDC)*. Hentet fra <https://www.investopedia.com/terms/c/central-bank-digital-currency-cbdc.asp>
- Seth, S. (2021b, 29. Juni). Public, Private, Permissioned blockchains Compared. Hentet fra <https://www.investopedia.com/news/public-private-permissioned-blockchains-compared/>
- Sgunaci, C., Spatafora, R. & Vergani, A.M. (2021). arXiv:2107.10881 [cs.DC].  
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2107.10881>
- Sharma, R. (2021, 14. Desember). *What is a Non-Fungible Token (NFT)?* Hentet fra <https://www.investopedia.com/non-fungible-tokens-nft-5115211>

- Sinha, D. (2022, 21. April). *Top 10 Cryptocurrencies with a high transaction speed in 2022*. Hentet fra <https://www.analyticsinsight.net/top-10-cryptocurrencies-with-a-high-transaction-speed-in-2022/>
- Solberg, I. & Valseth, M. (2016). Bioøkonomi og det grønne skifte. *Praktisk økonomi og finans*, 32(3), 231–240. <https://doi.org/10.18261/issn.1504-2871-2016-03-02>
- Somekh, B. & Lewin, C. (2005). *Research methods in the social sciences* (1. utg). London: SAGE Publications Ltd.
- Tan, E. (2022, 3. Februar). GameStop Taps Immutable X for NFT Marketplace, Launches \$100M Gaming Fund. Hentet fra <https://www.coindesk.com/business/2022/02/03/gamestop-taps-immutable-x-for-nft-marketplace-launches-100m-gaming-fund/>
- Tapscott, D. & Tapscott, A. (2018). *Blockchain Revolution, How the technology behind bitcoin and other cryptocurrencies is changing the world* (3. utg). United Kingdom:Penguin business.
- United Nations. (2021, 20. Juni). Sustainability solution or climate calamity? The dangers and promise of cryptocurrency technology. Hentet fra <https://news.un.org/en/story/2021/06/1094362>
- University of Cambridge. (2022, 12. april). Bitcoin Mining Map. Hentet fra [https://ccaf.io/cbeci/mining\\_map](https://ccaf.io/cbeci/mining_map)
- US News (2022, 10. mai). Best Global Universities in Europe. Hentet fra <https://www.usnews.com/education/best-global-universities/europe>
- Valestrand, R. (2022, 27. april). Bitcoin og den misforståtte miljødebatten. Hentet fra <https://kryptografen.no/innsikt/bitcoin-misforstatt-miljodebatt/>
- Vasiliauskaitel, V., Lillo, F. & Fantuling, N, A. (2022). Information dynamics of price and liquidity around the 2017 Bitcoin markets crash. *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, 1-21. <https://doi.org/10.1063/5.0080462>

- Vashchuk, O & Shuwar, R. (2018). Pros and cons of consensus algorithm Proof of Stake. Difference in the network safety in Proof of Work and Proof of Stake. *ISSN 2224-087X. Electronics and information technologies (9)*, 106-112. DOI: [10.30970/eli.9.106](https://doi.org/10.30970/eli.9.106)
- Vermaak, W. (2021). *How Decentralized Are Decentralized Networks?* Hentet fra: <https://coinmarketcap.com/alexandria/article/how-decentralized-are-decentralized-networks>
- Vitalik, B. (2021, 7. April). Why sharding is great: demystifying the technical properties. Hentet fra <https://vitalik.ca/general/2021/04/07/sharding.html>
- Visa. (2022, 10. mai). Reis med visa. Hentet fra <https://www.visa.no/reis-med-visa.html>
- Voskobojnikov, A., Abramova, S., Beznosov, K. & Böhme, R.(2021). Non-adoption of crypto-assets: Exploring the role of trust, self-efficacy, and risk. *Twenty-Ninth European Conference on Information Systems (ECIS 2021)*, 1-16. Hentet fra [https://informationsecurity.uibk.ac.at/pdfs/ECIS21\\_Non-Adoption\\_of\\_Crypto-Assets.pdf](https://informationsecurity.uibk.ac.at/pdfs/ECIS21_Non-Adoption_of_Crypto-Assets.pdf)
- Vranken, H. (2017). Sustainability of bitcoin and blockchains. *Current Opinion in Environmental Sustainability (28)*, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.04.011>
- World food programme. (2021, 26. November). Building blocks. Hentet fra [https://innovation.wfp.org/project/building-blocks?\\_ga=2.144130037.1572715226.1642600155-2006722709.1642600155](https://innovation.wfp.org/project/building-blocks?_ga=2.144130037.1572715226.1642600155-2006722709.1642600155)
- Ycharts. (2022, 22. Januar). Ethereum Average Gas Price. Hentet fra [https://ycharts.com/indicators/ethereum\\_average\\_gas\\_price](https://ycharts.com/indicators/ethereum_average_gas_price)
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, Z. & Wang, H. (2017). An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends. *IEEE Xplore*, 557 – 564. [10.1109/BigDataCongress.2017.85](https://doi.org/10.1109/BigDataCongress.2017.85)

## Vedlegg 1 - Eksempel på utregning av gas fees:

For å finne den totale transaksjonskostnaden bruker en denne formelen:

**Total fee = Gas units (limits) \* (Base fee + tip)**

- **Gas units (limit)** refererer til antall gas en er villig til å betale for en transaksjon.
- **Base fee** refererer til den dynamiske prisen som varierer med antall transaksjoner i sekundet. I det siste året har den variert mellom 50 og over 200, men ligger som oftest mellom 100 og 200 (Ycharts, 2022).

**Tip** refererer til hvor mye ekstra en er villig til å betale for å snike i transaksjons køen.

### Eksempel på komplisert transaksjon:

Total fee = 800 000 \* (150 + 2)

Total fee = 121 600 000 gwei

1 gwei = 0.000000001 Ether

Total fee (ETH) = 121 600 000 \* 0,000000001 = 0,1216 ETH

Dagens ETH kurs (23.01.2022 klokken 07:22): 2 464,96 dollar (kurs hentet fra

<https://coinmarketcap.com/currencies/ethereum/>)

Total fee (\$) = 0,1216 \* 2 464,96 = 299,74 dollar

### Eksempel på simpel transaksjon:

Total fee = 21 000 \* (150 + 2)

Total fee = 3 192 000 gwei

1 gwei = 0.000000001 Ether

Total fee (ETH) = 3 192 000 \* 0,000000001 = 0,003192 ETH

Dagens ETH kurs (23.01.2022 klokken 07:22): 2 464,96 dollar (kurs hentet fra

<https://coinmarketcap.com/currencies/ethereum/>)

