

Lars Johan Rostad

Blockchain i Arkivet

Har blockchain et realistisk fremtidspotensial i arkivet?

Masteroppgave i Arkiv og Dokumentasjonsforvaltning
Veileder: Tor Eivind Johansen

Mai 2022

Lars Johan Rostad

Blockchain i Arkivet

Har blockchain et realistisk fremtidspotensial i arkivet?

Masteroppgave i Arkiv og Dokumentasjonsforvaltning
Veileder: Tor Eivind Johansen
Mai 2022

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for samfunns- og utdanningsvitenskap
Institutt for lærerutdanning



Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Denne oppgaven ser nærmere på blockchain/blokkjeder i arkivet. Primært er blockchain teknologien kryptovaluta kjøres på. Det er en distribuert bokføringsteknologi med en oppdaterende database. I likhet med kryptovaluta, har blockchain samtidig opplevd en hurtig vekst de siste femten årene. Det er derimot relativt nytt å utforske blockchain utenfor en kryptovalutasammenheng. Mye av årsaken som har ledet denne interessen er funksjonaliteten til blockchain. Funksjonaliteten til blockchain kan linkes til bruksområder som arkiv, ettersom den både skaper og bevarer data.

Hovedproblemstillingen for oppgaven er «*Har blockchain et realistisk fremtidspotensial i arkivet?*». Dette problemet er videre splittet opp i tre delproblemer som utforskes individuelt. Til sammen trekker de en felles konklusjon over det primære problemet. De tre problemene er «*Hvilke utfordringer i arkivet kan løses av blockchain?*», «*Hvorfor har ikke blockchain hatt et gjennombrudd i arkivverdenen?*», og «*Hva må til for at teknologien skal få et gjennombrudd?*».

Opgaven benytter for det meste kvalitativ data, med enkelte kvantitative komponenter. Tillit og autentisitet er temaer som kontinuerlig nevnes i oppgaven. Bruk av relevant teori som omhandler disse temaene hjelper å beskrive potensialet blockchain har i arkivet. Blockchain sin unge alder medfører i tillegg at store deler av kildeverkene er utgitt de siste par årene. Resultatene fra disse forskningsbidragene, fra virksomhetsrapporter om blockchain, samt endringer i blockchain-plattformer, danner tydeligere svar over problemene i oppgaven.

Opgaven er et fotavtrykk for hvordan bildet av blockchain så ut i 2022, som trolig vil være totalt endret innen fem år. Hurtige endringer ved blockchain medfører store muligheter for videre forskning av teknologien.

Abstract

This thesis will examine blockchain in digital archives. Blockchain is essentially the technology cryptocurrencies utilize. At its core, blockchain is a distributed ledger technology with an updating database. Like cryptocurrency, blockchain has experienced a rapid growth over the last fifteen years. However, it is relatively new to explore blockchain outside the context of cryptocurrency. The functionality of blockchain is the primary reason for this growing interest. This functionality can be linked to applications such as archives as they both create and preserve data.

The main research question for this thesis is: *“Does blockchain have a realistic potential in future digital archives?”*. This problem is further divided into three sub-questions that are explored individually. Together, they draw a common conclusion for the primary problem. The three problems are *“What challenges in the archive can be solved by blockchain?”*, *“Why hasn’t blockchain had a breakthrough into the archival world?”*, and *“What must happen for the technology to get this breakthrough?”*.

The thesis mainly utilizes qualitative data, with some quantitative components. Topics such as trust and authenticity are referenced to frequently throughout the thesis. The use of applicable theory that addresses these topics help define the potential of blockchain in digital archives. Blockchains immaturity further means that a larger part of the source material has been published within the last couple of years. Results from these research contributions, from business reports on blockchain, as well as changes in the blockchain platforms, form distinctive answers to the research questions mentioned above.

This thesis works as a footprint on the blockchain-view in 2022, which will likely be completely changed within five years. Rapid changes of the blockchain offer great opportunities for further research of the technology.

Forord

Dette har sannsynligvis vært det mest utfordrende året i livet mitt. Selv om jeg føler at min mentale helse ikke har blitt påvirket noe særlig, har det vært krevende å tilpasse hverdagen med masteroppgaven. Jeg har kombinert oppgaven med fulltidsjobb som dokumentasjonsforvalter ved NTNU, og balanseringen mellom skole, jobb, og sosialt liv har krevd mye for å ikke spore ut.

Jeg vil først gjerne takke min familie som har vært gode støttespillere underveis i skrivingen. Det har vært fint å ha noen man kan lufte frustrasjon til, uten å få tilbakemeldinger på selve oppgaven.

Jeg vil så takke mine venner Ben og Timon, som vekket min interesse for blockchain og kryptovaluta. Videre fortjener Robert, Frankie, Twan, og Tom en takk hver, etter gode diskusjoner om diverse emner i oppgaven. Videre vil jeg takke Ian, som har hjulpet stort med erfaringer etter å ha skrevet masteroppgave selv. I tillegg vil jeg takke min venn og høgskolelærer Malvin Stordalen, for gode tilbakemeldinger og generell korrekturlesning til finaleutkastet.

Påfølgende vil jeg gjerne takke min veileder Tor Eivind Johansen, som har kommet med gode forslag og diskusjonspunkter underveis i oppgaven. Lars Christian og Torun fortjener og hver sin takk, siden de har gjort det enkelt å starte opp et masterstudium uten bachelorkrav. De har blusset opp en stor interesse for arkiv hos meg, og overgangen til arkivstudiet hadde vært vanskeligere uten deres engasjement.

Så vil jeg gjerne takke Avdeling for Dokumentasjonsforvaltning ved NTNU (DOKU), som har latt meg jobbe ett år som vikar hos dem. De har latt meg tilrettelegge hverdagen med hjemmekontor slik at oppgaveskrivingen kunne bli gjennomført på en enkel måte. Takk til Team Studie og Tove, som alltid har hørt på mine forslag og inkludert meg.

Til slutt vil jeg gjerne takke mine kollektivsamboere Gustav og Linda, som helt sikkert har bygget opp stor irritasjon etter mine sene middagsplaner. Jobb på dagtid og skole på kveldstid har ofte krevet noe støyfull matlaging etter midnatt. Det skal bli godt å kunne gå tilbake til en normal hverdag etter innlevering!

Trondheim 25.05.2022

Lars Johan Rostad

Innhold

1.0 Introduksjon	1
1.1 Innledning	1
1.2 Blockchain og arkiv	4
1.3 Problemstilling	4
1.4 Formål	5
1.5 Avgrensinger	6
1.6 Oppgavens struktur	7
1.7 Litteraturgjennomgang	8
1.8 Posisjonering	10
2.0 Teori og grunnlag	11
2.1 Arkivet	11
2.1.1 <i>Hva er et arkiv?</i>	11
2.1.2 <i>Et digitalisert arkiv</i>	15
2.1.3 <i>Arkivets rolle i fremtidens samfunn</i>	16
2.2 Blockchain	17
2.2.1 <i>Hva er blockchain?</i>	17
2.2.2 <i>Smarte kontrakter og et desentralisert landskap</i>	19
2.3 Autentisitet og tillit	23
2.3.1 <i>Et autentisk dokument</i>	24
2.3.2 <i>Samfunn</i>	26
3.0 Metode	29
4.0 Diskusjon	33
4.1 Hvilke utfordringer i arkivet kan løses av blockchain?	33
4.1.1 <i>Hickersons utfordringer i arkivet</i>	33
4.1.2 <i>Kan blockchain løse tillits- og autentisitetsproblemet i arkivet?</i>	37
4.1.3 <i>Blockchain i offentlig sektor</i>	42
4.1.4 <i>Bruk og brukspotensiale i andre land</i>	45
4.1.5 <i>Norge og NOARK</i>	51
4.2 Hvorfor har ikke blockchain hatt et gjennombrudd i arkivverdenen?	54
4.2.1 <i>Sikkerhet</i>	54
4.2.2 <i>Pris og kostnadsutfordringer</i>	59
4.2.3 <i>Andre utfordringer</i>	65
4.2.4 <i>Har vi behov for blockchain? Skylagring som konkurrent</i>	70

4.3 Hva må til for at teknologien skal få et gjennombrudd?	75
4.3.1 Kontinuerlig forskning basert på TrustChain og ARCHANGEL	76
4.3.2 Pris- og størrelsesendringer	79
4.3.3 Utvikling av nye stabile plattformer	84
4.3.4 Fremtiden i Norge	86
4.3.5 Holdningsskifte	90
4.4 Sammenknytning	93
5.0 Konklusjon	97
6.0 Videre forskning	103
7.0 Litteraturliste	106

Liste over figurer

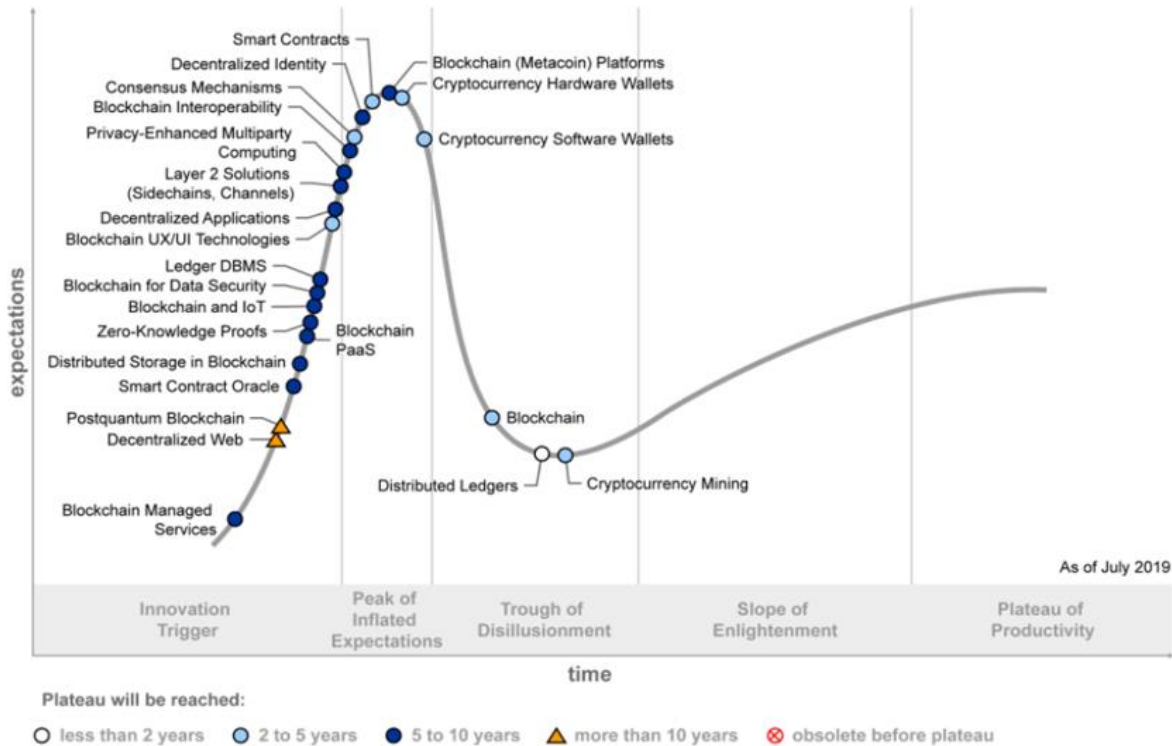
Figur 1. The Gartner Inc. 2019 Hype Cycle.....	2
Figur 2. Dunning-Kruger-effekt.....	3
Figur 3. Blockchain-struktur	18
Figur 4. Likemansnettverk	20
Figur 5. Ulike nettverks topografi.....	21
Figur 6. Forenklet oversikt over TrustChain-modellen.....	40
Figur 7. Potensiell gevinsteffekt av blockchain i offentlige registre	42
Figur 8. Effektomgjøring til prosent.....	43
Figur 9. Prediksjon av globale utgifter til blockchain-transaksjoner	61
Figur 10. Sammenligning av priser ved bevaring.....	63
Figur 11. Energiforbruk ved Ethereum 2.0	80

1.0 Introduksjon

1.1 Innledning

Arkivet-i-dokumentet var et arkivrelatert prosjekt gjennomført i 2018. Prosjektet ble ledet av førsteamanuensis ved OsloMet Thomas Södring, og Jean-Philippe André Caquet – rådgiver for Trondheim kommune ved prosjektets start, og senere seniorrådgiver i Documaster AS. Prosjektet varte fra 1. januar 2018 til 31. desember 2018. Prosjektets hovedformål var å finne løsninger som kunne koble dokumenters metadata inn i selve dokumentet, istedenfor via et arkivsystem. Dette ville åpne muligheter for å standardisere utveksling av dokumentasjon mellom offentlige virksomheter og aktører, samt etterforske en løsning der dokumenter kan arkiveres frittstående uten bruk av arkivsystemer (Sluttrapport «Arkivet-i-Dokumentet», 2018, s. 3). Denne oppgaven er derfor ikke direkte knyttet til selve formålet med prosjektet. Oppgavens inspirasjon formet seg heller av hva som oppsto underveis i prosjektet. Södring og Caquet vurderte om blockchain kunne brukes som redskap til verifisering av digitale dokumenter. Idéen om blockchain ble etter hvert ansett som for komplisert for bruk i offentlig dokumentasjonsforvaltning (Sluttrapport «Arkivet-i-Dokumentet», 2018, s. 9). Dette betyr likevel ikke at denne oppgaven er løst, avslørt, og som følge - verdiløs.

Brukspotensialet av blockchain er en idé mange teoretikere og praktikere har lekt med de siste tre tiårene. Teknologiens omfang kan i teorien være endeløs. Det har vært en rekke gjennombrudd i løpet av teknologiens levetid, og for hver av disse blir mange bruksområder re-inspisert for implementeringsmuligheter. Flere av disse teknologiske gjennombruddene har bygget opp en samfunnsspenning, der både profesjonelle og hobbyinteresserte har utforsket nye muligheter og løsninger. Resultatene har derimot sjeldent medført et større gjennombrudd for egnet bruk av blockchain. Arkivinstitusjonen er blant disse. The Gartner Inc. fremstilte i 2019 en såkalt «Hype Cycle», som illustrerer spenningen og mulighetene folk ser i blockchain over tid (se Figur 1). I denne grafen vises det hvordan spenningsnivået er ganske høyt i starten, der folk er besatt av implementasjon av blockchain, og muligheter for blockchain i samfunnet. Grafen ligner i høy grad på Dunning-Kruger-effekten, illustrert i Figur 2. Denne effekten handler om hvordan folk med manglende evner eller kunnskap overvurder sine egne egenskaper

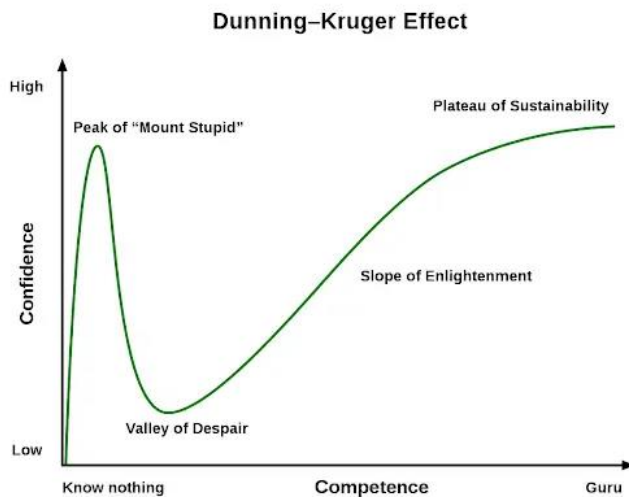


Figur 1. The Gartner Inc. 2019 Hype Cycle (Gartner, 2019)

(Kruger & Dunning, 1999, s. 1121). Folk med interesse i et nytt felt, f. eks sjakk, overvurderer ferdighetene sine i dette feltet i starten. Etter kort tid med bruk av manglende ferdigheter, vil de innse at de er langt fra eksperter i feltet. Selvtilliten går drastisk ned, og personen får en slags realitetssjekk. Hvis personen fortsetter interessen innenfor feltet, vil det videre bygges opp ekspertise over lenger tid, og personen kan tilegne seg kunnskapen som støtter den økte selvtilliten – kunnskap som manglet i startfasen. Dette er noe de fleste mennesker har opplevd. Et godt eksempel på dette er den store mengden som nylig begynte med investeringer i kryptovaluta. I januar 2021 opplevde aksjemarkedet en brukervekst grunnet store deknninger og skandaler i media. Som følge ble aksjemarkedets «søskenbarn» påvirket av dette, og fikk dermed en stor mengde nye investorer. I en periode med økte brukere vil valutaprisene gå opp, men samtidig dannes det en boble som venter på å sprekke. Etersom prisene stiger raskt, og de nye investorene tjener gode penger, blindes de av denne illusjonen illustrert i Dunning-Kruger-effekten. Kryptomarkedet opplevde et stort smell i mai 2021, og en stor del av de nye investorene gikk fra å tjene penger til å tape penger. De ble derfor utsatt for den såkalte «realitetssjekken».