Total fee (\$) = 0,003192 \* 2 464,96 = 7,87 dollar

## Vedlegg 2 - Utdata fra dataanalyseverktøy i excel, regresjon

Bitcoin, energiforbuk - markedsverdi 2017							Bitcoin, energiforbuk - markedsverdi 2018													
<b>Regresjonsstatistikk</b>							<b>Regresjonsstatistikk</b>													
Multipel R	0,949529259						Multipel R	0,376844142												
R-kvadrat	0,90160814						R-kvadrat	0,142011507												
Justert R-kva	0,901300242						Justert R-kva	0,139641373												
Standardfeil	2226028389						Standardfeil	38940369161												
Observasjon	324						Observasjon	364												
<b>Variansanalyse</b>							<b>Variansanalyse</b>													
	fg	SK	GK	F	Signifikans-F			fg	SK	GK	F	Signifikans-F								
Regresjon	1	1,46206E+24	1,46206E+24	2950,551095	3,4522E-164		Regresjon	1	9,08554E+22	9,08554E+22	59,91708046	9,98472E-14								
Residualer	322	1,59558E+23	4,9552E+20				Residualer	362	5,4892E+23	1,51635E+21										
Totalt	323	1,62162E+24					Totalt	363	6,39775E+23											
	Koeffisienter	Standardfeil	t-Stat	P-verdi	Neдре 99%	Øvre 99%		Koeffisienter	Standardfeil	t-Stat	P-verdi	Neдре 99%	Øvre 99%							
Skjæringspur	-83658585799	3142328381	-26,62312007	2,35913E-83	-89840672519	-77476499080	Skjæringspur	2,15844E+11	11318462073	19,07006978	1,27013E-56	1,93586E+11	2,38102E+11							
X-variabel 1	8970348531	165142078,9	54,31897546	3,4522E-164	8645454844	9295242217	X-variabel 1	-1378343440	178066458,8	-7,740612409	9,98472E-14	-1728518043	-1028168838							
<b>Bitcoin, energiforbuk - markedsverdi 2019</b>							<b>Bitcoin, energiforbuk - markedsverdi 2020</b>							<b>Bitcoin, energiforbuk - markedsverdi 2021</b>						
<b>Regresjonsstatistikk</b>							<b>Regresjonsstatistikk</b>							<b>Regresjonsstatistikk</b>						
Multipel R	0,889918704						Multipel R	0,373612052						Multipel R	0,313270676					
R-kvadrat	0,7919553						R-kvadrat	0,139585965						R-kvadrat	0,098138516					
Justert R-kva	0,791382174						Justert R-kva	0,137222191						Justert R-kva	0,095654049					
Standardfeil	21902826668						Standardfeil	73363001013						Standardfeil	1,77061E+11					
Observasjon	365						Observasjon	366						Observasjon	365					
<b>Variansanalyse</b>							<b>Variansanalyse</b>							<b>Variansanalyse</b>						
	fg	SK	GK	F	Signifikans-F			fg	SK	GK	F	Signifikans-F			fg	SK	GK	F	Signifikans-F	
Regresjon	1	6,62905E+23	6,62905E+23	1381,817337	8,2691E-126		Regresjon	1	3,17826E+23	3,17826E+23	59,05214159	1,44013E-13		Regresjon	1	1,23838E+24	1E+24	39,50083467	9,4043E-10	
Residualer	363	1,74143E+23	4,79734E+20				Residualer	364	1,9591E+24	5,38213E+21				Residualer	363	1,13803E+25	3E+22			
Totalt	364	8,37048E+23					Totalt	365	2,27692E+24					Totalt	364	1,26187E+25				
	Koeffisienter	Standardfeil	t-Stat	P-verdi	Neдре 99%	Øvre 99%		Koeffisienter	Standardfeil	t-Stat	P-verdi	Neдре 99%	Øvre 99%		Koeffisienter	Standardfeil	t-Stat	P-verdi	Neдре 99%	Øvre 99%
Skjæringspur	-1,3005E+11	7124882270	-18,25296843	2,82197E-53	-1,44061E+11	-1,16039E+11	Skjæringspur	-97335283234	39363885515	-2,47270517	0,013865601	-1,74744E+11	-19926101251	Skjæringspur	7,04469E+11	30922286087	22,78	5,69063E-72	6,43659E+11	7,65278E+11
X-variabel 1	4087171114	109950574,2	37,17280373	8,2691E-126	3870951041	4303391188	X-variabel 1	4281096160	557105128,8	7,684539127	1,44013E-13	3185547493	5376644826	X-variabel 1	1383508118	220129666,5	6,285	9,4043E-10	950618585,4	181639765

## Vedlegg 3 - Utdata fra dataanalyseverktøy i excel, regresjon

Ethereum Energiforbuk - Markedsverdi 2017							Ethereum Energiforbuk - Markedsverdi 2018													
<b>Regresjonsstatistikk</b>							<b>Regresjonsstatistikk</b>													
Multipel R	0,7061431						Multipel R	0,1651393												
R-kvadrat	0,4986381						R-kvadrat	0,027271												
Justert R-kva	0,4963797						Justert R-kvadrat	0,0245765												
Standardfeil	9,82E+09						Standardfeil	2,887E+10												
Observasjon	364						Observasjon	363												
<b>Variansanalyse</b>							<b>Variansanalyse</b>													
	fg	SK	GK	F	Signifikans-F			fg	SK	GK	F	Signifikans-F								
Regresjon	1	2,12937E+22	2,12937E+22	220,7939492	3,92869E-35		Regresjon	1	8,43533E+21	8,43533E+21	10,12083603	0,001593036								
Residualer	222	2,141E+22	9,64415E+19				Residualer	361	3,0088E+23	8,33461E+20										
Totalt	223	4,27037E+22					Totalt	362	3,09315E+23											
	Koeffisienter	Standardfeil	t-Stat	P-verdi	Neдре 99,0%	Øvre 99,0%		Koeffisienter	Standardfeil	t-Stat	P-verdi	Neдре 99,0%	Øvre 99,0%							
Skjæringspur	1,003E+10	1603434815	6,252288306	2,04879E-09	5859162493	14191111001	Skjæringspunkt	6,828E+10	6553246027	10,41870841	2,131E-22	51306620124	85246098868							
X-variabel 1	3,526E+09	237298058,8	14,85913689	3,92869E-35	2905906896	4142581785	X-variabel 1	-1,201E+09	377662697,8	-3,18132614	0,001593036	-2179432039	-223504388,8							
<b>Ethereum Energiforbuk - Markedsverdi 2019</b>							<b>Ethereum Energiforbuk - Markedsverdi 2020</b>							<b>Ethereum Energiforbuk - Markedsverdi 2021</b>						
<b>Regresjonsstatistikk</b>							<b>Regresjonsstatistikk</b>							<b>Regresjonsstatistikk</b>						
Multipel R	0,59584						Multipel R	0,8921231						Multipel R	0,892123144					
R-kvadrat	0,3550253						R-kvadrat	0,7958837						R-kvadrat	0,795883704					
Justert R-kva	0,3532485						Justert R-kvadrat	0,7953214						Justert R-kva	0,7953214					
Standardfeil	4,383E+09						Standardfeil	7,449E+09						Standardfeil	7448714993					
Observasjon	365						Observasjon	365						Observasjon	365					
<b>Variansanalyse</b>							<b>Variansanalyse</b>							<b>Variansanalyse</b>						
	fg	SK	GK	F	Signifikans-F			fg	SK	GK	F	Signifikans-F			fg	SK	GK	F	Signifikans-F	
Regresjon	1	3,83871E+21	3,83871E+21	199,8128065	1,88979E-36		Regresjon	1	7,8531E+22	7,8531E+22	1415,397936	2,5927E-127		Regresjon	1	7,8531E+22	7,8531E+22	1415,397936	2,5927E-127	
Residualer	363	6,97379E+21	1,92115E+19				Residualer	363	2,01405E+22	5,54834E+19				Residualer	363	2,01405E+22	5,54834E+19			
Totalt	364	1,08125E+22					Totalt	364	9,86715E+22					Totalt	364	9,86715E+22				
	Koeffisienter	Standardfeil	t-Stat	P-verdi	Neдре 99,0%	Øvre 99,0%		Koeffisienter	Standardfeil	t-Stat	P-verdi	Neдре 99,0%	Øvre 99,0%		Koeffisienter	Standardfeil	t-Stat	P-verdi	Neдре 99,0%	Øvre 99,0%
Skjæringspur	4,937E+10	2136251090	23,11163422	2,58069E-73	43840558028	54903949548	Skjæringspunkt	-3,039E+10	1761791044	-17,2496247	4,0146E-49	-34952288012	-25828180745	Skjæringspur	-30390234378	1761791044	-17,24962474	4,0146E-49	-34952288012	-25828180745
X-variabel 1	-3,79E+09	268158273,8	-14,1355158	1,88979E-36	-4484935490	-3096175533	X-variabel 1	7,124E+09	189369815,3	37,62177476	2,5927E-127	6634066607	7614790464	X-variabel 1	7124428536	189369815,3	37,62177476	2,5927E-127	6634066607	7614790464