Denne effekten knyttes til blockchain via The Gartner Inc. Hype Cycle. Mange personer fremstiller enkle idéer om bruk av blockchain i samfunnet, og hvilke

forbedringer dette kan medføre. Det er derimot få som forstår hvordan teknologien faktisk fungerer og hvordan den kan utnyttes. Når folk innser at de mangler kunnskap til å løse problemer som oppstår underveis i idémyldringen, vil selvtilliten deres samtidig gå ned. Det er kun de som videre interesserer seg for feltet som vil tilegne seg kunnskapen som kreves for å løse disse problemene videre.



Figur 2. Dunning-Kruger-effekt (Brandt, 2020)

Blockchain-grafen handler nødvendigvis ikke kun om enkeltpersoner i samfunnet, der disse personene har manglende kunnskaper om blockchain. Grafen kan illustrere samfunnet vårt som helhet, både nasjonalt og internasjonalt. Offentlige og private virksomheter kan i tillegg se potensialet i en ny teknologi, der de vil

fremme mange bruksområder for denne teknologien. Løsningene kan derimot aldri bli realisert, siden arbeidet eller problemet blir for krevende, både i tid og kostnad. Det finnes og en del kritikere til selve drømmen om at alt kan løses av blockchain. I en artikkel fra 2020 stiller økonom Jesse Frederik seg kritisk til denne tankegangen. Han beskriver blockchain som «den fantastiske løsningen til nærmest ingenting!» (Frederik, 2020). Denne oppgaven vil blant annet utforske om situasjonen har vært, fremdeles er, og vil være lik for arkivfeltet.

I løpet av teknologiens levetid, har den som nevnt hatt flere ulike gjennombrudd. Hver av disse har endret perspektivet og mulighetene rundt blockchain. Situasjonen for blockchain i 2014 er ikke den samme som i 2021 – året denne oppgaven hadde sin oppstart. Denne oppgaven blir nærmest et tidsstempel på hvordan samfunnet så blockchain-teknologien i 2021. En del av det som skrives i denne oppgaven kan muligens ikke lenger være relevant, løst eller avvist ved publisering. Situasjonen rundt blockchain ved oppstart av denne oppgaven er spennende, og mange har øynene rettet mot verdens ledende utviklere innenfor blockchain og kryptografi. Oppgaven vil senere forklare hovedtrekk og hovedtemaer for blockchain, som vil være relevant for å forstå oppgaven i et større samfunnsperspektiv. Dette vil i tillegg gjøre det lettere når teknologien skal knyttes til arkivet.

1.2 Blockchain og arkiv

Blockchain har som nevnt ikke hatt det store gjennomslaget i mange av samfunnets operasjoner, funksjoner og virksomheter. Arkivet har til nå ikke vært et særtilfelle for teknologien. Det har foregått en rekke forskningsprosjekter om blockchain i arkivet, uten at resultatene har vært tilfredsstillende nok til å erstatte eller forbedre eksisterende løsninger. Det største prosjektet har muligens vært ARCHANGEL, et prosjekt dannet i Storbritannia med interessenter og medforskere fra hele verden. Dette prosjektet har fokusert på å sikre langtidsbevaringen av digitale arkiver gjennom bruk av distribuert bokføringsteknologi (Archangel, 2021). InterPARES Trust er et prosjekt som har resultert i et nytt utviklingsprosjekt kalt TrustChain (Bralic mfl., 2020, s. 354). Dette delprosjektet og dets viktigste resultater, vil redegjøres i større grad senere i oppgaven. I Norge har KDRS, Oslomet og Vestlandsforskning ledet et prosjekt om bruk av blockchain, med mange av de samme prinsippene som ARCHANGEL-prosjektet. Variasjonen blir potensialet til bruk av blockchain på landsbasis i forhold til på internasjonal basis.

I 2001 skrev arkivar H. Thomas Hickerson en artikkel der han presenterte ti av de største utfordringene ved arkivdanningen (Hickerson, 2001). Oppgaven vil senere oppsummere noen av disse utfordringene nærmere, og diskutere dens relevans til blockchain. Selv om artikkelen ble skrevet i 2001, er det sannsynlig at flere av disse problemene fremdeles er utfordrende å løse. En videre digitalisering kan i tillegg ha medbragt enda flere utfordringer. Samtidig begrenser artikkelen seg til ti utfordringer, altså et rundt tall, som betyr at det allerede kan ha eksistert flere utfordringer som ikke ble nevnt. Det er mulig at blockchain er en potensiell løsning til en eller flere av disse utfordringene. Oppgaven vil videre diskutere problemer og løsninger rundt blockchain, samt påvirkningen dette har på samfunnsprosesser og samfunnskonsepter. Dette vil tydeliggjøres i oppgavens problemstilling.

1.3 Problemstilling

Oppgavens problemstilling har sprunget ut fra den tidligere nevnte artikkelen til Jesse Frederik, der han omtaler blockchain som «løsningen til ingenting». Dette har vekket en nysgjerrighet, siden en teknologi med et stort rykte på verdensbasis må ha en klar nytte. Likevel kan det virke som blockchain ikke har fått fotfeste i hverken det norske eller det internasjonale samfunn. Kontinuerlig forskning gjør temaet dessuten svært relevant og

ferskt. Teknologien har hatt flere store endringer de siste årene, som gjør nytt kildemateriale til betydningsfull forskning, selv der resultatene er minimale.

Oppgaven forsøker å finne svar på hvorfor blockchain ikke har hatt et banebrytende gjennombrudd i arkivverdenen, ettersom teknologiens omdømme er massivt, i tillegg til den store mengden utviklere og brukere av teknologien. Oppgaven vil videre forsøke å finne svar på om blockchain kan løse noen av de større eller mindre arkivrelaterte problemene – der TrustChain-prosjektet vil være svært relevant. Dette vil avdekke fordeler og ulemper ved teknologien. Oppgaven vil i tillegg forsøke å klargjøre hva som må til for at teknologien skal ha et suksessfullt gjennombrudd i arkivverdenen, og hva dette kan medføre. Dette er med på å danne den kollektive problemstillingen for oppgaven.

Oppgavens hovedsakelige problemstilling er: «*Har blockchain et realistisk fremtidspotensial i arkivet?*»

Denne problemstillingen løses ved å dele den inn i tre mindre problemer, som til slutt trekker én felles konklusjon. De tre delproblemene er:

- 1) *Hvilke utfordringer i arkivet kan løses av blockchain?*
- 2) *Hvorfor har ikke blockchain hatt et gjennombrudd i arkivverdenen?*
- 3) *Hva må til for at teknologien skal få et gjennombrudd?*

Oppgaven vil i tillegg ta for seg noen mindre utfordringer underveis. Det vil diskuteres om arkivet egentlig trenger blockchain, der ulike lands myndigheter kan endre nødvendigheten av et blockchain-system. Det vil diskuteres om blockchain til arkiv kan erstattes av andre eksisterende, men mindre krevende løsninger – både i kostnad, effektivitet og tid. I tillegg er fremtiden usikker, der teknologien kan skiftes av hva som oppdages og utvikles underveis. Oppgaven vil derfor diskutere realistiske fremtidsvirkeligheter, og hvilke innvirkninger disse vil ha for arkivet og arkivverdenen.

1.4 Formål

Formålet med denne oppgaven er å undersøke om blockchain har en realistisk fremtid i arkivverdenen. Oppgaven tar først for seg arkivutfordringene som kan løses av blockchain. Dette vil tydeliggjøre bruksmuligheter for teknologien i dagens arkiv, og hvilke følger dette vil ha for både arkivverdenen og samfunnet. Oppgaven søker videre svar på hvorfor det hittil ikke har vært et aktivt bruksområde for blockchain i arkivet,

ettersom dette vil danne innsikt i problemene som fortidens og dagens blockchain-teknologi medbringer. Dette vil avsløre svakheter rundt teknologien, og hva en må merke seg hvis en teknologi skal kunne erstatte nåværende systemer. Til slutt forsøkes det å finne svar på hvilke endringer som må utvikles for at teknologien skal ha en plass i fremtidens arkiver. Dette vil ikke bare gi nytte for selve arkivinstitusjonen, der den muligens forbedres, styrkes og sikres. Det vil kunne dannes en samfunnsnytte hvor dokumentene som beskytter vårt samfunn, og for Norges del demokratiet, sikres. Kort sagt er oppgavens hovedformål å finne svar på problemer rundt en teknologi som kan gi økt samfunnsnytte, både på lands- og verdensbasis.

1.5 Avgrensinger

Det vil naturligvis være en del avgrensninger for oppgaven, ettersom temaer innenfor både blockchain og arkiv er store nok til å fylle flere oppgaver.

En stor avgrensning er muligens ikke et tema i seg selv, men en fremgangsmåte å bygge oppgaven på. Dette vil ikke være en svært informatikkung oppgave, hvor det dykkes dypt ned i koder og kodespråk. Det er likevel behov for å inkludere et par eksempler videre i oppgaven, for å forsterke poeng ytterligere. Mye av blockchain er basert på programmeringsspråk, så det vil derfor kunne være nødvendig å inkludere dette. Det vil heller settes søkelys på kvalitativ forskning, hvor diskusjoner ledes av teorier og aksiomer. Oppgaven forsøker å finne svar gjennom tidligere litteratur, der kvalitative metoder fremfor kvantitativ data vil være mer sentralt.

Denne oppgaven har arkivet som fokus, og bruksområdet for blockchain avgrenses til arkiv. Selv om teknologien kan ha flere mulige bruksområder for én og samme endring, i ulike prosesser, vil det falle naturlig for oppgaven å fokusere på betydningen for arkivet. Samtidig vil det være flere bruksområder som ikke hovedsakelig omhandler arkiv, men som skaper dokumentasjon og registre – altså relevant for aktive og fremtidige virksomhetsarkiv.

Forskning skrevet før 2017 må ha høy relevans for å bli inkludert. Dette begrunnes ved at blockchain slik den fremgår i dag, ikke ble sett på samme måte før 2017. Mye av informasjonen vil regnes som utdatert for den daglige situasjonen, der status quo er endret. Det blir derfor ikke forsvarlig å trekke konklusjoner ut ifra mye av denne informasjon, ettersom den ofte vil være uaktuell.

1.6 Oppgavens struktur

Oppgaven vil bygges etter en modifisert IMRAD-struktur (IMRAD: Introduksjon-Metode-Resultater-And/Og-Diskusjon). De største endringene fra denne strukturen er delene om resultater og diskusjon. Det vil ikke inkluderes en egen del til resultater i oppgaven, siden det ikke innhentes egen kvantitativ data som skal brukes som empiri. Diskusjonen tar utgangspunkt i teoridelen, men deles opp i tre delproblemer som takles individuelt. En felles konklusjon vil deretter besvare hovedproblemstillingen. For å tydeliggjøre oppgaven vil oppgavens hoveddeler beskrives kort:

Introduksjon. Den første delen av oppgaven, hvor den beskriver bakgrunnen for oppgaven og hvorfor den kan være nyttig for arkivet. Denne delen tar for seg inspirasjonen for oppgavens legemliggjøring, og fremstiller planen og formål for oppgaven.

Teori og grunnlag. Denne delen utdyper relevante temaer for oppgaven, og dets relevans til blockchain og arkiv. Her forklares «fenomenet» blockchain og hvordan teknologien fungerer. Delen vil videre fokusere på arkivet, der institusjonenes viktighet for samfunnet vil være relevant. Hva som danner et arkiv vil forklares her. Kapitlet brukes som et felles leksikon for de ulike problemene i oppgaven.

Metode. Delen som handler om metodevalg for oppgaven beskriver hvilke metoder som brukes for å lede diskusjonen, samt hvilke metoder som ikke har blitt brukt. Her argumenteres det til hvorfor disse avgjørelsene ble tatt, og hvorfor disse er relevante for oppgaven.

Diskusjon. Dette er oppgavens hoveddel. Her vil teorien som ble fremlagt anvendes aktivt for å finne svar på de tre problemstillingene. Denne delen bygges opp av en god del drøfting, ettersom det ikke alltid er klare fasitsvar på et problem. Her må det brukes flere ulike metoder for å avsløre hvilke svar som fremstår som de beste. Kort sagt vil denne delen finne frem til svar, eller alternativer dersom det ikke finnes et fasitsvar. Denne delen vil i tillegg klargjøre både fordeler og ulemper i diskusjonen, siden det muligens er lettere å finne svar hvis en ser saken fra to sider.

Avslutning. Oppgaven avsluttes med en oppsummering av prosjektet. Her konkluderes det med hvilke svar diskusjonen har bidratt med, ut ifra problemstillingene. De viktigste poengene og temaene vil kort oppsummeres, slik at oppgaven avrundes

naturlig. Avslutningsvis redegjøres det for videre forskning. Forskingen er hypotetisk, men mye avsløres naturlig av hva oppgaven har avklart underveis. Dette vil lede an fremtidige diskusjoner rundt blockchain, og samtidig befestet oppgaven som et tidsstempel på hvor blockchain-synet sto i 2021. Arkivet fungerer tross alt som et tidsstempel på samfunnets historie, og denne oppgaven vil være nettopp det.

1.7 Litteraturgjennomgang

Litteraturen for oppgaven er svært avgjørende for å trekke de riktige konklusjonene til problemstillingen. Samtidig eksisterer det relativt lite kildemateriale som kan benyttes i oppgaven. Dette forekommer av blockchain-teknologiens alder, der bruk av blockchain utenfor kryptovaluta anses som en ganske ny tanke. Det er som følge ikke blitt utført mye forskning og utvikling på området, hvilket betyr at det ikke eksisterer utallige mengder med kildemateriale. Dette betyr også at eldre kildemateriale ikke er særlig relevant. Den kontinuerlige teknologiske utviklingen medfører samtidig endringer, og kilder som vanligvis blir ansett som ferske vil her være utdaterte. Hver enkel kilde er derfor blitt vurdert individuelt med tanke på slike faktorer.

Den begrensede mengden med utvikling og empiri i praksis har dessuten ført til at svært få har skrevet bøker om emnet. De fleste kildene som brukes i oppgaven er derfor heller utgitte forskningsartikler, som oftest skrevet av professorer. Interessen for blockchain har ikke vært et stort tema innen norsk forskning, og mesteparten av forskningen er derfor utenlandsk. Det finnes unntak, som da vil være avgjørende for diskusjonen til Norges potensial. Nettsiden «Researchgate.com» er blitt brukt i høy grad for å finne relevante artikler. Denne nettsiden utnyttes av universitetsforskere verden rundt, der de kan publisere sine anerkjente forskningsartikler. I denne oppgaven er det blitt satt fokus på spesielt ny forskning, eller nyutgitte artikler. Endringene som kan ha oppstått fra artikler publisert før 2017 har vært mange, og artiklenes innhold kan derfor være avkreftet eller irrelevant.

Til slutt som en hovedkategori for kilder som brukes i oppgaven, brukes virksomhetsrapporter i stor grad. Dette kommer av spesialiseringen de ulike virksomhetene har innen teknologisk forskning og utvikling. Selv om de ikke driver med egen forskning, oppsummerer de likevel det viktigste innholdet om hvert tema. Slike rapporter har og kommet fra offentlige virksomheter, hvilket betyr at innholdet formidles

av en statsinstitusjon. I Norge bør slik informasjon stort sett stoles på, ettersom vi er et demokratisk land uten store mengder sensur eller forfalskning.

Av norskprodusert litteratur brukes Sødring, Reinholdtsen, og Ølnes sin artikkel fra 2020 «*Publishing and using record-keeping structural information in a blockchain*». Selv om artikkelen er skrevet på engelsk, er artikkelen laget av norske forskere, og innholdet tar blant annet for seg NOARK-standarden. Den norske avdelingen i det internasjonale selskapet Deloitte har ferdigstilt en rapport om blockchain i Norge. Rapporten «*Distribuert sannhet: Potensial og barrierer for blokkjeder i norsk offentlig sektor*» brukes regelmessig under det første delproblemet; «*Hvilke utfordringer i arkivet kan løses av blockchain?*». Rapporten fokuserer hovedsakelig ikke på blockchain i arkiv. Det er dens fokus på diverse anvendelsesområder som er av stor nytte, der disse områdene både skaper og driver dokumentasjon og registre. Funnene som oppsummeres derfra vil tydeliggjøre hva slags dokumentasjon som kan forventes. Dette innebærer både de eksterne registrene og arkivet i fremtiden, dersom de begynner å anvende blockchain.

De utenlandske artiklene er langt flere. Det blir derfor naturlig å heller oppsummere artiklene som brukes mest, og ofte gjentatte ganger i oppgaven. De kroatisk-forskerne Vladimir Bralic og Hrvoje Stancic har samarbeidet i to av disse artiklene. I deler der TrustChain og TrustChains funn redegjøres og diskuteres, vil artiklene «*Digital Archives Relying on Blockchain: Overcoming the Limitations of Data Immutability*», og «*A blockchain approach to digital archiving: digital signature certification chain preservation*» brukes i stor grad. Sistnevnte er og skrevet av blockchain-ekspert Mats Stengård. Ved oppsummering av Hickersons 10 arkivutfordringer benyttes hans artikkel «*Ten Challenges for the Archival Profession*». Victoria Lemieux, som er en verdensledende figur innen blockchain-forskning har utgitt en rekke artikler. De mindre artiklene vil brukes sporadisk rundt i oppgaven, men det er det større verket «*Blockchain Technology & Recordkeeping*» som vil anvendes i størst grad. Denne artikkelen er publisert av ARMA International Educational Foundation, og er skrevet av Victoria Lemieux, Darra Hofman, Danielle Batista og Alysha Joo. Disse artiklene er blant de beste for arkivvitenskapelig forskning på blockchain, der blockchain-forskning generelt sett har andre fokus. Disse artiklene fokuserer på potensial for blockchain, med en klar tilnærming til tillitsbegrepet arkivene sliter med å danne. Mange av artiklene kan være relevant for én enkelt del av oppgaven, og dermed ikke brukes i andre deler.