## Vedlegg 4 - Utdata fra dataanalyseverktøy i excel, regresjon

E-waste - Hashrate 2017							E-waste - Hashrate 2018							E-waste - Hashrate 2021						
Regresjonsstatistikk							Regresjonsstatistikk							Regresjonsstatistikk						
Multipel R	0,990954013						Multipel R	0,890891691						Multipel R	0,988024785					
R-kvadrat	0,981989855						R-kvadrat	0,793688005						R-kvadrat	0,976192976					
Justert R-kvadrat	0,981819948						Justert R-kvadrat	0,791968738						Justert R-kvadrat	0,975991222					
Standardfeil	405320,8009						Standardfeil	5224592,182						Standardfeil	3542031,999					
Observasjoner	108						Observasjoner	122						Observasjoner	120					
Variansanalyse							Variansanalyse							Variansanalyse						
	fg	SK	GK	F	Signifikans-F			fg	SK	GK	F	Signifikans-F			fg	SK	GK	F	Signifikans-F	
Regresjon	1	9,49497E+14	9,49E+14	5779,57186	2,71986E-94		Regresjon	1	1,26012E+16	1,3E+16	461,64335	6,05575E-43		Regresjon	1	6,0704E+16	6,07E+16	4838,520478	1,24688E-97	
Residualer	106	1,74142E+13	1,64E+11				Residualer	120	3,27556E+15	2,7E+13				Residualer	118	1,48043E+15	1,25E+13			
Totalt	107	9,66911E+14					Totalt	121	1,58767E+16					Totalt	119	6,21845E+16				
	Koeffisienter	Standardfeil	t-Stat	P-verdi	Nedre 99,0%	Øverste 99,0%		Koeffisienter	Standardfeil	t-Stat	P-verdi	Nedre 99,0%	Øverste 99,0%		Koeffisienter	Standardfeil	t-Stat	P-verdi	Nedre 99,0%	Øverste 99,0%
Skjæringspun	-2945399,66	131749,9127	-22,356	6,4167E-42	-3290980,789	-2599818,53	Skjæringspun	-18606005,17	2590630,874	-7,182	6,26804E-11	-25386777,2	-11825233,1	Skjæringspun	86805,89979	2111137,561	0,041118	0,967271261	-5440441,279	5614053,07
X-variabel 1	2381150,033	31321,23851	76,0235	2,7199E-94	2298994,161	2463305,905	X-variabel 1	4094924,809	190586,7217	21,4859	6,05575E-43	3596079,094	4593770,525	X-variabel 1	5863522,454	84295,0943	69,55947	1,24688E-97	5642826,356	6084218,55

## Vedlegg 5 - Utdata fra dataanalyseverktøy i excel, regresjon

Kullkraft - Xinjiang						Vannkraft - Sichuan							
Regresjonsstatistikk						Regresjonsstatistikk							
Multipel R	0,89923782					Multipel R	0,955439695						
R-kvadrat	0,80862866					R-kvadrat	0,912865011						
Justert R-kvadrat	0,79906009					Justert R-kvadrat	0,908508262						
Standardfeil	0,00828258					Standardfeil	0,008132105						
Observasjoner	22					Observasjoner	22						
Variansanalyse						Variansanalyse							
	fg	SK	GK	F	Signifikans-F		fg	SK	GK	F	Signifikans-F		
Regresjon	1	0,00579741	0,00579741	84,5088577	1,2774E-08	Regresjon	1	0,013856384	0,013856384	209,5289208	4,6329E-12		
Residualer	20	0,00137202	6,8601E-05			Residualer	20	0,001322623	6,61311E-05				
Totalt	21	0,00716943				Totalt	21	0,015179007					
	Koeffisienter	Standardfeil	t-Stat	P-verdi	Nedre 95,0%	Øverste 95,0%		Koeffisienter	Standardfeil	t-Stat	P-verdi	Nedre 95,0%	Øverste 95,0%
Skjæringspun	-0,05213491	0,01076164	-4,84451234	9,8348E-05	-0,07458331	-0,02968652	Skjæringspunkt	-0,02982303	0,005481877	-5,440295407	2,51969E-05	-0,04125803	-0,01838804
X-variabel 1	0,25140141	0,02734743	9,19286994	1,2774E-08	0,19435566	0,30844716	X-variabel 1	0,246444451	0,01702539	14,47511385	4,63292E-12	0,21093011	0,28195879

## Vedlegg 6 - Utdata fra dataanalyseverktøy i excel, regresjon

2018-2017 Market Cap år n vs n-1			2019-2018 Market Cap år n vs n-1		
	Variabel 1	Variabel 2		Variabel 1	Variabel 2
Gjennomsnitt	1,29699E+11	66860727210	Gjennomsnitt	1,3151E+11	1,29699E+11
Varians	1,76196E+21	4,79954E+21	Varians	2,29645E+21	1,76196E+21
Observasjoner	364	364	Observasjoner	364	364
Gruppevarians	3,28075E+21		Gruppevarians	2,02921E+21	
Antatt avvik mellom gjennomsnittene	0		Antatt avvik mellom gjennomsnittene	0	
fg	726		fg	726	
t-Stat	<b>14,80044166</b>		t-Stat	<b>0,542182944</b>	
P(T<=t) ensidig	<b>8,2259E-44</b>		P(T<=t) ensidig	<b>0,293929428</b>	
T-kritisk, ensidig	<b>1,64695518</b>		T-kritisk, ensidig	<b>1,64695518</b>	
P(T<=t) tosidig	1,64518E-43		P(T<=t) tosidig	0,587858856	
T-kritisk, tosidig	1,963236937		T-kritisk, tosidig	1,963236937	
2020-2019 Market Cap år n vs n-1			2021-2020 Market Cap år n vs n-1		
	Variabel 1	Variabel 2		Variabel 1	Variabel 2
Gjennomsnitt	2,03034E+11	1,3151E+11	Gjennomsnitt	8,88339E+11	2,03034E+11
Varians	5,94905E+21	2,29645E+21	Varians	3,48888E+22	5,94905E+21
Observasjoner	364	364	Observasjoner	365	364
Gruppevarians	4,12275E+21		Gruppevarians	2,04388E+22	
Antatt avvik mellom gjennomsnittene	0		Antatt avvik mellom gjennomsnittene	0	
fg	726		fg	727	
t-Stat	<b>15,02782561</b>		t-Stat	<b>64,71262782</b>	
P(T<=t) ensidig	<b>6,06453E-45</b>		P(T<=t) ensidig	<b>3,2544E-304</b>	
T-kritisk, ensidig	<b>1,64695518</b>		T-kritisk, ensidig	<b>1,646952285</b>	
P(T<=t) tosidig	1,21291E-44		P(T<=t) tosidig	6,5087E-304	
T-kritisk, tosidig	1,963236937		T-kritisk, tosidig	1,963232428	