Av de utenlandske rapportene brukes blant annet Deloitte sin rapport fra 2019 «*Deloitte's 2019 Global Blockchain Survey: Blockchain gets down to business*», og IBMs «*Storage Needs for Blockchain Technology – Point of View*». Disse rapportene er blant de viktigste kildene for å avdekke mulige potensialer av blockchain, samt dens viktigste utfordringer. Disse fremstiller i større grad resultatene sine i numerisk data, som er langt lettere å trekke konklusjoner fra. I diskusjonsdelen vil disse rapportene hjelpe å bevise vanskelige temaer.

1.8 Posisjonering

Under idémyldringsfasen ble det brukt god tid til å bestemme posisjoneringen for oppgaven. Denne delen vil klargjøre min egen vinkling for oppgaven, mine partiskheter og mine personlige oppfatninger og tro.

Dette arbeidet vil ha spor av partiskhet til fordeler ved blockchain. Jeg er selv en smule naiv og godtroende til hvorfor blockchain kan være en god løsning. Dette begrunnes av en personlig beundring for teknologien, selv om tilhengerskapet ikke har eksistert særlig lenge. Det vil derfor likevel forsøkes å vinkle oppgavens problemer på en objektiv måte, selv om det kan være tilfeller hvor jeg er til grads partisk. I tillegg er jeg en stor kritiker, og har alltid et kritisk blikk på alle poeng. Selv i diskusjoner bygget rundt aksiomer forsøker jeg å se ulike sider av en sak. Dette kommer av min bakgrunn i historie og idéhistorie, der det ofte stilles spørsmål til de mest naturlige fenomener. Jeg er heller ikke den mest interesserte i informasjonsteknologi i seg selv. I situasjoner kan det hende jeg derfor er for naiv, grunnet manglende teknologisk kunnskap. Selv om blockchain riktignok er en moderne teknologi, er omfanget svært krevende, med et stort potensial. Det vil som følge være saker jeg ikke har nok kunnskap om for å komme til en endelig, fullstendig konklusjon. Bruk av ulike kilder vil i slike situasjoner unngå å forvrengre realiteten, ettersom en sammenligning av deres resultater og diskusjon vil peke på klare svar.

2.0 Teori og grunnlag

2.1 Arkivet

Denne delen vil ta for seg hva et arkiv er, og hvilken rolle arkivet spiller i det moderne samfunnet. Det vil redegjøres for ulike definisjoner og syn av arkiv, som vil gi bedre forståelse av hva en kan forvente av et arkiv. Kapittelet går videre til moderne arkiv og overgangen fra klassiske arkiv til dokumentasjonsforvaltningen. Til slutt vil det redegjøres for hvordan eksperter mener fremtidens arkiver ser ut, hvordan de vil drives, og hvilken rolle de vil ha i fremtidens samfunn.

2.1.1 Hva er et arkiv?

Dannelsen av arkiv og opprettholdelse av dokumentasjonsfangst, utført av diverse arkivaktører, kan dateres helt tilbake til ~8000 fvt. Samlesteder for informasjon har riktignok ikke alltid hatt navnet *arkiv*. Det er selve funksjonene dagens arkiver utfører som viser likhetstrekk med hvordan dokumentasjon ble håndtert i tidligere perioder. De eldre, uoffisielle arkivene ble f. eks drevet av regnskapsførere, hoffmenn, geistlige og lærde, mens moderne, offisielle arkivinstusjoner som regel drives av folk med stillingstittel *arkivar* (Yeo, 2018, s. 3–14). Fylkesarkivar Svein Amblie skriver at individets interesser på denne tiden generelt hadde lite relevans. Arkivene ble koblet til makthavernes interesser, og arkivet fungerte kun som et redskap for å beskytte maktgrunnlaget (Amblie, 2016, s. 2).

Skiftet til det offisielle arkivet som fortsatt eksisterer i dagens samfunn kan sies å ha funnet sted på slutten av 1700-tallet. Selv om dokumentasjon før dette ble samlet, håndtert og bevart, var denne dokumentasjonen ikke alltid tilgjengelig for offentligheten (Shepherd, 2009, s. 6). Trolig var de eneste årsakene for at en middelaldersk konge forvaltet eget arkiv, drevet av egeninteresser. Dokumentasjon kunne eksempelvis fungere som bevis på hvilke gårder som avleverte riktig mengde korn til kongen (Yeo, 2018, s. 12). Den franske revolusjonen endret dette, der de franske innbyggerne tok makten i egne hender, og åpnet de private statsarkivene til offentligheten. Denne reformen endret hva vi anser som et arkiv den dag i dag. Fokuset på individers rettigheter ble økt, og arkivene begynte å fungere som selve symbolet på frihet – selv om arkivet i tillegg alltid har hatt en bruksfunksjon. Folk ble samtidig bevisst på at arkivet kunne fungere som viktig historisk dokumentasjon (Amblie, 2016, s. 2). Etter dette skiftet fremstår det fremdeles en desentralisering i forvaltning av offentlige og private arkiv på landsbasis, men arkivvitenskapen som helhet har samarbeidet på

tvers av landegrensene for å utvikle de beste metodene for bevaring av informasjon. Hva er altså det moderne arkivet?

Det finnes en rekke ulike definisjoner av arkiv, og hva arkivets hovedformål er. Flere av disse er styrt av ulike lands oppfatninger, der definisjoner kan formes ut ifra hvordan et land styres. Blockchain er en desentralisert teknologi. Dette betyr at teknologien beveger seg på tvers av landegrensene. Land kan derfor ikke diktere hvordan blockchain fungerer eller styre dens hovedfunksjoner. Oppgaven tar for seg blockchain generelt, men med et særlig fokus på Norge. Det gir derfor mening å ta for seg ulike lands definisjoner på arkiv, og hvilken rolle disse spiller i ulike lands samfunn og styreformer. Dette vil bidra til å gi innsikt i hva arkiv er, i hvilken grad synet på arkiv kan være ulikt i diverse land, og hvorfor arkiv holdes.

Arkivverket definerer et arkiv som: «Arkiv er dokumenter som blir til som ledd i en virksomhet.» All dokumentasjon som virksomheten skaper eller mottar, og som hjelper den nå sine mål, bevares ofte i virksomhetens eget arkiv (Arkivverket, 2021a). Arkivet er altså samlestedet for virksomhetsdokumentasjonen. Forslag til ny arkivlov fra oktober 2021 påpeker at det ble vurdert å skape en særskilt definisjon for arkiv, ettersom moderne tolkinger på arkiv kan misforstås. Departementet kom frem til at konteksten rundt bruk av ordet arkiv i arkivloven er derimot vanskeligere å misforstå, og dermed at den eksisterende definisjonen vil være tilstrekkelig. Likevel vurderes det å inkludere ordet *informasjon* når arkiv skal defineres. Dette skyldes av skjæringspunktet som har funnet sted mellom arkivvitenskapen og informasjonsteknologien i nyere tid (Regjeringen, 2021, s. 72).

I riksrevisjonens undersøkelse av arkivering og åpenhet i statlig forvaltning fra 2017, formuleres arkivdefinisjonen nærmest likt som arkivverkets. Riksrevisjonen utdyper videre *hvorfor* vi holder arkiv i moderne samfunn. Her menes det at demokratiske samfunn har det som grunnleggende krav å sørge for at offentlige organer dokumenterer egen aktivitet, noe som sikrer innsynsretten og den demokratiske kontrollen av forvaltningen (Riksrevisjonen, 2017, s. 51). Riksrevisjonen baserer mye av sitt innhold på «*Melding til stortinget 7 (2012–2013). Arkiv.*». Her beskrives i tillegg arkiv som vårt felles minne, som fungerer som en bro mellom fortid, nåtid og fremtid. Et arkivdokument er altså en direkte og autentisk stemme fra fortiden, og gir fremtidens mennesker innblikk i hvordan tidligere samfunn så ut (Meld. St. 7 (2012–2013), s. 5–6).

Europarådets ministerkomité definerte i et forslag fra 2000 at *arkiv* har to betydninger:

- 1) Hvis arkiv skives med liten bokstav, betyr det samlingen med dokumenter som overleveres til et depot, uavhengig av dato, format, produsent, media, eller organ.
- 2) Hvis Arkiv skrives med stor bokstav, betyr det selve institusjonen som har som jobb å bevare og forvalte dokumentasjon (Recommendation No R, 2000).

Dette påpeker at ordet arkiv i seg selv kan ha ulike definisjoner, der grammatikken dikterer hvilken definisjon som skal brukes, og som følge hvilken kontekst dette medfører for sammenheng og forståelse.

The International Council on Archives (ICA) definerer arkivet slik: «Arkiver er det dokumentariske bi-produktet av menneskelig aktivitet som beholdes for sin langsiktige verdi». Denne definisjonen fremhever menneskets personlige aktivitet i større grad enn de norske variantene, som heller vektlegger virksomhet og samfunn. Videre beskriver ICA hvilke fire hovedtrekk et arkivs innhold må oppfylle. På norsk er summen av disse kategoriene oversatt til APIA, et akronym for dens fire hovedtrekk – autentisitet, pålitelighet, integritet og anvendelighet (ICA, 2021). Hva innebærer altså disse fire trekkene?

Autentisitet: Ifølge *NS-ISO 15489-1:2016 Informasjon og dokumentasjon – Dokumentasjonsforvaltning – Del 1: Begreper og prinsipper*, stilles det krav for hva som gir et dokument autentisitet. Et autentisk dokument er:

- a) Hva det utgir seg for å være
- b) Har blitt skapt eller sendt av aktøren som påstår å ha skapt eller sendt dokumentet
- c) Har blitt skapt eller sendt akkurat når det hevdes dokumentet har blitt skapt eller sendt (NS-ISO 15489-1:2016, s. 4)

Først når et dokument krysser av alle disse tre boksene, kan dokumentet kalles autentisk. Videre i oppgaven vil autentisitet være et tema som utdypes og reflekteres rundt.

Pålitelighet: Autentisiteten av dokumenter handler om å avsløre sannheten bak skapelsen av dokumentet. Dette betyr i hovedsak å fokusere på hva selve dokumentet er, fremfor hva mesteparten av hva dets innhold er. Pålitelighet fokuserer derimot på det sistnevnte. Det er snakk om troverdigheten og standhaftigheten til dokumenter. Dokumentene klarer å stå for hva som legges frem i selve innholdet av disse dokumentene (Duranti &

Macneil, 1996, s. 46). Dokumentene representerer hendelser, men disse fortelles via synspunktet til personen eller organisasjonen som har skapt dokumentene (ICA, 2021).

Pålitelige dokumenter skal i tillegg være:

- a) Dokumenter som kan stoles fullt på, samt at de er en helhetlig representasjon av hva de går ut for å være – transaksjoner, aktiviteter eller andre hendelser
- b) Dokumenter som kan stoles på til videre bruk ved fremtidige transaksjoner, aktiviteter og hendelser (NS-ISO 15489-1:2016, s. 4)

Integritet: I en artikkel fra 1996 – skrevet av arkivarene Luciana Duranti og Heather Macneil – defineres integritet som summen av pålitelighet og autentisitet (Duranti & Macneil, 1996, s. 59). Integritet av dokumentasjon har i tillegg en ekstra definisjon. I 2021 er det normalt å henvise til denne definisjonen når det er snakk om integritet av dokumentasjon, og det er denne definisjonen som inngår i APIA.

Integritet i dokumentasjon gjengis når dokumentasjonen er hel og uendret. For arkivenes del betyr dette at dokumentasjon som allerede er skapt må bevares på en sikker måte, hvilket vil forhindre uautoriserte personer i å endre innholdet av dokumentasjonen. Et uendret dokument vil sørge for at innholdet kan stoles på, ettersom det som står skrevet faktisk er blitt komponert av dokumentasjonens skaper. ISO 15489-1: 2016 beskriver hvordan arkiver og virksomhetsarkiver må utforme retningslinjer og rutiner for autorisasjon, slik at det forhindrer uønsket redigering og forfalskning. Videre understrekes viktigheten av tilrettelegging slik at endringer kan lett oppdages og spores (NS-ISO 15489-1: 2016, s. 5).

Anvendelighet: Anvendbarheten går vekk fra selve oppbygningen av dokumentasjon, og fokuserer heller på tilværelsen der dokumentasjon ender opp. Slik ICA poengterer, kan tornadoer, jordskjelv og kriger medføre at arkivene destrueres. Og det er ikke slik at dette kun gjelder papirarkiver og depot. Digitale arkiver hvor innholdet lagres lokalt kan også påføres slike skader, dersom lagringsenhetene blir destruert eller går tapt (ICA, 2021).

Dokumentasjon som regnes som anvendbar, er dokumentasjon som interessenter har tilgang til i et bestemt tidsrom. Denne dokumentasjonen kan fanges, hentes, presenteres og tolkes uten problemer (NS-ISO 15489-1:2016, s. 5). Anvendelige dokumenter er altså dokumenter som er lett tilgjengelig for de som ønsker de, samt har tilgang til de).

Et arkiv som inneholder dokumentasjon som oppfyller disse fire forventede kravene, kan regnes som et forsvarlig forvaltet arkiv.

2.1.2 Et digitalisert arkiv

Arkivet har de siste par tiårene opplevd store endringer i hvordan dokumentasjon arkiveres og forvaltes. Informasjonsalderen vi befinner oss i har medført at mengden dokumentasjon som skapes har akselerert, og behovet for skarpere bevaring – både vurdering og behandling – gjort det samme (Yeo, 2018, s. 31–34). Det post-custodialet arkivet er et begrep arkivar Gerald Ham oppfant på 1980-tallet, der begrepet omhandler overgangen fra klassiske og papirbaserte depot, til det binære landskapet digitaliseringen har medført. I et post-custodialt arkiv blir arkivskaperene, det vil si de som produserer dokumentasjonen, sine egne arkivarer. Arkivarens rolle går i dette begrepet vekk fra klassisk makteierskap over dokumentasjonen, til en bistående rolle der kompetanse over relevante temaer står i fokus (Cunningham, 2010, 173–175). Samtidig har noen reist motstand mot dette synet. Arkivar Luciana Duranti er blant disse, der hun tilføyer at dokumenter kun kan kalles autentiske dersom de beveger seg innenfor arkivinstitusjonenes varetekt. Arkivskaperene er muligens ikke pålitelige nok til å bevare dokumentasjon som sikrer autentisitet. Duranti påpeker heller viktigheten bak arkivenes eierskap av dokumentene (Cunningham, 2010, s.175–177).

Livssyklusmodellen for dokumentasjon, dannet på midten av 1900-tallet, beskriver hvordan dokumenter beveger seg igjennom ulike faser, og at dette er dokumentasjonens levetid. Dokumenter går fra aktive og aktuelle, til del-aktuelle og del-aktive, og til slutt inaktive. I den inaktive fasen blir mye dokumentasjon destruert, etter en vurdering av dens fremtidsnytte (Yeo, 2018, s. 17). Denne livssyklusmodellen er blitt satt på spissen i nyere tid, der akademikeren Frank Upward har fremstilt en ny modell – Kontinuum-modellen. I kontinuum-modellen beskrives det hvordan dokumenter løsrives fra en statisk kontekst, og etablerer seg en ny kontekst når den beveger seg igjennom rom og tid. Dokumentasjon er altså aldri statisk eller inaktiv, den endrer seg samtidig med samfunnet og samfunnssynet (McKemmish, Gilliland & Lau, 2017, s. 139).

Digitaliseringen har også utydeliggjort måter å skille kopi fra original. Arkivarer har tradisjonelt sett forstått dokumenter på én måte; det finnes *én* original, alt annet er kopier. Mengden informasjon som skapes, samt mulighetene for å sporeløst endre, redigere, og forfalske dokumentasjon i ettertid, har skapt press på de moderne arkivene til å utvikle metoder og løsninger som kan takle disse utfordringene. Digital dokumentasjon betyr samtidig digital bevaring, og teknisk innovering av bevaringssystemer har vært særdeles relevant de siste tiårene (Yeo, 2010, s. 105–108).

2.1.3 Arkivets rolle i fremtidens samfunn

NOU 1987: 35 *Samfunnets arkiver – fremtidens kildegrunnlag*, beskriver og beviser at arkivene på 1980-tallet forsto viktigheten all dokumentasjon har som fremtidig forskningsgrunnlag og kulturarv (NOU 1987: 35). Den digitale æraen har gitt oss muligheter til å omgjøre arkiver til depoter uten vegger (Cook, 1994, s. 314). De digitale dokumentene beveger seg gjennom samfunnets landskap, og derfor har denne økte desentraliseringen endret makteierskapet av fremtidens kulturarv (Hill, 2010, s. 16).

I de siste årene har det oppstått et nytt fokus for arkivets rolle i fremtiden. Professor i arkiv og informasjonsstudier Craig Gauld, poengterer viktigheten til arkivets nøytrale posisjon. Samtidig skal den være en institusjon som tjener samfunnet og samfunnets interesser, hvilket videre betyr at arkivet må trå vekk fra en objektiv posisjon for å lagre sannhet. I informasjonsalderen skapes det ekstreme mengder digital informasjon på ulike medier, og et stort antall er *falske nyheter* (Gauld, 2018, s. 142–143). Begrepet falske nyheter har i nyere tid gått fra informasjon som tar bakgrunn i et satirisk utgangspunkt, til å handle om informasjon som manipulerer befolkningen via løgner eller villedende fakta (Mihailidis & Viotty, 2017). Fremtidens arkivarer må dermed utvide sin kompetanse ytterligere, slik at det skjønnsbaserte nivået som trolig fremdeles vil finne sted i fremtidens arkiver, fører til arkivering av pålitelig og autentisk informasjon (Gauld, 2018, s.147–151). De moderne løsningene som skapes, utvikles, og forbedres må finne en balanse mellom arkivering av autonome og autentiske dokumenter. Blockchain er en av løsningene det forskes på, i tillegg til innflytelse av menneskelig makt for å sikre at dokumentasjonen som bevares er pålitelig (Gauld, 2018, s. 151). Duranti utpeker at arkivarene bør koble seg mot moderne teknologi, som elektronisk oppdagelse, maskinlære, og dataanalyse. Disse teknologiløsningene vil kunne hjelpe arkivarene i en bistårrolle for å avsløre dokumentasjon som ikke oppfyller karaktertrekkene til APIA. Her fremheves i tillegg blockchain som en verdig kandidat for å sikre en sannhet i digitale dokumenter (Duranti, 2018, s. 24–26). Arkivet vil derfor spille en enda større rolle i fremtidens samfunn, ettersom det vil ha påvirkning på samfunnet der og da. Arkivet blir trolig i større grad en dobbeltsidig institusjon (Duranti, 2018, s. 26–27).

2.2 Blockchain

Denne delen vil gi innsikt i hva blockchain-teknologi er og hva det brukes til. Delen vil ta for seg blockchain som helhet, og ikke kun en avgrenset bit av teknologien, fordi teknologiens hovedfokus ikke er tema i denne oppgaven. Likevel gis det best forståelse av teknologien dersom blockchain utdypes helhetlig. Det vil derfor inkluderes en oversikt over hvordan teknologien fungerer og kjente konsepter innenfor blockchain, samt en innføring i desentraliseringen som forekommer ved bruk av teknologien, og til slutt kryptovalutas kobling til temaet.

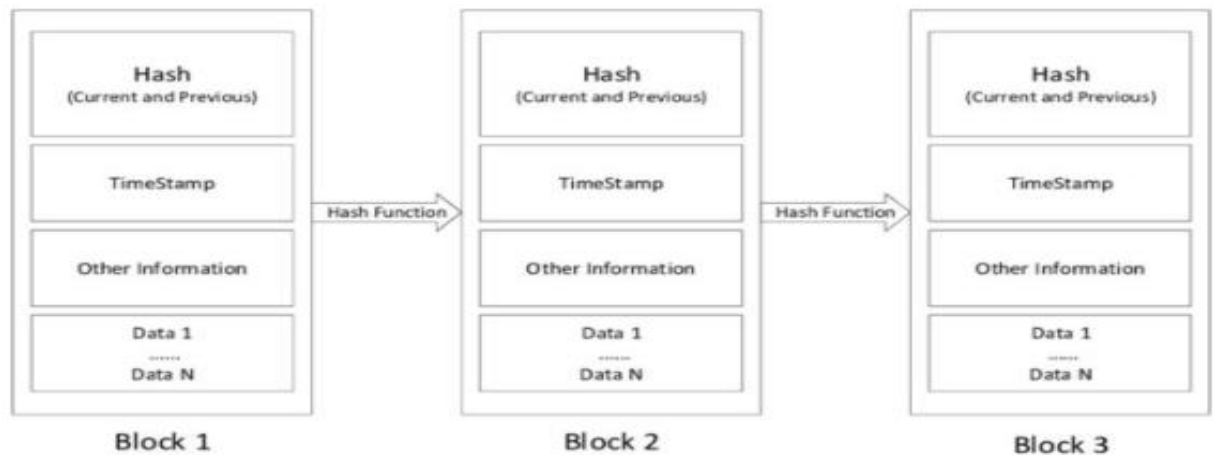
2.1.1 Hva er blockchain?

Teknologisk sett er ikke blockchain noe nytt. Fundamentet for blockchain ble dannet helt tilbake i 1991. Et 30 års tidsrom regnes som lite i det moderne menneskets historie, og nærmest ubetydelig i jordens historie. Da det er snakk om teknologi derimot, er 30 år lenge. I 1991 introduserer Tim Berners-Lee «WorldWideWeb», CERN lager sin første hjemmeside, Apple lanserer Powerbook – forgjengeren til MacBook Pro, og det første «*Sonic the Hedgehog*»-spillet ble utgitt. I 2021 klarer roboter å mimikere normale mennesker, digitale assistenter som Amazon Alexa og Google Home er tilgjengelig for allmennheten, og Ford er på vei til å lansere sine selvdrevne biler utenfor laboratoriet. Selv med dette «drastiske» tidshoppet er blockchain relevant den dag i dag. Dette skyldes rampelyset Satoshi Nakamoto, navnet på Bitcoins utvikler, ga blockchain i 2008 (Bhatia & Wright de Hernandez, 2019, s. 1).

Blockchain er i hovedsak en distribuert bokføringsteknologi. Den fungerer som en digital regnskapsbok, med databaser som kan oppdateres og deles med ulike deltakere. Informasjonen som legges til i databasen kan aldri fjernes, og informasjonens innhold forblir permanent. Den teknologiske strukturen til blockchain tar konseptet om en regnskapsbok og gjør den multidimensjonal. I figuren på neste side, Figur 3, illustreres det hvordan blockchain er bygget opp. Kjeden er bygget opp av ulike blokker som inneholder spesiell informasjon. Selv om innholdet som lagres i hver blokk kan være ulikt, er det en del metadata hver blokk må inneholde. Figuren viser fire typer metadata en blokk vil inneholde, og nedenfor beskrives hvilken relevans de har for en blokk.

- Data. Hva slags data og informasjon som lagres i hver blokk i en blockchain, avhenger av konteksten som er gjeldende. Det er nærmest utallige ulike typer data som kan lagres på en blockchain.

- Hash. En hashfunksjon er det som gis til hver blokk for å skille de fra hverandre, samt gjøre de sporbare. Det fungerer som identifikasjonen til selve blokken. Dersom en enkelt verdi i innholdet endrer seg, vil det genereres en ny blokk med en ny hash, kalt sjekksum på norsk. Denne sjekksummen får en ny verdi, som gjør det enkelt å spore tilbake til spesifikke blokker.



Figur 3. Blockchain-struktur (Joshi, Han & Wang, 2021, s. 126)

- Tidsstempel. Tidsstempler er en viktig funksjon i dagens samfunn, ettersom de bidrar til å sikre dokumentasjonens autenticitet. Tidsstempler viser øyeblikket en blokk ble endret/skapt, og er et fotspor eller avtrykk på når innholdet har blitt oppdatert.
- Annen informasjon. Denne delen av blokken inneholder digitale signaturer, nonce-verdier (nonce = number used once), og andre diverse brukerverdier. Enhver bruker som skaper en blokk blir tildelt to ulike nøkler – en offentlig og en privat. Den offentlige nøkkelen deles til alle deltakere for å verifisere dataen under en transaksjon. Den private nøkkelen blir skjult fra offentligheten og kun tildelt en bestemt bruker. Dette fungerer som et signaturbevis når data skal inngå i en transaksjon. I en signatur- eller verifiseringsfase vil disse to nøklene være bevis som danner en felles digital signatur (Joshi, Han, & Wang, 2018, s. 122). En nonce-verdi er et tall som kun kan brukes en gang, og fungerer som et fingeravtrykk, lik en QR-kode. Dette nummeret danner en kode bygget opp av bokstaver og sifre, som videre gjør at hver hash gjør enhver blokk i blokkjeden sporbar (Frankenfield, 2021). Når en blokk med data oppdateres, og verdiene av metadataene som er nevnt ovenfor endres, skapes det en ny blokk. Disse blokkene danner som følge en kjede av flere blokker, derav navnet blockchain (blokkjede).

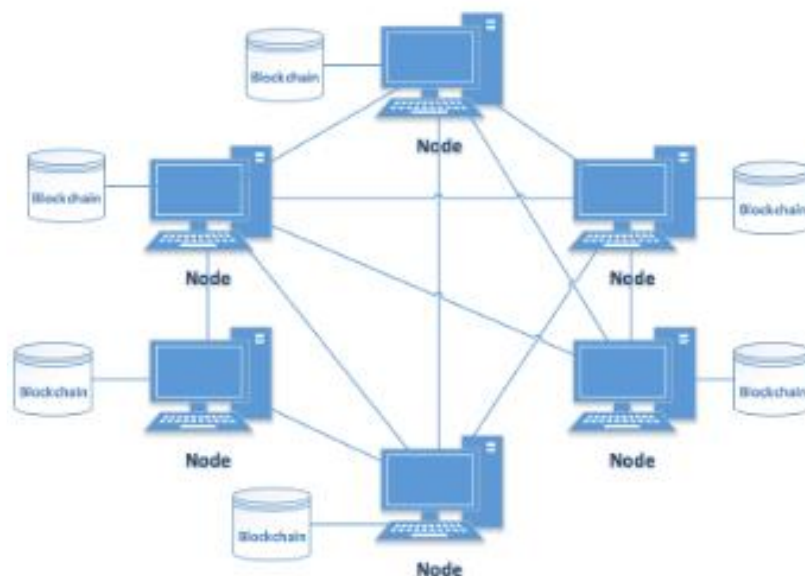
Databasen kan reproduseres i en replika, og deretter bli delt til ulike parter. Den originale databasen kan derimot kun endres av forhåndsbestemte regler, det vil si at den kan avslå transaksjoner om de ikke oppfyller bestemte krav. Det er denne originalen som kopieres til de valgte aktørene. Alle transaksjonene kobles i en og samme lenke, som danner en blockchain. Det er lagringen og replikasjonene av et sett transaksjoner på blockchain-nettverket som gjør dette til en distribuert regnskapsbok (Bhatia & Wright de Hernandez, 2019, s. 2). Hvis et individ vil gjennomføre en vellykket transaksjon på blockchain-nettverket, overfører de kontrollen de har av den valgte ressursen, ved å overføre en blockchain-representasjon av denne ressursen (dataen). Ofte blir en slik ressurs kalt en *token*. I overføringen blir de to ulike nøklene nevnt ovenfor tatt i bruk. Transaksjonen gjennomføres ved bruk av asymmetrisk kryptering, der det kreves en offentlig og en privat nøkkel. De to nøklene har to ulike formål, men som samtidig tjener samme resultat. Dette resultatet er å få overført blockchain-ressursen fra en bestemt blockchain-adresse til en annen. Den offentlige nøkkelen vil både verifisere den bestemte ressursen, og samtidig fungere som en digital versjon av postnummer, slik at ressursen vet hvilken blockchain-adresse den skal bli sendt til. Den private nøkkelen autoriserer transaksjonen, og fungerer som avsenderens originale signatur. Transaksjonen blir deretter validert, bekreftet, og oppført i hovedboken. Denne transaksjonen kan så deles i regnskapsbokens kopi, som er det brukerne og leserne av boken har tilgang til, slik at de får fullstendig innsyn i hva som har funnet sted (Lemieux mfl., 2019, s. 8).

2.2.2 Smarte kontrakter og et desentralisert landskap

På verdensbasis har bruken av tjenester, der tjenestenes tilbud eies privat, økt betraktelig. Dette fenomenet har sørget for at mindre virksomheter har økt og blitt verdensledende innenfor deres kategori. AirBnB, Lyft og Uber er eksempler på disse. Likevel problematiseres disse plattformene, siden de krever en TTP (Trusted Third Party), samt at de kan utnytte mangelen på personvern (Bogner mfl., 2016, s. 177). Tar man i bruk taxitjenesten Uber, vil de kreve et mindre beløp basert på den totale kostnaden. Behovet for denne tjenesten – det vil si Uber som mellommann – kan fjernes ved hjelp av *smarte kontrakter*. En smart kontrakt er et program som kjøres på blockchain, og fungerer som en TTP mellom parter uten tillit. Smarte kontrakter inneholder lagringsplass til selve kontrakten, en kode, og en oversikt. Disse kontraktene kan skapes av enhver enhet i blockchain-nettverket, og programkoden for kontraktene er endelige, som betyr at de ikke kan oppdateres eller endres (Alharby, mfl., 2018, s. 3). Dette knyttes så til *mining*:

Mining er en handling innenfor blockchain der transaksjoner valideres av et nettverk av miners (personer i denne rollen – også ofte kalt noder) – via sjekk av digitale signaturer og kontobalanser. Det er altså mining som validerer transaksjoner, og videre validerer de nye blokkene i en blockchain. Enhver blokk som finnes i en blockchain er verifisert og validert via mining (Alharby, mfl., 2018, s. 2). Smarte kontrakter blir kjørt av et nettverk av miners som validerer kontraktene. En rekke miners sjekker hver kontrakt, kommer frem til en felles konklusjon om hvorvidt kontrakten er gyldig, og oppdaterer kjeden i sanntid. I 2016 foreslo tre blockchain-forskere i Sveits at Ethereum-plattformen var den best egnede plattformen for bruk og bevaring av smarte kontrakter (Bogner, mfl., 2016, s. 177). I 2018 var smarte kontrakter kjørt på Ethereum-plattformen et av de vanligste programmene for bruk av smarte kontrakter, der litteratur som beskriver smarte kontrakter kjørt på Ethereum forekommer i større grad (Alharby, m.fl., 2018, s. 3–4).

Blockchain-teknologiens natur bidrar til å sikre tillit, siden dens hovedfunksjon kjøres via et likemannsnettverk (Peer-to-peer/P2P). Et likemannsnettverk illustreres i Figur 4.



Figur 4. Likemannsnettverk (Koteska mfl., 2017, s. 3)

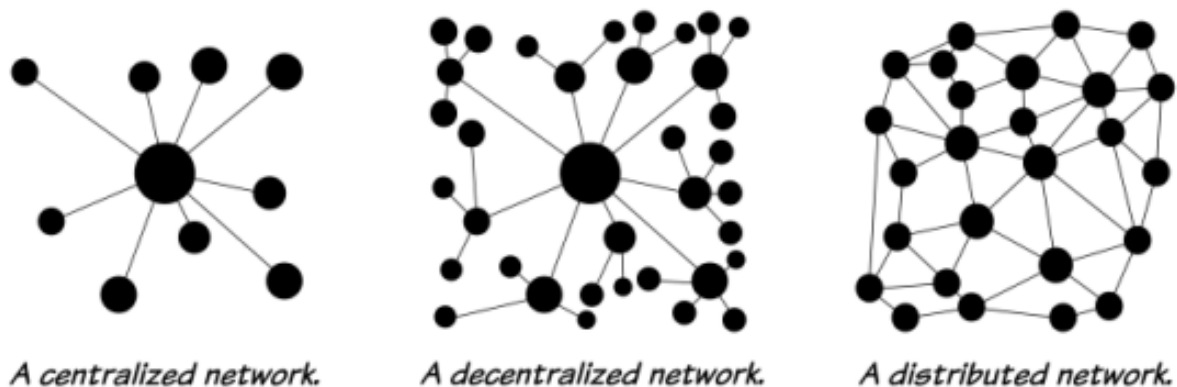
Slik bildet viser, kan hver node direkte overføre data til en annen node, fremfor å gå gjennom en tredjepart. Alle noder på nettverket har akkurat samme verdi som andre noder, som betyr at alle interessenter eller aktører har lik handlingsmulighet. Selv om dette i seg selv ikke skaper en tillitsfull plattform, vil de overnevnte grunnfunksjonene til blockchain sørge for at tilliten beholdes, og at ingen kan utnytte systemet (Koteska mfl.,

2017, s. 2–5). Dette likemannsnettverket fører til et desentralisert landskap, som igjen er et hovedelement når tillit skapes.