## Vedlegg 7 - Utdata fra dataanalyseverktøy i excel, t-test

2018-2017 Market Cap år n vs n-1			2019-2018 Market Cap år n vs n-1		
	Variabel 1	Variabel 2		Variabel 1	Variabel 2
Gjennomsnitt	48087107100	21136743637	Gjennomsnitt	19362036010	48087107100
Varians	8,52559E+20	3,23696E+20	Varians	2,97325E+19	8,52559E+20
Observasjoner	364	364	Observasjoner	364	364
Gruppevarians	5,88127E+20		Gruppevarians	4,41146E+20	
Antatt avvik mellom gjennomsnittene	0		Antatt avvik mellom gjennomsnittene	0	
fg	726		fg	726	
t-Stat	<b>14,99217363</b>		t-Stat	<b>-18,45040292</b>	
P(T<=t) ensidig	<b>9,13987E-45</b>		P(T<=t) ensidig	<b>6,30091E-63</b>	
T-kritisk, ensidig	<b>1,64695518</b>		T-kritisk, ensidig	<b>1,64695518</b>	
P(T<=t) tosidig	1,82797E-44		P(T<=t) tosidig	1,26018E-62	
T-kritisk, tosidig	1,963236937		T-kritisk, tosidig	1,963236937	
2020-2019 Market Cap år n vs n-1			2021-2020 Market Cap år n vs n-1		
	Variabel 1	Variabel 2		Variabel 1	Variabel 2
Gjennomsnitt	34195773355	19362036010	Gjennomsnitt	3,24216E+11	34195773355
Varians	2,63946E+20	2,97325E+19	Varians	1,54641E+22	2,63946E+20
Observasjoner	364	364	Observasjoner	365	364
Gruppevarians	1,46839E+20		Gruppevarians	7,8745E+21	
Antatt avvik mellom gjennomsnittene	0		Antatt avvik mellom gjennomsnittene	0	
fg	726		fg	727	
t-Stat	<b>16,51448972</b>		t-Stat	<b>44,12154658</b>	
P(T<=t) ensidig	<b>1,48309E-52</b>		P(T<=t) ensidig	<b>4,4703E-208</b>	
T-kritisk, ensidig	<b>1,64695518</b>		T-kritisk, ensidig	<b>1,646952285</b>	
P(T<=t) tosidig	2,96619E-52		P(T<=t) tosidig	8,9406E-208	
T-kritisk, tosidig	1,963236937		T-kritisk, tosidig	1,963232428	

## Vedlegg 8 - Utdata fra dataanalyseverktøy i excel, t-test

Energiforbruk per transaksjon POS vs Visa			CO2-utslipp per trasaksjon POS vs Visa		
	Variabel 1	Variabel 2		Variabel 1	Variabel 2
Gjennomsnitt	0,099176167	0,0014863	Gjennomsnitt	0,003864433	0,00045
Varians	0,048584011	0	Varians	4,91704E-05	0
Observasjoner	6	2	Observasjoner	6	2
Antatt avvik mellom gjennomsnittene	0		Antatt avvik mellom gjennomsnittene	0	
fg	5		fg	5	
t-Stat	1,085621561		t-Stat	1,192730203	
P(T<=t) ensidig	0,163596154		P(T<=t) ensidig	0,143242327	
T-kritisk, ensidig	2,015048373		T-kritisk, ensidig	2,015048373	
P(T<=t) tosidig	0,327192309		P(T<=t) tosidig	0,286484655	
T-kritisk, tosidig	2,570581836		T-kritisk, tosidig	2,570581836	

## **Discussion paper - ansvarlighet**

### *Kort presentasjon av oppgaven*

Materavhandlingen tar for seg blokkjedeteknologiens utfordringer og muligheter når det kommer til bærekraft, særlig sett fra et miljøperspektiv. En blokkjede er en sammensatt kjede med datasett, hvor disse datasettene inneholder en eller flere transaksjoner. Teknologien gjør det mulig å betale fra en person til en annen uten at en tredjepart involveres (Jensen & Paulsen, 2019). I dag benytter de største kryptovalutaene Bitcoin og Ethereum en blokkjedeteknologi som heter Proof of Work (PoW). Kort forklart foregår det en konkurranse for å validere hver transaksjon hvor det er om å gjøre å løse et matematisk regnestykke raskest mulig (Tapscott & Tapscott, 2018, s. 31). Denne fremgangsmåten bidrar til å opprettholde sikkerheten i blokkjeden, men er samtidig ekstremt energikrevende. For å sette det i perspektiv er Bitcoins årlige energiforbruk høyere enn land som Polen og Thailand per tid (Digiconomist, 2022). Gjennom masteroppgaven sammenligner vi denne løsningen mot en teknologi som sies å være betydelig mindre energikrevende, nemlig Proof of Stake (PoS). Istedenfor at det er en konkurranse som ved PoW, er det her algoritmer som tilfeldig velger hvilken node som skal løse regnestykket og dermed også validere transaksjonen (Tapscott & Tapscott, 2018, 32). For å opprettholde sikkerheten ved en slik løsning betales det inn et depositum på forhånd som en risikerer å miste om en forsøker å svindle en transaksjon. I tillegg har FN nylig gjennom sin klimarapport utpekt at vi står ovenfor en stor utfordring når det kommer til klima og miljø og at tiden snart begynner å renne ut om verden ikke iverksetter tiltak (FN, 2021). Oppsummert vil oppgaven ta for seg om PoS vil løse klimautfordringene PoW står ovenfor.

### *Hvordan forholder oppgaven seg til ansvar?*

Oppgavens tematikk har et tett forhold til ansvar. Blant annet handler oppgaven i stor grad om bærekraft, som retter et stort ansvar mot alle de valgene som tas i dag. Valgene vi tar i dag vil få konsekvenser for den fremtidige generasjonen, det er derfor opp til oss å ta valg som i størst grad vil være de beste også frem i tid. Samtidig henger bærekraft tett sammen med Corporate Social Responsibility (CSR), eller samfunnsansvar som vi kjenner det som i

Norge. CSR kan beskrives som bedrifters ansvar for deres innvirkning på samfunnet (Europakommisjonen, 2011). Det å tjene penger og evnen til å skaffe profitt er fortsatt viktig, men hva en bedrift bidrar med til samfunnet rundt seg har blitt enda viktigere og fått et større fokus de siste årene. Oppgaven tar også for seg en rekke etiske utfordringer når det kommer til miljøkonsekvenser og også svindel og korrupsjon.