Lemieux mfl. beskriver hvordan blockchain kjøres i et desentralisert landskap på følgende måte:

decentralization: blockchain technology operates as a distributed peer-to-peer network in which participants usually do not operate under any centralized authority; rather, participants are autonomous, though operating in a coordinated fashion because they are incentivized to do so. It is because they are autonomous, which makes collusion difficult, that the records generated in these systems can be trusted. (Lemieux, mfl., 2019, s. 6)

Det er altså brukernes autonomi som vektlegges, samtidig som det tilrettelegges for at brukerne må handle ut ifra de gitte verdiene. De særegne karaktertrekkene som er beskrevet fører til at en person/bruker kan bevise sitt verk som sitt eget, og forhindre andre aktører i å hevde at de er opphavet til dette verket (Lemieux, mfl., 2019, s. 6–7). Topografien til et desentralisert nettverk kan visualiseres slik:



Figur 5. Ulike nettverks topografi (Lemieux, mfl., 2019, s. 10)

Figur 5. viser tre ulike nettverkssystemer som illustrerer hvordan en prosess foregår. I et sentralisert nettverk går enhver handling gjennom en felles server/vert, og responsen sendes tilbake fra denne serveren/verten. Illustrasjonen til høyre for det sentrale nettverket, tar disse prinsippene et steg videre og danner det desentraliserte nettverket. I et desentralisert nettverk kan flere servere/verter plasseres inn i systemet – ofte av hvem som helst, der hver server/vert har sine egne forhåndsregler som dikterer hvilke krav og grenser nodene må handle ut ifra. Ingen eier dette nettverket slik som et sentralisert nettverk, hvor den ene serveren eller verten kan eies av noen. Det siste

nettverket som vises i figuren, er det distribuerte nettverket. Dette viser hvordan innsynssystemet i blockchain fungerer, der hovedbokens kopier kan deles i et slikt distribuert nettverk. Hver node kan holde og sitte på data, samt dele den med enhver node som beregnes som ønskelig (Lemieux, 2019, s. 9–14).

I tillegg knyttes blockchain ofte til kryptovaluta, og såkalte «tokens». En token er en digital artefakt som representerer et spesifikt blockchain-prosjekt (Bauer, mfl., 2018, s. 1). Tidligere ble Ethereum-plattformen nevnt, som er et av de mest kjente prosjektene innen blockchain. Ethereum har sin egen token «Ether», og fungerer som digitalt aktivum når transaksjonelle operasjoner skal gjennomføres på Ethereum-nettverket. Ethereum, samt Bitcoin – verdens største blockchain – er offentlige nettverk. Disse nettverkene er fullstendig desentraliserte, og de har ikke noe eierskap. I slike offentlige nettverk er hver bruker autonom, og begår selvstendige handlinger på transaksjonsnivå – utført på disse blockchain-plattformene. Denne teorien er blitt gjenspeilet ofte i oppgaven så langt. Likevel påpekes det at private blockchain-nettverk kan ha eierskap. Transaksjonene som foregår på disse nettverkene kontrolleres av eierne, og som følge mangler denne type blockchain i langt større grad tilliten de offentlige nettverkene har (Lemieux, mfl., 2019, s. 14–16).

Bitcoin-nettverket bruker konseptet «Proof of Work-konsensus» for å validere sine transaksjoner via mining. Dette konseptet går ut på at et krevende matematisk kryptografi-problem er nødt til å løses. Løsningen gir en spesifikk hash-verdi som fungerer som en validert transaksjon. Brukeren som vil mine en transaksjon er den samme brukeren som må løse problemet. Når problemet løses, og hash-verdien er blitt avslørt eller funnet, blir hovedboken oppdatert. I denne konsensusmekanismen blir mineren som løser et problem først, den mineren som får en gevinst i retur. Dette er dermed en handling hvor gevinsten tiltrekker seg store mengder frivillige minere. På Bitcoin-plattformen er dette snakk om gevinst i form av kryptovaluta, i retur for en validert blokk. Dette er hovedårsaken for at valideringen foregår effektivt på nettverket (Lemieux, mfl., 2019, s. 13). En annen kjent konsensusmetode, «Proof of stake», brukes på Ethereum-plattformen. I dette konseptet kan en miner validere transaksjoner for mengden relevant kryptovaluta de har tilgjengelig. Brukere med en rik portefølje har dermed større brukerkraft enn de med mindre mengder kryptovaluta. Dette konseptet, dens nytte, og dens verdi i forhold til Proof-of-Work diskuteres senere i oppgaven (Ethereum, 2022a).

2.3 Autentisitet og tillit

Et hovedelement for et dokumentets pålitelighet, samt at det gjør dokumentet bevaringsverdig, er konseptet om autentisitet. Et av hovedtemaene som har gitt – og fremdeles gir blockchain en relevans i dagens samfunn, omhandler tillit. Denne delen vil bidra til å gi innsikt i hvordan autentisitetsbegrepet fungerer i teori og praksis, i både samfunnet vårt, verdenen, og dokumentasjonsvitenskapen. Dette vil i tillegg avsløre hvordan begrepet er svært relevant for blockchain, og videre prinsippet om tillit.

Begrepet autentisitet defineres av Stanford Encyclopedia of Philosophy som:

The term ‘authentic’ is used either in the strong sense of being “of undisputed origin or authorship”, or in a weaker sense of being “faithful to an original” or a “reliable, accurate representation”. To say that something is authentic is to say that it is what it professes to be, or what it is reputed to be, in origin or authorship. (SEP, 2020)

Det menes altså at noe bør fremstå som en udiskutert original, eller i det minste forbli trofast til originalen i en nøyaktig representasjon. Først da kan noe kan kalles autentisk. Disse ordene er nærmest kopiert i ISO 15489-1:2016 som ble nevnt tidligere i oppgaven, og gir beskrivelser på hva ISO krever av et dokument som kan kalles autentisk.

Begrepet om tillit er samtidig en kompleks sak. Den norske sosiologen Trygve Gulbrandsen, som beskrives som en pioner av tillitsstudier i norsk sosiologi, oppsummerer en rekke teoretikers ulike definisjoner av tillit. Han beskriver tillit fra en rekke ulike perspektiver:

- 1) Tillit er handlinger der det ikke er gjort noen forholdsregler
- 2) Skyve frem ens egen sårbarhet, slik at ens handlinger tar forbehold i en risiko, som følge at man stoler på det eller den man handler ut ifra.
- 3) Forventninger til et annet menneske – bestemte handlinger som begås i nær eller fjern fremtid, uten *behov* for videre kommunikasjon.
- 4) Forbindes med en mulighet for tap for en av partene
- 5) Bygget videre på de forrige punktene, der sårbarhet, risiko og usikkerhet er involvert. Tillitsgiver har ikke kontroll over tillitsmottaker. Valgfriheten eksisterer i stor grad for begge involverte parter.

Tillit er altså en vanskelig sak å bedømme – sett fra eksperters ulike syn. Gulbrandsen oppsummerer begrepet kort og skriver at tillit er en holdning som dannes før en aktør iverksetter en tillitsbasert handling (Gulbrandsen, 2019).

2.3.1 Et autentisk dokument

I første teorikapittel ble autentisitet beskrevet som en karaktereristikk for et bevaringsverdig dokument. Karaktertrekkene og kravene som blir nevnt, hentet fra APIA, handler for det meste om legitimitet og trofasthet. Forsvarsdepartementet i USAs ordbok for militærassosierte uttrykk inkluderer i tillegg autentisitet i fiendtlig dokumentasjon. Her beskrives det at dokumentasjon skapt av en fiende kan ha blitt skapt for å avlede eller mislede. Innholdet i slik dokumentasjon kan ikke fullt stoles på, og må bekreftes via andre mulige kilder – selv om dokumentasjonen selv blir regnet som autentisk (DOD Dictionary, 2005).

Professor i digital dokumentasjonsbevaring ved University of British Columbia, Corinne Rogers, skriver i en forskningsartikkel at autentisitet er selve målet en dokumentasjonsforvalter har når en produserer eller bevarer et dokument. Hun skriver at evaluering og beskyttelse av autentisitet forekommer som aksiomatisk for arkivvitenskapens fundament. Studiene hennes viser at profesjonelle dokumentasjonsskapere og behandlere danner seg en pragmatisk tilnærming til kildene, og autentisiteten selv som følge (Rogers, 2015, s. 1, 7–8).

I den historiske, førdigitaliserte verdenen ble dokumentasjon på den tid også vurdert basert på dens autentisitet. Flere teorier og metoder for å bekrefte autentisitet som ble skapt for flere århundrer siden lever videre i dag. Selv om systemene som skaper disse bekreftelsessymbolene har endret seg gjennom historien, har vi i dag en lik autentisering av dokumentasjon for å bekrefte deres oppstand og troverdighet. I førdigitaliserte samfunn ble dokumentasjon ofte forseglet, der en intakt forsegling ville fungere som et autentisitetsbevis. Signaturer skrevet i selve dokumentet ville i tillegg fungere som et bevis på hvilken person som hadde skapt dokumentet. I det digitaliserte samfunnet, der det som regel produseres digitale dokumenter, lever teorien om signatur videre. En signatur vil kunne bevise proveniensen til dokumentet, og dermed motivet bak det skapte dokumentet. Moderne løsninger har derfor utviklet metoder for å videreføre denne tradisjonen i en elektronisk sammensetning. Det regnes som trolig at denne tradisjonen vil leve videre i fremtidige samfunn (Krishna & Marar, 2014, s. 1–3).

Det finnes i tillegg andre måter å sikre et dokumentets autenticitet, selv i den digitale verdenen. Luciana Duranti skriver at et autentisk dokument bevarer den samme identiteten den hadde når den først ble skapt. Over tid kan dokumentet endre seg, som dens format, materiale eller bitstrøm, men ikke selve integriteten det hadde da det ble skapt. Dokumentets integritet kan defineres som dokumentets egenskap og evne til å videreføre dens originale ønske og ordlyd. Autenticiteten endrer seg ikke, men er heller ikke statisk, ettersom den beveger seg gjennom dokumenters ulike medium – basert på at de har lik integritet (Duranti, 2009, s. 2–3).

En metode som er blitt brukt i stor grad for å sikre autentiske dokumenter, er digital diplomatikk. Tradisjonelt sett har diplomatikk vært en disiplin utført på fysiske dokumenter, der det anses som læren om diplom – også ofte kalt læren om eldre dokumenter (Sandes, 1983, s. 81–82). Diplomatkikk ble i det 17. århundre utviklet i Frankrike, med et mål om å fastslå et dokument eller dokumenters proveniens og autenticitet. Klassisk diplomatikk – metoden brukt på fysiske og eldre dokumenter – beviste dokumenters ekthet og opphav basert på eksisterende viten. Eksempler på slike gjenkjennbare tegn og symboler i dokumentene vil ikke bare være undersøkelser av forseglinger og signaturer, men også måten dokumentene ble skrevet på. Bruk av tidligere dokumentasjon for å bekrefte en likhet i dokumentets opphav, som skrivestil, språkbruk eller materiale, vil kunne avsløre om dokumentasjonen kan regnes som autentisk og pålitelig (Duranti, 2009, s. 1–4). Moderne diplomatikk, eller digital diplomatikk, er noe Luciana Duranti er kjent for å ha brakt arkivvitenskapen – videreutviklet av klassisk diplomatikk. Moderne analysesystemer har i større grad ekspandert bruksområdet til diplomatikk, og mer nøyaktige studier er følgelig gjort mulig. Samtidig har den digitale alderen medført en rekke måter å forfalske dokumentasjon på, som gjør at moderne analyser kun holder tritt med utviklingen. Forfalskede digitale dokumenter kan nærmest ha identiske likhetstrekk som originalene, som forhindrer bruken av diplomatikk. Det eksisterer derfor ennå store hull som ikke fylles av moderne løsninger. The Preservation Metadata Maintenance Activity, i tillegg til Open Archival Information System, har forsøkt å tette noen av disse hullene. De har forsøkt å etablere en rekke standarder som dokumentasjon må tilfredsstille for å beregnes som autentisk, og egnet til bruk i offentlig forvaltning. Forfattere og forskere fra det 17. århundre til det 21. århundre har i tillegg ment at det er umulig å bedømme et dokumentets totale autenticitet. Dette problemet fremstår i like stor grad i dag, der det fremdeles er

vanskelig å etablere en fullstendig autentisitet over et dokument (Fowler mfl., 2017, s. 88–89).

2.3.2 Samfunn

Høringsnotatet om forslag til ny arkivlov fra oktober 2021 nevner periodevis begrepene «autentisitet», «gjennomsiktighet», «transparens», «innsyn», og «demokrati».

Lovutvalget er basert på Norges ønske om å fremstå som et ledende demokratisk land, der informasjonen som tilbys innbyggere kan regnes som autentiske og pålitelige (Regjeringen, 2021, s. 26–27). Alle land i verden har ikke det samme systemet og demokratiet som Norge, der andre lands beboere kan ha store variabelsvingninger i deres grad av autonomi, frihet, rettigheter og innsynsmakt.

Arkivar Jay Gilbert inkluderer i en av hans tekster en viktig setning for forståelse av informasjonsdeling med innbyggere: «There is a great difference between not releasing information and telling the truth. We're telling the truth, we are just not releasing some information». Det er viktig å huske på at det ikke nødvendigvis kun finnes to måter, to ekstremer, eller to sider av en sak. Enkelte land kan ha svært gode demokratiske forhold, men tilbakeholder bestemt informasjon som de mener sikrer landet best (det er verdt å nevne at korrupte land også kan mene dette, selv om de kun har sine egne interessert i tankene) (Gilbert, 2000, s. 84–89).

Teknologiskiftet har svekket afrikanske lands evne til å bekjempe korrupsjon, uetiske ideologier, og politisk ustabilitet. Dette begrunnes av manglende teknologisk kompetanse og forståelse. Det har vært et manglende samspill mellom IT-profesjonelle og dokumentasjonsforvaltere, der den ene kun sitter på informasjon den andre ikke har. De utfyller ikke hverandre, og lærer hverandre ikke opp, som har gjort det vanskelig å utdanne dyktige systemforståelige arkivarer. Selv personer i maktposisjoner i disse landene har manglet slike evner og kunnskaper. Et studie fra 2000 viser at finansdepartementet i Uganda ikke så nytten av IKT-systemer i deres forvaltning og dokumentasjonsskapelse, ettersom de manglet ledende personer til å utfylle slike roller. Finansministeren selv ville hatt makt til å endre denne holdningen (Asogwa, 2012, s. 199–209).

Globaliseringen og internettet, samt deres evner til å «fjerne» landegrenser, har vokst frem i stor grad de siste tiårene. Mengden informasjon som skapes og gjøres tilgjengelig, i offentlig og privat form, har totalt endret landskapet og verdenen vi lever i.

Duranti og Rogers nevner at mellom år 2000 og 2012 økte internettbruken i USA med 153 %, og 566 % på globalt nivå (Duranti & Rogers, 2014, s. 6). Fra 2012 til 2021 har dette økt ytterligere, der antallet som benytter seg av internettet har gått fra ca. 2,5 milliarder brukere til ca. 5,2 milliarder brukere på globalt nivå (Internetworldstats, 2021). Mye av aktiviteten som skaper dokumentasjon eller transaksjonelle bevis som følge av digital aktivitet, blir i dag lagret i skyløsninger. Det har vært mye diskusjon og konflikt mellom dokumentasjonsforvaltere, der det er blitt stilt spørsmål rundt vår evne til å stole på skylagringsløsninger – og deres innhold. Et hovedspørsmål omhandler tillit til dokumentasjon som beveger seg utenfor arkivinstitusjonenes terskel. Før i tiden var dette snakk om fysiske lagringsdepot, men i den digitale alderen har dette gått videre til lokale lagringsenheter og servere. Skyløsninger bidrar til at dokumenter igjen kan bevege seg utenfor den nevnte terskelen, selv i en digital alder. Duranti og Rogers beskriver at tillitsskifte i stor grad har gått fra innholdet i selve dokumentene, og deres autensitet, til hvem som bevarer dokumentasjonen. Dette har vært et kontinuerlig tema gjennom historien, men som oftest har det alltid vært et klart tillitsgrunnlag blant og til arkivarer, hvis dokumentene lagres i et offentlig arkiv. Digitale skyløsninger kan derimot leveres av private, eksterne virksomheter med egne interesser i tankene. Fokuset om transparens i digitale depot er derfor langt viktigere nå enn før (Duranti & Rogers, 2014, s. 5–8).

Det er gjort svært relevant arbeid rundt dette for arkivverdenen, med arkivet i fokus, for å sikre at digitale depot kan bevares i trygt i nåtid og fremtid. Skyløsninger er nemlig blitt vurdert som et høyest viktig element dersom vi skal klare å bevare all relevant informasjon. Arkivaren Adrian Cunningham har skrevet en artikkel der han inkluderer 10 fokuspunkter en bevaringsvirksomhet bør fokusere på, dersom de skal vurdere og ta i bruk en skylagringsløsning. Han beskriver i tillegg bruken av skyløsninger som et reelt paradigmeskifte for arkivvitenskapen. Selv om Cunningham belyser hvordan og hvorfor skyløsninger kan og bør brukes i dag, viser han også svakheter som krever grundigere forskning og utvikling. Han mener det må forskes mer på gjøres systemer som skal kontrollere enorme mengder data og metadata, med bevaringsfunksjoner i fokus, og ikke generelle virksomhetsinteresser. Det bør i tillegg forskes på *mørke arkiv*. Mørke arkiv er arkivdepot som lagrer materiale for fremtidig bruk, der kun bevaringsparten har tilgang til materialene, og ikke lagringsleverandøren. Dette vil kunne potensielt sikre utnyttelse og bedrag av arkivenes innhold. Likevel fremstår hacking som et stort risikoelement. Til slutt nevner Cunningham at det må

forskes på bruken av slike arkiv, og villigheten blant dokumentasjonsforvaltere til å utnytte slik løsninger, spesielt fra et etisk ståsted (Cunningham, 2019, s. 183 – 187, 201–204).