Kryptovaluta har de siste årene fått en betydelig markedsverdi og det er flere som har tjent store summer på kjøp og salg. Her dukker det opp et etisk dilemma i form av at en tjener penger på kjøp og salg, som ikke er ulovlig, men det fører det med seg store negative konsekvenser for miljøet. I tillegg kan kryptovaluta appellere til kriminelle ettersom en til dels kan være anonym, men dette avhenger av hvilke kryptovaluta som benyttes vel og merke (Iversen, 2020). Miljøaspektet kan bli løst ved å bytte teknologi fra PoW til PoS, som oppgaven tar for seg. PoS vil sammenlignet med PoW bruke mindre energi og ha et lavere CO<sub>2</sub>-utslipp. En slik løsning vil også redusere det elektroniske avfallet (E-waste), som er mindre omtalt knyttet til kryptovaluta, men er et økende problem globalt. Når det kommer til utfordringen med at kriminelle benytter kryptovaluta er det ikke noen klar måte å hindre dette på, så lenge det er såpass desentralisert som det er. Flesteparten som benytter kryptovaluta, er likevel ikke kriminelle og det er kun en liten del som har vonde hensikter. For å sette det i perspektiv, finnes det også kriminelle som benytter samme betalingssystem som vi bruker i dag, både via bankkontoer og også ved fysiske kontanter. Det som derimot er fint med blokkjedeteknologien som benyttes er at en kan se hvor pengene en kjøper og selger stammer fra og hvor de går videre. På den måten vil en kunne avdekke om pengene stammer fra kriminell virksomhet eller ikke.

Selve blokkjedeteknologien kan i seg selv løse flere etiske utfordringer verden står overfor i dag. FN har blant annet pekt ut blokkjedeteknologien som et tiltak for bærekraftig utvikling og for å bekjempe fattigdom. En årsak er blokkjedens transparens og åpenhet, som bidrar til å hindre svindel og korrupsjon. Dette ville vært svært viktig i land og områder hvor det er mye fattigdom og høy grad av korrupsjon (United Nations, 2021). Et eksempel å trekke frem er jordskjelvet på Haiti i 2010 hvor det ble sendt flere hundre millioner til Røde kors for å reparere de enorme ødeleggelsene og bygge opp infrastrukturen igjen. I ettertid har det vist seg at deler av midlene ble brukt til helt andre formål og det er også deler som er forsvunnet helt (Tapscott & Tapscott, 2018, s. 20). Med teknologien til blokkjeder og dens transparens

kunne dette vært unngått ettersom en til enhver tid hadde hatt oversikt over hvor pengene befinner seg og hva de blir brukt til, i tillegg ville pengene gå direkte fra en person/selskap til en annen person/selskap uten at en tredjepart blir involvert. Desentraliseringen, altså at en tredjepart ikke er involvert er nok det største steget i kampen mot korrupsjon, da det stadig er penger som forsvinner i prosesser ved pengeoverføringer.

Blokkjedens transparens og åpenhet kunne også løst mange utfordringer en revisor står ovenfor og ville gjort revisorjobben enklere på mange måter. Blant annet ville en sluppet en del kontroller og stikkprøver ettersom en hele tiden ville hatt en fullstendig oversikt. Mange vil kanskje tenke at en da ikke vil trenge revisorer i fremtiden, men det tror jeg ikke vil være tilfellet. Arbeidsoppgavene kan nok bli endret, i form av at en bruker mindre tid på kontroller og stikkprøver og heller mer tid på det reviderte selskapet. Selskapets strategi og fremtidig drift kan derfor være et område som får mer oppmerksomhet. I tillegg vil det også fremover komme krav til bærekraftsrapportering for selskaper, slik at revisorer får også stadig nye oppgaver ettersom samfunnet vi lever i er i stadig endring. En revisor har også et ansvar for at jobben han eller hun gjør er uten vesentlige feil og mangler, og eventuelle feil vil kunne få store konsekvenser både for det reviderte selskapet og ikke minst alle interessenter. Teknologien i blokkjeden vil derfor kunne være et viktig verktøy for revisorer i fremtiden for å nettopp styrke sannsynligheten for at et regnskap er uten vesentlig feil og mangler.

Hvis vi ser videre på funnene fra oppgavens analysedel er også disse svært interessante. Vi har blant annet funnet ut at markedsverdi og energiforbruk har en positiv korrelasjon knyttet til kryptovalutaer som bruker PoW. Når utviklingen i markedsverdien øker, vil det også være en økning i energiforbruket. Det skaper en etisk utfordring i form av at desto flere som kjøper kryptovaluter som bruker PoW og ved økende volum vil også energiforbruket øke. Det kan enkelt forklares ved at jo mer populær Bitcoin blir, jo mer energikrevende blir også Bitcoin og desto mer påvirker det verdens klima og miljø i en negativ retning. Det skyldes at økt popularitet og økt markedsverdi fører til at hardwaren og maskinene som brukes til mining må bli enda kraftigere, samtidig som det også blir enda flere som ønsker å drive med mining. Det vi vet ved PoS er at det ikke trengs den samme kapasiteten og denne vil derfor ikke øke selv om markedsverdien øker. På den måten vil PoS kunne være et svært godt alternativ til PoW.

I tillegg har vi også sammenlignet PoS med Visa som vi allerede kjenner til og selv bruker i dag. Det skal ikke så mye til å være mindre energikrevende enn PoW, men det er interessant å se om forskjellene er like store når vi sammenligner med Visa. Det vi her fant ut er at det er svært splittet mellom de seks PoS-brukerne vi testet mot Visa. Tre av seks hadde lavere energiforbruk og lavere CO2-utslipp enn Visa, mens tre stykker hadde høyere. Grunnen til at det er noen som er bedre og noen dårligere sett fra et miljøperspektiv finnes det ikke noe konkret svar på, men det er naturlig å tenke at teknologien som benyttes er ulik. Samtidig som det også varierer når det kommer til hvor energien som benyttes stammer fra. Det kan derfor oppstå etiske dilemmaer når det kommer til eventuelt valg av kryptovaluta, ettersom en vet at det er forskjeller også for PoS-brukere. Når det er sagt vil det i fremtiden være interessant å se på om noen av PoS-brukere med lavere utslipp og energiforbruk enn Visa vil kunne etablere seg som internasjonale betalingsmidler og gradvis overta for Visa. Dette er ikke noe oppgaven tar for seg, men er likevel en realitet og et etisk dilemma som vil oppstå.

Videre viser det seg at hvilke energikilder mining av Bitcoin stammer fra henger sammen med sesongvariasjonen i Kina. Det må her nevnes at det kun er testet for Kina fram til et mining-ban ble innført i juni 2021, hvor Kina var den åpenbart største aktøren når det kom til mining av Bitcoin. Resultatene indikerer at når det er tørrsesong, typisk senhøst og vinter er det i stor grad kull som benyttes. Ved et fuktigere klima og ved vår/sommer og tidlig høst er det derimot vannkraft som benyttes. Det skyldes i stor grad pris og tilgangen på energikilden. Dette viser at en uavhengig av hva som kanskje er det beste valget for miljøet velger bort dette til fordel for en lavere pris og dermed større profitt. Dette er nok ikke kun tilfellet ved mining, men også en gjenganger ellers for virksomheter. Det dukker dermed opp et spørsmål om ansvar i form av å faktisk prioritere bærekraftige løsninger til fordel for egen profitt. På kort sikt vil det åpenbart medføre lavere profitt, men for å henge med på den bærekraftige utviklingen må en selv ta et ansvar, som på sikt kan gi større profittmarginer enn om en ikke tar bærekraftige valg.