Dokumentasjonsforvalter Julie McLeod beskriver to strategier som sprang ut av forskningsarbeidet til InterPARES Trust. Dette forskningsarbeidet handlet hovedsakelig om tillit til dokumentasjon i digitale omgivelser – der skyløsninger og autentisitet var store temaer. Den første av disse to strategiene går ut på å danne et rammeverk som bekrefter digitale dokumenteres autentisitet – en slags sjekklister – som kan utnyttes i offentlig og privat sektor. Selve utføringen av hvordan dette skal gjøres, eller hvordan sjekklister bør se ut i fullstendig grad, inkluderes ikke. Rammeverket inkluderer kun hovedelementer eller idéer til hva som bør inkluderes. Den andre strategien handler om hvordan dokumentasjon skapes, og samlesett av dokumenter. Å danne bilde av hvordan dokumentasjon skapes i en virksomhetsfunksjon vil klargjøre hva en kan forvente å få fremstilt i deres dokumentasjon – altså forutsigbar dokumentasjon. Dersom innholdet i dokumentene lever opp til forventning, kan de trolig bekreftes som tillitsfulle og autentiske (McLeod, 2019, s. 27).

3.0 Metode

Denne delen vil klargjøre hvilke forskningsmetoder som er brukt for å løse oppgavens tematiske spørsmål og problemstilling, hvorfor disse er de beste metodene for å nå målene som er satt, og hvordan disse vil ha effekt på oppgavens helhet. Ulike forskningsmetoder kan fremstille flere helt ulike oppgaver og artikler. Hovedmetodene som brukes vil danne grunnlaget for hvilke kilder som benyttes, eller hvilken data som brukes, for å trekke skarpe konklusjoner til problemstillingene.

Det vil i hovedsak fokuseres på kvalitative forskningsmetoder. Boken «*Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*», skrevet av John W. Creswell og J. David Creswell beskriver i detalj hvordan kvalitative metoder kan utnyttes, og hvorfor disse vil være det beste valget.

Kvalitative forskningsmetoder skiller seg fra dens motpart, kvantitative forskningsmetoder. Der kvantitative metoder for det meste benytter seg av rå, empiriske data, ofte sanket inn av forskeren eller forfatteren selv, vil de kvalitative metodene være til bruk i situasjoner der ren data ikke egner seg i lik grad. Kvalitative forskningsmetoder fokuserer på en annen type data, samlet fra tekst og bilder. De kvantitative metodene henter som regel matematisk data for å støtte eller avkrefte sine hypoteser. Selv om de matematiske svarene ikke kan se, høres, eller føles, kan data hentes ut ifra empirisk observasjon. Kvalitative metoder kan ha eksempler på innsanking av data som knytter seg til dette, men som regel handler det om data «mellom linjene». Det åpnes for mer refleksjon, mønstertegning og konklusjonstrekkning, basert på eksisterende kilder. Dette fremfor å bevise sin påstand med reelle matematiske data. Dette begrunnes ved at man ofte bruker de eksisterende kildene til å danne nye idéer, der argumentene man kommer med ikke nødvendigvis kan bevises av nøyaktig nummerert data. Til og med funksjonene og formålene noe har, kan bevises på kvalitativ måte. I motsetning til kvantitative metoder, vil kvalitative forskningsmetoder gjerne ha kontinuerlig innspill og refleksjoner av hva noe de skriver betyr, og hvorfor argumentene de kommer med betyr det som skrives. Creswell & Creswell nevner i tillegg at skrivemåten til forskningsartikler og studier, basert på kvalitative metoder, ofte skiller seg fra hvordan kvantitative forskningsoppgaver bygges opp eller skrives. I kvalitative studier må man gjerne sette av mer rom for å bevise sine påstander, og overbevise leserne, siden kvantitativ data kan nøytralisere andre argumenter av seg selv. Det kreves altså ikke tilførsel av noe mer. Det

gjør det riktignok i kvalitative forskningsmetoder (Creswell & Creswell, 2018, s. 254–259).

Denne oppgaven vil for det meste ta i bruk tre ulike metoder for å løse de tre ulike problemene. Hver metode vil brukes i hvert enkelt spørsmål, og de vil samtidig overlape hverandre. Dette begrunnes ved at de kan gi fra seg de beste resultatene, dersom de alle er i bruk. Metodene utfyller hverandres mangler uten å redusere kvaliteten på dataen.

Kritisk litteraturmetode/Kildekritikk. Dette er en metode som analyserer oppstand og bakgrunn til en kilde. Det settes spørsmål ved hvorfor den er blitt skapt, og om den kan stoles på. Svarene kan avsløres via analyser av forfatteres tidligere verk, om faktainnholdet eller argumentene holder mål og kan sammenliknes med andre relevante kilder, samt om den er autentisk og pålitelig. Dette er tradisjonelt en mye brukt metode i historiske studier, siden den er til nytte når man tar i bruk en stor mengde kildemateriale, og man skal konkludere med hvilken informasjon som stemmer (Bailin & Grafstein, 2010, s. 2–5). Denne metoden er valgt for denne oppgaven, ettersom deler av oppgaven omhandler eldre materiale, i tillegg til en stor mengde med kilder. Selv om oppgaven dreier seg om en moderne teknologi, samt drøftinger om fremtiden, kan materiale som er skrevet om temaet kalles «historisk». Det kommer av den digitale alderen som har akselerert tidslinjen vår. Mye av informasjonen som er skrevet for kun 10 år siden vil være utdatert. Likevel vil innholdet fra denne type kilder bidra til å danne en helhetlig kontekst om emnet, og videre innsikt i nettopp hvorfor noe har hatt en endring.

Det ene problemet oppgaven søker å finne svar på er «*Hvorfor har ikke blockchain hatt et gjennombrudd i arkiververdenen?*». For å besvare spørsmålet må det tas i bruk eldre kilder, som danner kontekst til oppmerksomheten og forventningene blockchain-teknologien har hatt i tidligere år. Derfor blir det også viktig å vurdere om disse kildene kan utnyttes i oppgaven, ettersom de kan inneholde feilaktige spådommer og fakta. Det kan f. eks hende at teknologien har avslørt andre muligheter enn forventet – eller motsatt, altså at teknologien *ikke* var svaret likevel. Det vil videre brukes en rekke mindre og avgrensede artikler, skrevet og utformet av mange ulike forfattere. Mengden informasjon om temaet blockchain er relativt begrenset, og det må derfor dykkes dypt inn i «alternative» kilder. Kildekritikk vil derfor være et svært nyttig verktøy, og en metode som brukes aktivt for å avsløre den beste

informasjonen. Dette vil igjen bidra til å trekke skarpere, mer nøyaktige argumenter og konklusjoner.

Aksiomatisk og Hypotetisk Deduktiv Metode. Disse metodene går ut på å avsløre logiske forutsetninger og prediksjoner. En tar utgangspunkt i et sett aksiomer eller prediksjoner, der et aksiom defineres som en fullstendig akseptert setning. Aksiomer blir generelt ikke kalt for teorier, ettersom de kun har én innfallsvinkel/sannhet. Aksiomer er altså noe vi ikke behøver å sette spørsmål ved, og kan anta som fullstendig sant. Eksempler på dette er ting som faller oss naturlig. Slike eksempler vil ofte være matematiske. Eksempel: en rettvinklet trekant vet vi har et 90° hjørne, og det stilles ikke lenger spørsmål om dette. Metoden har sprunget videre inn i humaniora og diverse mindre, naturdisiplinære vitenskaper. En kan så trekke fra ulogiske antagelser basert på aksiomer, og hva som allerede er dedusert. I den hypotetiske metoden vil det omhandle hva vi antar er sant, og hva som virker logisk. En kan så dedusere hva som vil forekomme som naturlig, og antakelig totalt sant. Slike logiske antakelser vil komme til stor nytte under drøfting av egne antakelser. Derfor kreves det at den samfunnsvitenskapelige forskeren er både rasjonell og reflekterende (Britannica, 2022). Denne metoden vil kombineres med de andre metodene, der drøfting og spekulering av de tre problemene krever en rekke dedusering av sannheter, hypoteser og aksiomer. I den digitale alderen – og blockchain som følge – har det oppstått ting vi kan ta for gitt, samt store paradigmer til teorier og hypoteser. Disse kan bli svært ledende i en diskusjon som tar for seg mulige forklaringer til hvorfor blockchain ikke har hatt et gjennombrudd i arkivverdenen, og hva som må til for at dette skal skje. Spekulasjoner rundt dette kan ofte sterkt ledes i en retning, basert på eksisterende kilder. Likevel er man ofte nødt til å drøfte frem til sannsynlige hendelser i fremtiden. En slik vitenskapelig fremgangsmåte vil derfor medføre at drøftingen kan ledes på en trygg, realistisk, og respektfull måte.

Konklusjonstreking basert på eksisterende kilder. I denne oppgaven vil det være et stort behov for å tolke, analysere, og forstå mye informasjon. Denne informasjonen vil være spredt rundt på en rekke ulike kilder, der det ofte skrives mindre relevant informasjon om et tema per kilde. Fem ulike kilder som omhandler diverse tema kan ta for seg et felles, mindre tema. Samtidig kan de inneholde helt ulik informasjon, argumenter eller analyser. Man blir derfor nødt til å forstå konteksten rundt hvorfor informasjonen eksisterer, og hva den kan bety i en helhetlig samfunns- og vitenskapskontekst. Dette blir en særdeles viktig metode for nettopp denne

oppgaven, ettersom det eksisterer et begrenset antall artikler og bøker som tar for seg oppdatert blockchain-teknologi. Som nevnt tidligere er denne teknologien i stadig endring, som betyr at tidligere, eksisterende kilder kan være utdatert for hva man forsøker å bevise. Det må derfor gjøres en kildekritisk vurdering av om informasjonen kan brukes eller ikke, i tillegg til å samtidig finne den relevante informasjonen i svært utdaterte tekster. Selv utdatert informasjon kan hjelpe oss å forstå hvorfor noe forstås som det gjør, og hvorfor paradigmet rundt et tema har endret seg. Konteksten til endringen må forstås på lik måte som det faktiske skiftet. Dette vil være til stor hjelp når man søker å finne svar på hvorfor blockchain har og ikke har hatt et gjennombrudd.

Til slutt brukes kvantitativ data fra ulike rapporter. Disse kommer blant annet fra Arkivverket, Deloitte, Menon, og IBM. Disse er ikke normale forskningsrapporter, men fremstiller likevel store mengder tabeller, grafer og generell data. Dataen som er innsanket her har stor relevans for oppgaven, ettersom de ofte er de beste tilgjengelige oversiktskildene vi har. Arkivverket er en statlig institusjon, og innholdet der kan settes tillit til i lik eller større grad enn mange forskningsartikler. Deloitte, Menon og IBM er alle store virksomheter som arbeider med konsultasjon eller utvikling av moderne systemer og standarder. Innholdet i denne type rapporter vil være svært relevant, der disse er skrevet i objektiv form. De søker vanligvis ikke svar på egne problem, og har derfor ingen overveldende partiskheter til resultatene. Dataen er som følge nærmest nøytral, og informasjonen vil være spesielt god for denne type oppgave – spesielt i en oppgave omhandlet ny teknologi, der skarp informasjon er av mangel.

For å besvare hovedproblemstillingen, deles den inn i tre mindre problemer. Bakgrunnen er at det redegjør hver enkelt situasjon på en enklere og klarere måte. Ved innsikt i hvert enkelt tema vil svarene nærmest falle på plass av seg selv, ettersom det er klare fordeler og ulemper. Disse kan trekkes sammen til å danne den felles problemstillingen. I stedet for å sette av en større fjerde del i etterkant – med fokus på diskusjon rundt hovedproblemstillingen – foregår heller diskusjonen i form av tre separate problemer som takles. En begrenset del i slutten av oppgaven oppsummerer heller disse problemene i en felles konklusjon.

4.0 Diskusjon

Denne delen vil nå ta for seg de tre ledende spørsmålene for oppgaven. Disse skal besvare hovedproblemstillingen «*Har blockchain et realistisk fremtidspotensial i arkivet?*». Temaene introdusert i teorikapittelet er relevante, ettersom diskusjonen bygges videre på de viktigste temaene, teoriene og persepsjonene skrevet der. Disse emnene tas videre, hvor flere nye temaer introduseres. Likevel er disse som regel særskilt til hvert problem istedenfor en fellesnevner i alle tre problemstillingene. Konklusjonstrekking av kilder fra alle disse temaene bidrar til å finne svar på de relevante problemene og utfordringene.

4.1 Hvilke utfordringer i arkivet kan løses av blockchain?

Tittelen på dette delkapittelet er det første av de tre spørsmålene som omhandler problemstillingens diskusjon. I denne delen drøftes hvilke arkivrelaterte utfordringer som kan løses av blockchain, eller et blockchain-system. Det gis først en oversikt over noen av Hickerson sine 10 arkivvitenskapelige utfordringer, for så å fordype disse temaene videre med innholdet fra teorikapittelet. Det vil diskuteres om blockchain kan løse problemer relatert til transparens, tillit og autentisitet, og hvilke sektorer blockchain har et potensial i. Videre vil det drøftes om blockchain kan løse utfordringer som eksisterer på tvers av landegrensene. Deretter vil det diskuteres hvilken effekt blockchain vil kunne ha på arkivverdenen generelt – og fra et globalt perspektiv, før kapittelet rundes av med diskusjon rundt potensialet i Norge. Problemets omfang er stort og krever derfor en egen diskusjon, men denne delen vil i tillegg bidra til å gi en klar pekepinn på hvorfor blockchain ikke har hatt et gjennombrudd i arkivet – det andre delproblemet i oppgaven.

4.1.1 Hickersons utfordringer i arkivet

I denne seksjonen vil de viktigste av universitetsbibliotekar H. Thomas Hickersons arkivvitenskapelige utfordringer oppsummeres, for deretter å diskutere blockchain sin mulige innvirkning til hvert problem. Problemene kan enten blir avslørt som svært relevant til blockchain, som relevant til videre temaer i oppgaven, eller som utfordringer uten særlig relevans til en blockchain-løsning.

Det første problemet til Hickerson handler om skapelse, bevaring, og forvaltning av elektronisk generert dokumentasjon. Hickersons artikkel ble skrevet i 2001, og det er blitt gjort store gjennombrudd i det elektroniske arkivet siden. Innføringen av elektroniske systemer som skapte og behandlet dokumentasjon på denne tiden var fremdeles svært nytt, og

det har blitt arbeidet kontinuerlig med å forbedre arkivløsningene rundt dette. Likevel ser vi i dag at flere typer systemer skaper dokumentasjon, i flere ulike format og språk. Mange av disse kan for eksempel være datakoder, uoversatt til tekststrenger eller binære tall. Hickerson pekte på et nødvendig fokus til å forstå både systemene som skapte dokumentasjon, men også hvordan de ulike dokumentasjonstypene skulle behandles og bevares. Han mente arkivarene ble nødt til å skaffe innsikt i nettopp hva det er de behandler, og hvilken effekt de har for at denne dokumentasjonen skal leve videre i et sikkert miljø. Det manglet, og fremdeles mangler en konsensus på hvilken måte en best kan håndtere elektronisk dokumentasjon (Hickerson, 2001, s. 7–8). Selv om det er vanskelig å bekrefte/avkrefte potensialet blockchain har for å bli en ledende teknologi innen dokumentasjonsforvaltning, kan vi tenke oss at blockchain, grunnet dens særskilte funksjonalitet og operasjon, kan ha relevans i enkelte typer dokumentasjonshåndtering. Det kan være realistisk at blockchain-baserte systemer medfører skapelse av nye typer dokumentasjon enn hva som produseres i dag.

Hickersons andre utfordring tar for seg større ressursinvestering i behandling av ikke-tekstlig informasjon. Hickerson skriver at tekst som informasjonsmedium har fått mindre betydning enn før, grunnet det teknologiske skiftet. Den økende sentraliteten til bilder og lyd som informasjon kan lettere bevares grunnet moderne teknologi. Arkivarene blir ifølge Hickerson nødt til å ekspandere sin rolle til lyd- og bildeforvaltere (Hickerson, 2001, s.8–9). Dette poenget kan videreføres i dag ved de ulike typene informasjon som samles fra systemer. Data fra sensorer kan gi fra seg informasjon i en rekke forskjellige programmeringsspråk, som tar for seg svært liten lagringsplass. Det vi kan se, høre og føle, kan komprimeres ned til binære tall som krever minimalt med fysisk og digital lagringsplass for å bevares. I tillegg blir det naturlig å inkludere oppstanden og populariteten av NFT-er. En NFT (engelsk: non-fungible token) er et unikt digitalt eierskapsbevis av et digitalt medium, eksisterende på blockchain. Et digitalt kunstverk lagres på en blockchain, og hvert eksemplar fungerer som en original. Eierskiftet endrer seg via transaksjoner på blockchain-databasen (Giil, 2021). Med tanke på at det allerede eksisterer et bildemedium på selve blockchain-systemet, vil det muligens oppstå et behov for å innovere systemer som kan forvalte både data og metadata relatert til dette. Blockchain har samtidig allerede funksjonalitet som beviser eierskap i fortid og nåtid, så blockchain løser slike utfordringer.