Et annet funn oppgaven tar for seg er korrelasjonen mellom Hashrate og elektronisk avfall. Hashrate er enkelt forklart bruken av datakraft (Hertig & Leech, 2021). Vi fant her ut at disse to variablene korrelerer positivt med hverandre. Det betyr at når hashraten øker, øker også det elektroniske avfallet. Når konkurransen tilspisser seg og stadig flere ønsker å mine, er det naturlig at det vil være en større utskifting i data og tilbehør knyttet til dette. De Vries & stoll

(2021) estimerte at miningutstyr knyttet til Bitcoin har en estimert levetid på kun 1,29 år. Dette skyldes den enorme datakraften som kreves og at denne må fornyes jevnlig for å kunne opprettholde kapasiteten. Det gir ikke bare et etisk dilemma, men to. Både det at energiforbruket i seg selv er høyt, men også at det er knyttet enorme mengder med elektroniske avfall når det kommer til mining av Bitcoin. Også her kan PoS være en løsning i og med at det ikke trengs store og kraftige datamaskiner eller hardwares, det vil i prinsippet da kunne benyttes en vanlig PC til å validere og verifisere en transaksjon. Problemet med elektronisk avfall vil derfor falle bort, eller falle inn under et nivå tilsvarende en vanlig persons forbruk.

Vi ser at ansvarlighet kommer i mange former. Selskaper og organisasjoner har et ansvar, enkeltpersoner har et ansvar og også samfunnet vi lever i har et ansvar. Alle valg som blir tatt får konsekvenser, enten det er positive eller negative. I tillegg vet vi at ansvarligheten ikke bare knytter seg til nåtiden, men også til de fremtidige generasjonene. Vi har derfor et ansvar for at valgene vi tar i dag også skal kunne rettferdiggjøres frem i tid. Ettersom verden hele tiden er i endring vil en heller ikke kunne si helt sikkert at det ene eller andre valget vil være det beste. En er derfor nødt til å ta en vurdering og basere valgene på den informasjonen som en har tilgjengelig i dag og ta ansvar for å være sikker på at valgene som tas er de beste, gitt den bestemte situasjonen og informasjonen en har på det gitte tidspunktet. For oppgavens del er det flere punkter som tyder på at blokkjedeteknologien i seg selv vil kunne være en viktig bidragsyter for en mer bærekraftig verden i tiden fremover.



## Litteraturliste:

- Europakommisjonen, (2011, 25. oktober). *A renewed EU strategy 2011-14 for Corporate Social Responsibility*, Hentet fra <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0681&from=EN>
- de Vries, A. D. & Stoll, D. (2021). Elsevier. *Bitcoin's growing E-waste problem*, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105901>
- Digiconomist (2022). Bitcoin Energy Consumption Index. Hentet fra <https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption/>
- FN (20.09, 2021) Ny rapport: Knapt med tid for å bremse klimaendringene. Hentet fra <https://www.fn.no/nyheter/ny-klimarapport-knapt-med-tid>
- Hertig, A. & Leech, O. (14.09, 2021). What does Hashrate Mean and Why Does It Matter? Hentet fra <https://www.coindesk.com/tech/2021/02/05/what-does-hashrate-mean-and-why-does-it-matter/>
- Iversen, M. L. (2020, 03.11) Bruk av kryptovaluta i kriminell virksomhet. Hentet fra <https://www.okokrim.no/bruk-av-kryptovaluta-i-kriminell-virksomhet.6343555-411472.html>
- Jensen, T. B. & Paulsen, R. (11. Mars 2019). *Basics* [Kryptografen]. Hentet fra <https://kryptografen.no/podcast/>
- Tapscott, D. & Tapscott, A. (2018). *Blockchain Revolution, How the technology behind bitcoin and other cryptocurrencies is changing the world* (3. Utg.). United Kingdom: Penguin business.
- UN. (20.06. 2021). Sustainability solution or climate calamity? The dangers and promise of cryptocurrency technology. Hentet fra <https://news.un.org/en/story/2021/06/1094362>

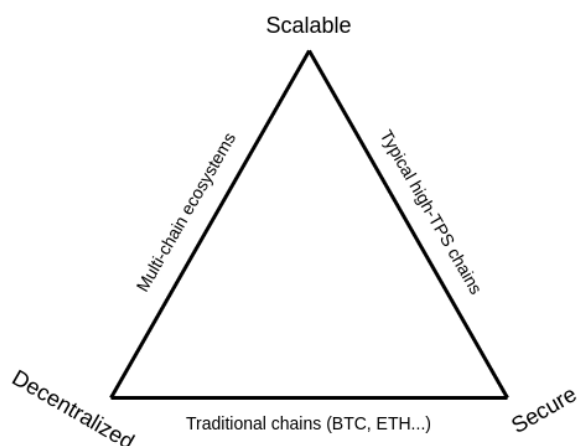
## Discussion paper - ansvarlighet

### Presentasjon av masteroppgaven

#### Problemstilling:

- En undersøkelse om Proof of Stake (PoS) vil løse klimautfordringene Proof of Work (PoW) står ovenfor.

I vår masteroppgave dykker vi inn i blockchains verden, og ser i hovedsak på to forskjellige blokkjeder; Bitcoin og Ethereum. Bitcoin bruker PoW som sin konsensusmekanisme for validering av transaksjoner på blokkjeden. PoW er en konsensusmekanisme som bidrar til ekstremt god sikkerhet for bitcoin-nettverket. Sikkerhet er en av de viktigste egenskapene bedrifter og individer ser etter i en blokkjede, og PoW har derfor vært en bidragsyter til den enorme populariteten Bitcoin har fått. PoW har også en nedside, og det er den massive energi/ressurssløsingen som går til validering av transaksjoner. Ved lav trafikk på blokkjede-nettverket er ikke dette et problem, men pga populariteten til Bitcoin har dette blitt et økende problem. Andre blokkjeder har prøvd å løse dette problemet ved å bruke andre konsensusmekanismer, men da går dette oftest ut over sikkerheten til nettverket.



Figur 1 - The Blockchain trilemma (Buterin, 2021)

I blokkjedens verden er det tre hovedegenskaper en ser på; Sikkerhet, skalerbarhet og nivået av desentralisasjon. Legger en mer vekt på en egenskap, så vil dette påvirke en eller to av de

andre egenskapene i negativ retning. Dette kalles for “The blockchain trilemma”, og er grunnen til at Bitcoin ikke vil gå bort fra PoW som konsensusmekanisme.

Ethereum har i flere år prøvd å løse “The blockchain trilemma” med flere store oppgraderinger på sitt nettverk. Ethereum bruker i dag også PoW som konsensusmekanisme for å validere transaksjonene på blokkjeden, men har estimert en overgang til PoS som konsensusmekanisme ved utgangen av juni 2022. Denne overgangen som er delt opp i flere store oppgraderinger har fått navnet Ethereum 2.0. Den første delen av oppgraderingen er allerede på plass, og det er ved det andre oppgraderingen selve overgangen til PoS skjer. PoS er en konsensusmekanisme som reduserer energiforbruket drastisk. Det er estimert at en overgang til PoS vil redusere energiforbruket til Ethereums blokkjede med 99,95 % (Adan, 2021). Overgangen til PoS i seg selv vil gjøre sikkerheten til Ethereums nettverk svakere, men vil øke skalerbarheten. Vitalik Buterin (grunnlegger av Ethereum) mener han har funnet løsningen på blokkjedens trilemma hvor sikkerheten ikke blir svekket. Dette kommer i form av den siste oppgraderingen som er estimert til å bli implementert på hovednettverket til Ethereum i løpet av 2023. Denne oppgraderingen vil splitte hovednettverket i 64 mindre blokkjeder slik at trafikken på nettverket blir fordelt utover. Dette gjør at blokkjeden kan prosessere et mye større antall transaksjoner (skalerbar), valideringsprogramvaren kan kjøres på vanlige laptop og ikke kun supercomputere (desentralisert), og øker sikkerheten pga mange flere individer kan kjøre valideringsprogramvaren.

### **Hvordan masteroppgaven forholder seg til ansvarlighet**

I fremtiden blir det mer og mer viktig med en overgang fra bruk-og-kast samfunnet til en sirkulær økonomi. Dette er for å sikre fremtidige generasjoners mulighet til å utnytte de samme ressursene som vi gjør i dag (FN, 2021). Konseptet til sirkulær økonomi er å integrere økonomiske aktiviteter med bærekraft. Målet er å ha null netto effekt på miljøet gjennom hele livssyklusen til produktet, fra innhenting av ressurser til resirkulering (Murray et al., 2017).

I en sirkulær økonomi er det fokus på tre R'er (reduce, reuse og recycle) for å få ned bruken av ikke-fornybare ressurser, og for å få en renere produksjon (Upadhyay et al., 2021).

Roller til blockchain i en sirkulær økonomi er som et verktøy for koordinering. Blockchain teknologien kobler sammen og koordinerer flere distribuerte databaser hvor all informasjon

kan bli oppdatert samtidig til alle parter. Bruken av blockchain og smartkontrakter vil føre til endringer i initiering, prosessering, registrering, handel, revisjon og rapportering av transaksjoner (Upadhyay et al., 2021). En smart kontrakt kan for eksempel brukes for å forenkle automatisering av transaksjonsbetalinger ved GPS-funksjonalitet, og oppdatere aktivitetene på de forskjellige lokasjonene. Et slikt system vil bidra til samfunnsansvar ved å forhindre ulovlige transaksjoner (Upadhyay et al., 2021).

Blockchain teknologi vil være svært attraktivt i alle leddene i en forsyningskjeder. Ved bruk av teknologien for å koble sammen delte hovedbøker, databaser og interessenter i hele forsyningskjeden kan alt effektiviseres for å spare kostnader og tid. Nøkkeldata blir lagret i blokkjeden helt fra råmateriale-stadiet til produktet er i hendene på kunden, og dette gjør prosessene i forsyningskjeden mye enklere og mer effektive. Dette fører også til at kunden kan være sikker på kvaliteten på produktet den har kjøpt (Upadhyay et al., 2021).

I oppgaven ser vi blant annet på hvor mye energi kryptovalutaer forbruker i forhold til Visa. Vi ønsket å gjøre dette for å se om en konsensusmekanisme med PoS kan brukes som et bærekraftig betalingsmiddel og alternativ til Visa.

Mange i Bitcoin samfunnet mener at Bitcoin aldri skal gå over til PoS fordi de ønsker det mest sikre nettverket. Blant andre Quadri (2022) mener at PoW er mye bedre enn PoS for Bitcoin, og han sier at energiforbruket er en liten pris å betale for alle fordelene PoW bringer. Han argumenterer for at Bitcoin bruker mye mindre enn vanlige fiat-penger når en ser på helheten. Fiat-penger trykkes på papir, og fører til store mengder søppel. En må også se på all energien som brukes i banker, store kontorlokaler, sikkerhetshvelv, sikkerhetsbiler etc. Ser en på alt dette bruker fiat-penger mye mer ressurser enn Bitcoin som kun er digital (Quadri, 2022). Sikkerhet har en stor betydning når det kommer til penger, men energiforbruket til Bitcoin kommer kun til å øke jo flere personer som benytter seg av kryptovalutaen. Det er et bedre valg enn fiat-penger, men det betyr ikke at det nødvendigvis er et godt og riktig valg å benytte seg av PoW. Det kommer hele tiden nye metoder å gjøre ting på og ny teknologi, og det blir feil å ikke streve etter et alternativ som kan redusere energiforbruket drastisk.

Umesh Mahtani (2022) har undersøkt hvordan trippel bokføring ved hjelp av blokkjedeteknologi kan hjelpe mot svindel og ulovlig praksis. Med trippel bokføring skjer den tredje bokføringen i blokkjeden. Etter en transaksjon blir lagret i blokkjeden, er det

umulig å endre på den. Dette vil bidra til større tillit og et transparent system. Et slikt system vil også bidra til automatisering og effektivisering av regnskapsførers og revisors arbeidsoppgaver. Hvis eksterne revisorer får tilgang til blokkjeden og kan se transaksjonene i sanntid, så kan fort rollen til intern revisor bli overflødig og falle bort (Mahtani, 2022).

Sharif og Ghodoosi (2020) har sett nærmere på etiske dilemmaer i blokkjedeteknologien. Blant annet kan blokkjedeteknologi brukes i rekrutteringsprosesser for økt effektivisering og for å være sikker på at informasjonen på CVer stemmer. Med blokkjedeteknologi får virksomheter en lettere måte å verifisere potensielle ansatte sin bakgrunn, utdanning, tidligere erfaring osv. Virksomheter bruker mye ressurser i rekrutteringsprosessen, og med blokkjedeteknologi kan ressursene reduseres betraktelig. Blokkjedeteknologien kan være et verktøy for å sjekke autentisiteten til ansattes CVer, men dette skaper et etisk dilemma. Et slikt verktøy vil gå utover de potensielle ansattes privatliv. Hvis en tidligere arbeidsgiver har skrevet en negativ evaluering av den ansatte, så blir den lagret i blokkjeden for alltid. Det kan være at den tidligere arbeidsgiveren har skrevet en negativ evaluering på bakgrunn av personlige grunner som ikke har noe med arbeidsytelsen å gjøre. En slik evaluering kan være en subjektiv mening av en person som opptrer uprofesjonelt. Dette kan føre til at den ansatte sliter med å få jobb senere i livet.

En potensiell løsning på dette kunne vært med en type privat statlig blokkjede, hvor den ansatte kan sende inn klage for å få muligheten til å få slettet uprofesjonelle evalueringer. I en privat blokkjede har en mulighet til å slette informasjon fra blokkjeden hvis en er en autorisert bruker som har tilgang. I en privat blokkjede er det et visst antall brukere som har tilgang til å endre eller slette informasjon i blokkjeden. Dette er mulig å misbruke for den ansatte som har redigeringstilgang til blokkjeden. Det burde derfor være minst fire personer som har slik tilgang. På den måten må tre av fire være enige om en eventuell endring i blokkjeden for at den skal tre i kraft. Det er betydelig mindre sjanse for at alle fire personene har ondsinnede hensikter enn en eller to personer.