Den tredje utfordringen Hickerson legger frem omhandler global dokumentasjonsforståelse. Han påpeker at dokumentasjon og informasjon ofte er desentraliserte materialer, som både krysser geografiske grenser, samt digitale territorier.

Informasjonsalderen har medført et større behov for forståelse rundt dette, i tillegg til hvordan slik informasjon kan behandles (Hickerson, 2001, s.9). Blockchain vil kunne spille en sentral rolle rundt dette. Funksjonaliteten til blockchain innebærer at dokumentasjonen kan bevege seg flytende på tvers av landegrenser, i et desentralisert nettverk. Det må likevel poengteres at blockchain ikke nødvendigvis er den beste løsningen for å løse denne type problemer, men dens spesielle egenskaper egner seg godt.

Hickersons fjerde problem handler om innovasjon innen digitale innsynsforespørsler. I et digitalt landskap er man ikke alltid sikker på hva man har skapt, grunnet mengden informasjon som skapes. Det blir derfor vanskelig å følge med på alt, og arkivaren kan til tider kun fungere som en ekstern vokter av dokumentasjonen. Utfordringen blir altså å sørge for at man kan gi brukertilgang til digital informasjon, uten å nødvendigvis vite innholdet man legger frem. Derfor må det sikres at informasjonen er både relevant, pålitelig, og autentisk (Hickerson, 2001, s. 9–10). Blockchain kan ikke alltid styre hvilken informasjon som lagres på dens plattformer, selv om det finnes unntak dersom plattformene er kodet på en bestemt måte. Likevel vil dataen som lagres på kjeden fremstå som både pålitelig og autentisk, ettersom den ikke kan styres, redigeres, eller manipuleres av tredjeparter. Samtidig er kopiene av databasen og hovedboken generelt tilgjengelig for hvem som helst, og innsyn blir som følge lett å håndtere. Viten om hvilken dokumentasjon dette er trenger ikke nødvendigvis inngå i en arkivars rolle, ettersom informasjon over hva som befinner seg på en blockchain allerede er dokumentert.

Den sjettede utfordringen Hickerson nevner omhandler det arkivet ikke dokumenterer. Det er mange hull i arkivene, der enkelte typer dokumentasjon eller enkelte samfunnshistorier ikke dokumenteres (Hickerson, 2001, s. 12–13). Arkivar Simon Fowler beskriver slike mangler og hull som påtvungne stillheter i arkivet. I slike stillheter blir gjerne tomrommene utfyllt av andre kilder, uavhengig av om kildene er drevet av skjønn, manglende fakta, partiskheter, skrevet av «fiender», eller orale historier. Historien av eller til noe blir fortalt av en annen part, og vil være formet av forfatterens partiskhet. Det eksisterer indianerbyer i Nord-Amerika uten skriftlige kilder på hvordan samfunnene deres fungerte, og deres historie er derfor blitt fortalt av amerikanske historikere – ofte moderne historikere som kun kan basere sine konklusjoner på arkeologiske artefakter (Fowler mfl., 2017, s. 1–3, 102–107). Likevel mener Hickerson at vi som samfunn alltid bør streve for å utfylle tomrommene i vårt samfunn, både i et historisk perspektiv og dagsaktuelt perspektiv, fordi det forteller den fullstendige sannheten og konteksten. Det gjøres større endringer i vårt samfunn enn noen

gang før, og den digitale alderen har medført at det oppstår ting vi mennesker har vanskeligheter for å strukturere. Selv om vi dokumenterer flere og flere informasjonsarter, oppstår det samtidig flere og flere ukjente og udokumenterte kolleksjoner (Hickerson, 2001, s.12–13).

Blockchain vil riktignok ikke kategorisere informasjon som ikke allerede dokumenteres. Derimot vil det muligens være til hjelp når informasjonen skal samles og beskrives. Fowler sine beskrevne stillheter medfører at vår samfunnsforståelse kan fordreies fra den ekte sannheten, ettersom dokumentasjonen ikke alltid er helhetlig eller autentisk. Dersom det kreves at dokumentasjon som skapes innenfor en bestemt digital kategori må bevares, kan blockchain bidra til å sikre dens autentisitet, og som følge dens stemme og ekte historie. Bevis på endringer fra første ledd i en kjede vil kunne avsløre slike falske stillheter.

Den tiende, og siste utfordringen Hickerson beskriver handler om å forsvare arkivet og arkivarrollen. Troverdigheten, trofastheten, og respekten arkivarene har som samfunnsminnets bevaringsansvarlige må opprettholdes. Dette skjer når folket kan stole på arkivet som en ledende institusjon for autentisitet, troverdighet og pålitelighet. Folket må forstå at arkivet i nåtid og fremtid har samfunnets primære interesser som første prioritet, slik at arkivet igjen vil leve videre – som arkivformidler Elsie Freeman Finch påpeker: «*Bruk er årsaken til vår eksistens*» (Hickerson, 2001, s.11–12, 16).

Arkivet vil kun leve videre dersom folk stoler på dets faktuelle innhold, samt personene som forvalter informasjonen. I digitale landskap vil mye av denne trofastheten forsvinne, ettersom mengden informasjon som skapes kan være upålitelig. I tillegg oppstår det et økende behov for å bevise at dokumentasjon er autentisk og ekte, som videre bidrar til å skape dette tillitsgrunnlaget. Hva Hickerson mente i 2001 er fortsatt svært relevant i dag, men det er sannsynlig at den digitale innoveringen har medført større vanskeligheter enn Hickerson så for seg. Dette er heldigvis gjenspeilet i mengden litteratur som er blitt skrevet om tillit og autentisitet i nyere år, for å sikre at arkivet kan fungere som en pålitelig institusjon for samfunnets innbyggere. Blockchain vil naturlig kobles til autentisitet og tillit, som er det neste temaet for oppgaven. I den neste delen vil blockchain vurderes som en teknologi som kan sørge for at problemer angående autentisitet og tillit kan løses. Dette vil samtidig kunne avsløre om det er mulig å opprettholde deler av arkivets trofasthet og autentisitet, basert på innflytelsen blockchain kan ha.

4.1.2 Kan blockchain løse tillits- og autentisitetsproblemet i arkivet?

Tidligere ble det nevnt at autentisitet og tillit er blitt vanskeligere å oppfylle i digitale arkiv, selv med moderne løsninger som digital diplomatikk. En av blockchain sine hovedfunksjoner er å sikre autentisitet og tillit mellom to parter i en digital verden, og vil derfor i teorien være et perfekt motstykke som kan utfylle en av de viktigste manglene i arkivet. Dette har vært hva ARCHANGEL-prosjektet har forsøkt å søke svar etter, samt finne praktiske løsninger for hvordan blockchain kan implementeres i et offentlig arkivsystem eller server. ARCHANGEL er hovedsakelig et britisk prosjekt, men har fått betydelige innspill fra arkiveksperter verden rundt. (ARCHANGEL, 2021). En rekke av medarbeiderne i dette prosjektet har bidratt med å publisere forskningsartikler derfra, som opplyser hvorfor blockchain kan egne seg til arkivering – og ikke kun i teorien eller i «folkets villeste drømmer».

Dersom en offentlig arkivinstitusjon tar i bruk blockchain-baserte arkiv eller som del av et arkiv, der innbyggere og forskere kan få innsyn i dokumentasjon som befinner seg på en blockchain, vil blockchain av natur avsløre dokumentets autentisitet. Det vil være synlig for den eventuelle brukeren av dokumentet om det er registrert endringer i selve dokumentet, ved å sammenligne sjekksummen eller metadataen til det spesifikke dokumentet. Gitt at det ikke er gjort en endring i hverken sjekksum eller metadata, vil dokumentet være den autentiske originalen som ble tilsendt arkivet for bevaring. Disse faktaene fungerer derfor som tydelig bevis på at brukeren kan stole på dokumentasjonen – hvilket oppfyller tillitsprinsippet dokumentasjonen må ha for å forvaltes i offentlige arkiv. Slik medarbeiderne i ARCHANGEL-prosjektet poengterer: «*ARCHANGEL aktiverer et skifte fra institusjonelle tillitsdanninger til teknologiske*» (Green mfl., 2018, s. 4). Dette skiftet vil dermed kunne bidra til å styrke arkivenes forsvar av selve dokumentene, siden originalen aldri kan endres, og kopier vil avsløres i sjekksummen.

Tillit fremstår ikke kun i selve dokumentene. Innbyggerne må kunne stole på sine arkiver fullt og helt, for det er først da innbyggerne vil stole på arkivenes innhold. Blockchain åpner muligheten for å styrke denne «eksterne» tilliten, ved at de gir klare innblikk i hvordan bevaringen og forvaltningen av dokumentasjon foregår i praksis. Det forekommer en transparens, ettersom metadataen og den funksjonelle informasjonen til blockchain kan bli utgitt til den som søker innsyn. Brukeren får derfor en følelse av å være inkludert i offentlig forvaltning, og kan få mer tillit til institusjonene som behandler samfunnets historie og minne. Presentasjonskopier fra en original blockchain vil i tillegg kunne stoles på i lik grad som originalen, ettersom hovedbokens primærfunksjon til innsynsforespørsler er å danne identisk

dokumentasjon. En kopi fra en blockchain kan derfor menes å ha lik autentisitetetsverdi som originalen (Green mfl., 2018, s. 4–5). Særlig i en digital verden med enklere metoder for å manipulere dokumenter, kan en alltid vite at ens kopi ikke er blitt forfalsket. Dersom et normalt dokument utenfor en blockchain mister verdi i fremstilling og presentasjon, eller at det må kopieres i nye format slik at de kan utnyttes i nye løsninger, vil arkivene ofte overføre det gamle innholdet på en kopi. I slike tilfeller vil det i tillegg ofte forekomme at kopien erstatter originalen helt, der originalen kasseres etter overføring. Blockchain vil derfor kunne bidra til å fjerne mistanker om manipulering av kopier. Kopiene på en blockchain hentes direkte fra hovedboken, og styrker derfor tillitsnivået til en kopi. Dette vil være spesielt ønskelig å oppnå i det moderne arkivet, ettersom fremtiden stadig formes av nye løsninger, og disse løsningene innoveres stadig raskere.

Tillit til arkivet er ikke et nytt problem som har oppstått som følge av digitaliseringen. I løpet av vår historie har det stadig vært mistanker om misledende informasjon, forfalskede dokumenter, og ukorrekte fakta. Under Apartheid-regimet i Sør-Afrika i den andre halvdel av 1900-tallet, ble dokumenter som bekreftet uetiske handlinger utført av landets regime enten destruert eller gjemt, som blant annet bevis på brudd av menneskerettigheter (Lemieux, 2019, s. 6). Arkivet ble her direkte styrt og kontrollert av det sørafrikanske Apartheid-regimet, og dermed et maktverktøy regimet kunne utnytte. Arkivet ble altså en undertrykt institusjon, der dens eksistens var å tjene regimet fremfor innbyggerne. I tillegg forsvinner den fullstendige historien av hva som fant sted, ettersom de skriftlige bevisene ble destruert. De nevnte hullene i arkivet som Simon Fowler beskriver oppstår når dette skjer, der disse videre forsøkes å fylles av muntlige historier o.l. Slik ny informasjon som adderes inn i arkivet vil muligens fortelle en like ufullstendig historie, men med andre svakheter enn hva som manglet.

Konklusjonstrekkninger mellom de ulike sidenes kilder vil være det beste verktøyet for å finne den reelle historien, upreget av partiskheter. Likevel må slik informasjon ses med et kritisk blikk, ettersom det er nettopp denne partiskheten som gjør den mindre troverdig. Som et resultat av dette blir tilliten til de eksisterende kildene minimal. Blockchain kan i teorien fungere som et desentralisert bevis på den ekte informasjonen – så langt denne informasjonen faktisk skapes og dokumenteres, samt at dens innhold er av troverdighet. I tilfeller der nasjonale bevegelser styrter det eksisterende regimet, vil arkivene likevel være upåvirket av dette. En digital verden betyr i tillegg at arkivenes dokumentasjon lettere kan gis tilgang til for innbyggere undertrykt av slike regimer. Så lenge dokumentasjonen har blitt lagt til på en blockchain, vil den aldri kunne slettes eller redigeres, og sjekksummene kan ikke alteres av

disse regimene. Dokumentasjonen vil derfor være tilgjengelig for de som klarer å hente frem disse sjekksummene.

Arkivar Luciana Duranti har ment at det kun er dokumenter som har beveget seg innenfor arkivskaperens varetekt, som kan kalles autentiske. Autentisiteten til dokumentet opprettholdes kun dersom dokumentet bevares i dette depotet, i en fysisk oppbevaring. Dette utsagnet handlet for det meste om fysiske dokumenter, men det har likevel til grads omhandlet digital dokumentasjon. I nyere tid derimot har arkivteoretikere kritisert dette synet, og selv om de sier seg enig i viktigheten av dokumentets autentisitet, så har synet om fysisk kontroll endret seg. I de fleste tilfeller kan ikke autentisitet av digital dokumentasjon kun bevises ved at de oppbevares av en arkivinstitusjon – spesielt når flere og flere arkivskapere oppbevarer egen dokumentasjon (Cunningham, 2010, s. 175–177). Selv med en bevist autentisitet, der blockchain kan være til god hjelp, bidrar ikke dette til å styrke dokumentasjonens tillit. Lemieux mfl. mener det ikke eksisterer en funksjon i et eneste blockchain-system som kan styrke tilliten av selve innholdet i dokumentet – kun hvordan dokumentet behandles etter det er skapt og lagt inn i kjeden. Det spiller ingen rolle at blockchain kan bevise hvordan den opprinnelige oppføringen i hovedboken så ut, dersom innholdet var faktisk feil fra starten av. Om videre innføringer ikke retter opp disse feilene, som da videre behøver ekstra tillitsforming, mister brukerne tillit til dokumentet – selv når autentisiteten kan bevises i teorien (Lemieux, mfl., 2019, s. 74–75, 78–79).

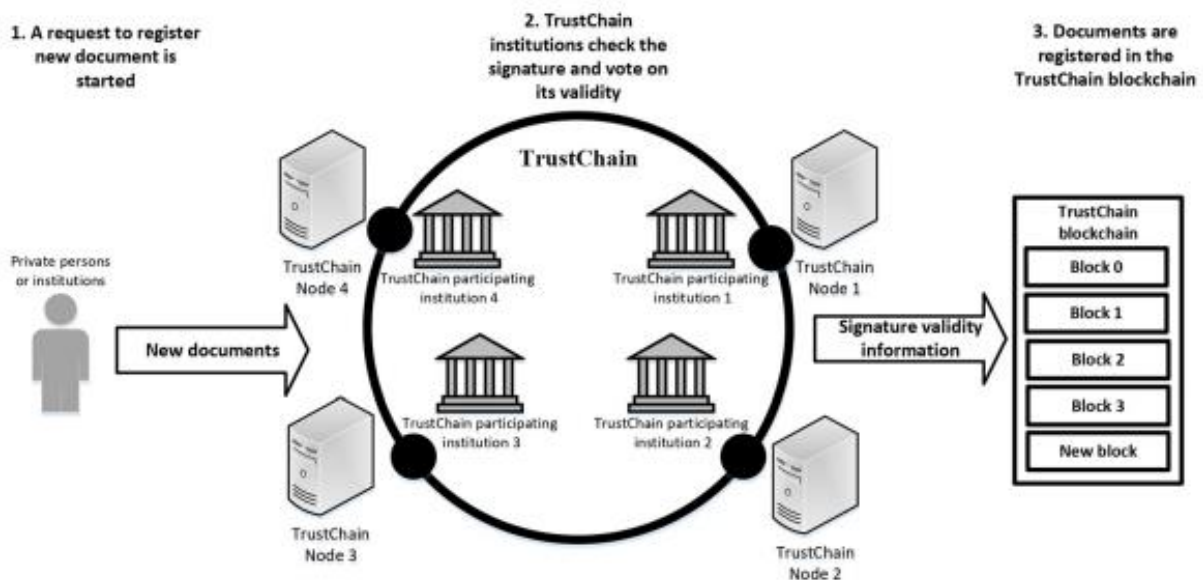
Oppstarten og utviklingen av TrustChain-prosjektet har vært en ledende nyvinning innen tillit og autentisitet av dokumentasjon. I 2006 skrev professor i informatikk J.F. Blanchette at det kun eksisterte tre ulike måter å bevise autentisiteten til digitale signaturer. De tre metodene han fremstilte var:

- 1) Bevare selve signaturene
- 2) Avvikle hele bruken av digitale signaturer
- 3) Dokumentere sporene til digitale signaturer som metadata

Hver enkelt av disse metodene har skapt problemer i arkiveringen. Den første metoden krever konstant oppfølging på signerte dokumenter, oversikt over all dokumentasjon som snart utløper, og re-signeringer. Den andre metoden er nærmest en bortkastet tanke, ettersom skiftet fra papir og over til det digitale har medført et behov for digitale signaturer. Den tredje måten beskrives som metoden arkivarer har foretrukket, basert på hvilke løsninger som har vært tilgjengelige. Tilliten til dokumentasjonen går heller over til tillit til arkivsystemet som

bevarer dokumentene da signaturen utløper. Likevel er det foretrukket at tilliten fremdeles skal bli opprettholdt til selve dokumentasjonen. Fremveksten av blockchain har gjort det mulig å fremstille en fjerde løsning. Prosjektet InterPARES Trust har utviklet en blockchain-modell for å bevise digitale signaturer, kalt TrustChain (Bralic mfl., 2020, s. 346–347).