## **Diskusjon**

Blockchain teknologien vil gjøre endringer i både regnskapsførers og revisors yrke, men vil nok ikke falle bort. Det kommer hele tiden ny teknologi som gjør at yrker må tilpasses, slik blir det også med blockchain. Når blockchain er klart for å ta over en del av revisors og regnskapsførers oppgaver, vil flere av oppgavene automatiseres og effektiviseres. Dette fører

til at rollene til regnskapsfører og revisor vil endres til en enda mer rådgivende rolle. Det kan godt tenkes at rollene også vil inneholde en del rådgivning innen blockchain teknologi og hvordan kunden skal implementere og tilpasse seg den. Dette gjør at regnskapsførere og revisorer er nødt til å få bedre kunnskap og kompetanse innen blockchain teknologi i fremtiden. Selv om rollene endres, så vil fremdeles revisor være allmennhetens tillitsperson med et stort ansvar for å påse at regnskapet er uten vesentlige feil. Det er ikke alle som er like glade i forandring, og hvis det skal bli en god overgang uten mye motstand, så må det mye kursing til for å heve kunnskapsnivået innen blokkjedeteknologi. Blokkjedeteknologi burde også etter hvert bli en del av bachelor- og masterstudier innen regnskap og revisjon. En god grunnmur med kunnskap må være på plass for at revisorer og regnskapsførere lettere kan tilpasse seg nye oppgaver og muligens en helt ny rolle innen yrket. Uten kunnskapen vil tilliten til regnskapsfører og revisor svekkes ved implementasjon av blokkjedeteknologi og utførelse av nye oppgaver. Det er ikke et spørsmål om blokkjedeteknologi kommer til å ta over, men et spørsmål om når dette vil skje.

En overgang til blokkjedeteknologi vil føre til automatisering, effektivisering og kostnadsbesparelser. Men med PoW som konsensusmekanisme, så vil også en masseadopsjon og bruk av blokkjedeteknologi føre til enorme utslipp og energisløsing. En må bruke kostnytte prinsippet på implementasjonen som er et stort etisk dilemma. Er fordelene med blockchain større enn konsekvensene med større utslipp og elektronisk avfall?

E-waste (elektronisk avfall) er et voksende problem, hvor mining i blokkjeder er en stor bidragsyter. Det er estimert at bitcoinnettverket genererer 6 435 000 tonn med elektronisk avfall årlig, og det øker fort (Vries & Stoll, 2021). Store deler av det elektroniske avfallet sendes til Asia og Afrika for "resirkulering". Barn jobber ofte på disse avfallsplassene hvor store mengder av avfallet brennes. Det er ekstremt giftige stoffer i elektronisk avfall som kan føre til en mengde helseproblemer, og i noen tilfeller død (The World Counts, 2022). Det er uetisk og forferdelig at slikt avfall blir sendt til plasser hvor barn ofrer livet bare for å brenne det avfallet vi rike og privilegerte ikke lengre vil ha. Det er nødt til å komme på plass metoder for å redusere det elektroniske avfallet betraktelig før blokkjedeteknologien blir masseadoptert.

Blokkjedenettverket til bitcoin er umulig å hacke, men er det nødvendig å ha et nettverk med den sikkerheten? Det er enda ingen som har klart å hacke bitcoin nettverket, og det blir bare

vanskeligere med tiden på grunn av økning i antall noder. I PoW konsensusmekanismen må en hacke 51 % av alle noder for å kunne akseptere feil data inn i blokkjeden, og er derfor det sies å være umulig å hacke (Vermaak, 2021).

En løsning kunne vært å bruke PoS i stedet for PoW som konsensusmekanisme for å få drastisk ned energisløsingen og det elektroniske avfallet. Bitcoin vil nok aldri gå over til PoS på grunn av PoW er den konsensusmekanismen med sterkest sikkerhet og desentralisasjon (Quadri, 2022). Det som blir viktig fremover er å få blokkjedene som kan brukes til mer enn bare transaksjoner (slik som Ethereum), til å bruke PoS som konsensusmekanisme. Det er disse andre blokkjedene som kommer til å være med på masseadopsjon og implementering i alle sektorer. Dersom nok folk går over til å benytte andre blokkjeder og kryptovaluta enn bitcoin, så vil det dempe trykket på bitcoins nettverk. Hvis bitcoin ikke har stort trykk på nettverket, vil det heller ikke være problemer med energisløsning og elektronisk avfall.

## Litteraturliste:

- Adan. (2021, 29. September). Blockchain protocols and their energy footprint. Hentet fra <https://adan.eu/en/article/blockchain-protocol-energy-footprint#eth>
- Buterin, V. (2021). Why sharding is great: demystifying the technical properties. Hentet fra <https://vitalik.ca/general/2021/04/07/sharding.html>
- FN. (2021, 28. Oktober). Bærekraftig utvikling. Hentet fra [https://www.fn.no/tema/fattigdom/baerekraftig-utvikling#\\_hva-er-brekraftig-utvikling](https://www.fn.no/tema/fattigdom/baerekraftig-utvikling#_hva-er-brekraftig-utvikling)
- Mahtani, U. (2022, 23. Februar). Fraudulent Practices and BLockchain Accounting Systems. Hentet fra [https://www.researchgate.net/publication/358658049\\_FRAUDULENT\\_PRACTICES\\_AND\\_BLOCKCHAIN\\_ACCOUNTING\\_SYSTEMS](https://www.researchgate.net/publication/358658049_FRAUDULENT_PRACTICES_AND_BLOCKCHAIN_ACCOUNTING_SYSTEMS)
- Murray, A., Skene, K., Haynes, K., 2017. The circular economy: an interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. *Journal of Business Ethics* 140 (3), 369-380. DOI: 10.1007/s10551-015-2693-2
- Upadhyay, A., Mukhuty, S., Kumar, V., Kazancoglu., 2021. Blockchain technology and the circular economy: Implications for sustainability and social responsibility. *Journal of Cleaner Production* 293. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126130>
- Sharif, M. M., Ghodoosi. F., 2022. The Ethics of Blockchain in Organizations. *Journal of Business Ethics*. <https://doi.org/10.1007/s10551-022-05058-5>
- The World Counts. (2022). E-waste is a growing problem. Hentet fra <https://www.theworldcounts.com/challenges/planet-earth/waste/electronic-waste-facts/story>
- Vermaak, W. (2021). Why nobody can hack a blockchain. Hentet fra <https://coinmarketcap.com/alexandria/article/why-nobody-can-hack-a-blockchain>



Vries, A, D. & Stoll, C. (2021). Bitcoin's growing e-waste problem. *Elsevier*, 1-11.

<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105901>

Quadri, M. (14. Januar, 2022). Why Proof-of-Work is a superior consensus mechanism for bitcoin. Hentet fra

<https://bitcoinmagazine.com/technical/proof-of-work-superior-for-bitcoin>