Den første versjonen ble kalt TrustChain 1.0. TrustChain har fulgt et prinsipp som vil beskrives i større detalj i de neste delkapitlene, der kun sjekksummen til dokumentasjonen bevares på blockchain, fremfor selve dokumentet med dens innhold. Hovedårsaken er å skjerme sensitiv informasjon fra å eksistere på en blockchain. TrustChain 1.0 kunne bevise autentisiteten til den digitale signaturen, ved å bevise at signaturen ikke har endret seg i løpet av dokumentasjonens levetid. Dersom signaturen var gyldig ved innføring i kjeden, ville signaturen være gyldig helt til den utløpte ved en bestemt dato. Selv etter signaturen har utløpt kan blockchain bevise at signaturen var, og fremdeles er uberørt og autentisk. Dette vil skape tillit til dokumentasjon, selv når dokumentasjonen ikke lenger er praktisk gyldig. Hovedutfordringen som nevnes med TrustChain 1.0, er dens mangel til å bevise gyldighet til digitale signaturer, dersom signaturen ikke kan bekreftes som gyldig ved innføring. Dette ville i så fall kreve et eksternt system. Konseptet til TrustChain 1.0 vises i Figur 6.



Figur 6. Forenklet oversikt over TrustChain-modellen (Bralic mfl., 2020, s. 354)

Den nyeste versjonen av TrustChain, TrustChain 2.0, forsøker å takle problemet nevnt over. Denne endringen har tillatt systemet å verifisere dokumenter med utløpt digital signatur. Per dags dato er det ikke bestemt om TrustChain 1.0 og TrustChain 2.0 vil fungere som separate modeller, eller om de vil kombineres, og da videreutvikle løsninger som takler

problemer i en slik kombinasjon. Om de kan kombineres, vil dette gi mulighet for å verifisere gyldige og utløpte signaturer. En annen stor funksjonell endring i versjon 2.0 handler om konfidensialitet. I versjon 1.0 krever TrustChain at eksterne noder bidrar til å prosessere handlingen, som betyr at de eksterne nodene kan ha mulighet til å motta personlig eller sensitiv informasjon. Versjon 2.0 har kuttet vekk behovet for eksterne noder, der hele prosessen automatiseres av selve TrustChain-systemet. TrustChain 2.0 er altså ikke kun benyttet i bruk ved verifisering, men samtidig i forvaltningen av selve dokumentasjonen. TrustChain vil i tillegg bekrefte om signaturen i et dokument noensinne har vært gyldig (Bralic mfl., 2020, s. 358), som vil bidra til å bekrefte gyldigheten i eksisterende, men utløpt dokumentasjon. Slik dokumentasjon, dersom blockchain skal benyttes i langtidsbevaring, vil naturligvis miste sin gyldige signaturperiode etter hvert, men dokumentasjonen forblir fremdeles på blockchain. Det kreves altså konstant verifisering av slike signaturer, dersom vi skal utnytte disse i fremtiden – f. eks i forskning. Fremtidens samfunn må ha tillit til dokumentasjonen vi skaper i dag, dersom den skal ha en fremtidsrelevans. Noen utfordringer som likevel oppstår ved implementasjon av TrustChain diskuteres i Kapittel 4.2.3 og Kapittel 4.2.4.

Det virker derfor som tillits- og autentisitetstforsvaring av dokumentasjon kan delvis løses av blockchain sine hovedsakelige funksjoner. Likevel fremstår det klare svakheter ved teknologiens manglende evne til å verifisere selve innholdet i disse dokumentene, og kun sikre autentisiteten og integriteten av dette dokumentet. Tillitsbehovet mellom bruker og dokument utfyller derfor ikke det totale potensiale blockchain kan gi. Selv om blockchain fungerer som en desentralisert ekstern teknologi, der tillitsbehovet fjernes på grunn av de funksjonelle egenskapene teknologien medbringer, krever det likevel en tredjepart for å sikre total tillit til dokumentene og deres innhold – der blockchain i prinsippet forsøker å fjerne nødvendigheten av tredjeparter! Dette blir selvmotsigende, og som følge oppstår det et paradoks. Utviklingen av systemer som TrustChain 2.0 kan la oss droppe tredjeparter, og dermed forbedre mulighetene for en blockchain-realiserings i arkivet. Like fullt eksisterer det ennå noen problemer rundt denne modellen, som klargjøres i videre kapitler. I kapittel 4.2 vil det videre diskuteres om andre mulige svakheter ved tillitsprinsippet, der det redegjøres for andre mangler ved blockchain. Dette vil igjen være relevant for problemet kapittel 4.2 søker svar etter; «*Hvorfor har ikke blockchain hatt et gjennombrudd i arkivverdenen?*». Den neste delen vil redegjøre for utfordringer blockchain kan løse i den offentlige sektoren, med arkivet i fokus.

4.1.3 Blockchain i offentlig sektor

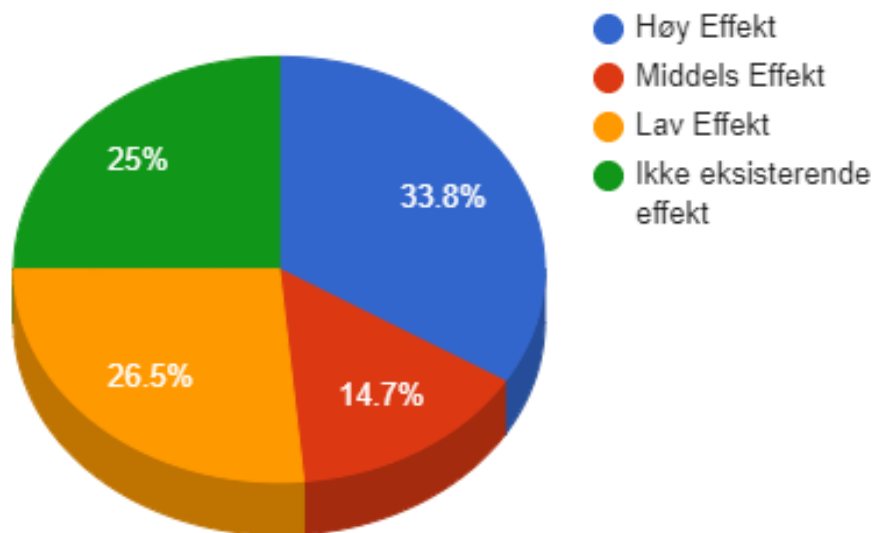
Denne delen utdyper hvordan blockchain kan anvendes i den offentlige sektoren, og hvordan den vil kunne forbedre eksisterende rutiner. Det vil inkluderes eksempler på industrier som kan ha bruk for en slik desentralisert bokføringsteknologi, og arkivverdien i henhold til disse områdene.

I mange industrier og næringsvirksomheter er det knapt om ressurser. Flere av disse kjemper i tillegg om ressurser som kan gi maksimal gevinst. Utgangspunktet eller investeringen de har til å begynne med er ofte av liten verdi, der staten muligens kun finansierer det minste akseptable beløpet. Opprettholdelse av offentlige privilegier, som kan være styrt av lovverk eller andre rutiner, er som oftest ekstremt tids- og ressurskrevende. Vedlikehold av ulike registre for hver virksomhet vil forsinke prosessen og utvinning av næringsressursene, ettersom det heller kreves fokus på forvaltning, tillatelser, og generell saksgang. Som regel driver virksomhetene selv sine egne lovpålagte registre, der de fungerer som bevis for interne funksjoner, ressursbruk og avkastning. Blockchain kan ha stort potensial til å bygge bro mellom næringsaktørens virksomhetsinformasjon og de offentlige registrene. Teknologien vil være av vesentlig relevans når det skal skapes og drives offentlige, tillitsfulle registre. Firmaet Deloitte Norge antyder at det investeres mellom 34 og 56 milliarder kroner hvert eneste år til utvikling og forvaltning av offentlige registre. De har forsøkt å anslå en realistisk kobling mellom gevinster og bruksområder, der resultatet informerer om effekten blockchain kan medbringe hvert register (Deloitte, 2018, s. 14–23).

Type register	Luke selv	Allmenn-ingen	Betaling/sporbarhet	Personlig data	Offentlig konsistens	Data-sikkerhet	Ekthet
Eiendeler/rettigheter	H	I	L	H	H	H	H
Helse	L	M	I	H	H	H	H
Identitet	H	I	I	H	H	H	H
Oversikter, statistikk og forskning	L	L	L	L	M	L	M
Næringsregister	M	H	L	H	L	L	M
Kontroll, observasjon og risiko	L	I	I	L	L	M	L
Politi og domstoler	I	I	I	I	M	H	M
Regnskap	I	I	H	I	I	L	H
Tillatelser og attester	L	I	I	H	H	M	H
Skole og utdanning	M	L	I	H	M	L	H

Figur 7. Potensiell gevinsteffekt av blockchain i offentlige registre (Deloitte, 2018, s. 23)

I Figur 7. illustreres koblingen mellom virksomhet og industri dersom blockchain kan anvendes i hvert enkelt register. De fire ulike bokstavene i figuren defineres som H = Høy, M = Middels, L = Lav, og I = Ikke eksisterende, der hver bokstav beskriver potensiell gevinsteffekt i hver virksomhetsfunksjon (Deloitte, 2018, s. 23). Figuren inneholder 70 ulike celler med individuelle effekt-koder. Hvis hver bokstavkode omgjøres til prosentandelen de utgjør av de 70 ulike cellene, blir diagrammet seende ut som vist i Figur 8.



Figur 8. Effektomgjøring til prosent

Prediksjonene til Deloitte viser at hele 75 % av anvendelsesområdene vil ha en gevinsteffekt dersom blockchain innføres i daglig registerrutine, dog kun 33.8 % tilsvarer høy effekt. Likevel vil 33.8 % være et svært betydelig antall, siden investeringsbeløpene til offentlige registre er flere titalls milliarder. Beløpene som kan spares her tilsvarer altså milliarder av norske kroner. I tillegg må det understrekes at middels og lav effekt vil ha en betydelig innvirkning på dette beløpet, og for registerforvaltning generelt. I Figur 7 ser vi samtidig noen klare anvendelsesområder og kategorier som gir konsistente høye effekter. Det leveres høyere effekter på «Ekthet», «Offentlig konsistens», «Personlig Data», og «Datasikkerhet», der kun 4 av de 23 cellene med høy effekt står utenfor disse kategoriene. Samtidig dominerer tre av de ulike registertypene på høy effekt, med hele 60 % av de høye effektene inkludert i registertypene «Eiendeler/Rettigheter», «Helse», og «Identitet». Sammenligner vi da registertyper med anvendelsesområder, ser vi klare spor på at blockchain vil gi effekt innen generell personlig informasjonssikkerhet og forvaltning. Dette vil videre bety at det ikke kun er budsjett og effektivisering av registerrutiner som blockchain kan gi effekt på. Det vil muligens bli bedre brukserfaring for brukere av – eller identiteter i – disse registrene, der blockchain kan fungere som løsning for bedre informasjonssikkerhet av

personlig data. Videre kan dette gi folket en langt større følelse av maktkapital over egen personlig data og sikkerhet, som øker følelsen av transparens og demokrati i samfunnet.

I Figur 7 heter den ene kategorien av anvendelsesområdene «Luke selv». Dette kommer fra det Deloitte definerer som «La hagen luke seg selv». Med dette mener de at prosessen av registerforvaltning for det meste går automatisk, med få saksbehandlere eller overvåkere. Folk vil selv kunne legge inn egen informasjon, redigere den, og få innsyn til den. I mange situasjoner kan det kun være én person som har bruk for at informasjonen i registeret er korrekt – nemlig informasjon om denne ene personen. Et eksempel vil være korrekt oppgitt adresse i folkeregisteret, der dette sørger for at en får valgstemme i riktig kommune, posten ankommer riktig sted, og man får tilgang til kommunale tjenester. Vedlikehold av denne type registre kan oppdateres av seg selv, dersom personene det innebærer har ansvar for å legge inn korrekt informasjon (Deloitte, 2018, s. 13). Dette kan tilføre lignende gevinster som nevnt i forrige avsnitt, som fokuserer på minkede byråkratiske kostnader, og økt makteierskap for folket. Videre vil blockchain muligens forbedre transparensen i et slikt system. Databasen kan vise til hver enkelt endring, der den digitale signaturen er unik og beviser autentisk oppdatering. På denne måten kan ikke samfunnsstyret manipulere denne type informasjon, og makteierskapet av informasjonen blir enda sterkere. Det finnes flere typer systemer og løsninger som kan la brukeren legge til informasjon selv, og samtidig vise logg over hver enkelt endring. Det er riktignok få systemer som gir like stor troverdighet over autenticitet eller bekrefter ikke-inngrep fra statlige makter, ettersom det kun er én enkelt signatur som har tilgang til tilføyning av nye datablokker.

Det er klart at blockchain kan bidra til å skape transparens i offentlig administrasjon, kutte unødvendige kostnader, effektivisere trege byråkratiske prosesser, og forsterke makteierskapet av personlig informasjon i den digitale verden. Likevel bør det nevnes i diskusjonen omhandlet blockchain sin fremtid i offentlig sektor, at ulike maktregimer vil forhindre implementasjon av blockchain for å styrke egen styringsmakt. Selv i demokratiske land, der man i utgangspunktet mener folket bør ha større makteierskap over egen informasjon, vil for mye personlig makt svekke styringsverkets handlingsrom. Det kan derfor bli få faktiske anvendelsesområder som blockchain kan ha en fremtid i, ettersom styringsmakten kan forhindre dets potensial til å sikre egen autorisasjon. Teknologien har derimot ikke mindre grunnlag for å bli en ledende administrativ funksjon i offentlig sektor. Til syvende og sist er det mulig at gevinstpotensialet – og de reduserte kostnadene – vil overveie frykten for å gi folket for mye makt!

4.1.4 Bruk og brukspotensiale i andre land

Dette delkapittelet vil opplyse hvordan ulike land hittil har anvendt blockchain, eller hvordan de planlegger å implementere teknologien. For å få en bedre helhetlig forståelse av hvordan blockchain kan løse utfordringer, vil det både fokuseres på individuelle land, og mellom landegrensene. Selv om mange av bruksområdene blockchain har i andre land ikke knyttes direkte til arkivet, vil ulike virksomhetsfunksjoner i de offentlige departementene avlevere bevaringsverdig arkivmateriale. Det er disse funksjonene som kan skape dokumentasjon, lagret på en blockchain, og videre forvaltes i statlige arkivinstitusjoner.

Deloitte har utført en kartlegging over ulike lands tilnærming til blockchain i offentlig sektor. Resultatet viser at det som regel kun eksisterer stor interesse for funksjonaliteten til blockchain, men at det er svært få eksempler hvor dette anvendes i praksis. De nevner at forskningsinteressen rundt blockchain har vært større i USA, Storbritannia, Dubai og Estland (Deloitte, 2018, s. 50).

Estland er et av de mest teknologisk avanserte landene i verden, der de fleste offentlige tjenestene er heldigitale, åpne hele døgnet, og datasikkerhet gjennomføres gjerne via blockchain. Estland beskrives som et ekte digitalt samfunn (Lenz, mfl., 2021, s. 13). Selv om blockchain var, og muligens fremdeles *er* motivert av hype, var Estland svært tidlig ute i utforskning av bruksområder i praksis. Landet forsøkte i 2017 å utvikle sin egen kryptovaluta «Estcoin», der dets formål var å fungere som en heldigital valuta. Denne tankegangen kunne forsvares ved at valutaen ble knyttet opp mot Euroen, og fikk endret kurs som følge. Slike coins som følger et lands standardiserte valuta er ikke uvanlig, og idéen var ikke totalt uoverkommelig. De digitale signaturene ville fungere som bevis på en persons transaksjon, og ha samme effekt som en normal banktransaksjon (Deloitte, 2018, s. 51). Den europeiske sentralbanken, som styrer Euroen, avslo Estlands forespørsel om å gjennomføre prosjektet. Den estlandske loven godkjenner kryptovalutaer, der de beskrives som fullstendig anvendbare innen overføring, bevaring, og handel. EU derimot, mener digital valuta ikke kan brukes som betalingsmiddel, siden de ikke eier lovlig status som penger i unionen (Giaglis mfl., 2020, s. 49). Prosjektet er nå satt på vent til det er gjort mer forskning rundt forsvarligheten til å bytte til nasjonale kryptovalutaer. Dette valget ble altså tatt for å sikre Estlands innbyggere mot overraskende, negative elementer (Reuters, 2017). Selv om prosjektet ikke fikk en umiddelbar effekt i det estlandske samfunnet, har de fortsatt ønsket å utforske andre bruksområder for teknologien. I de to estlandske universitetene Universitetet i Tartu og Tallin tekniske Universitet, er det blitt utført to ulike blockchain-prosjekter. Begge prosjektene varte fra 2018

til 2021, og har handlet om oppbygging av blockchain-kompetanse via tverrfaglig, digitalbasert undervisning. Det estlandske samfunnet har ønsket at flere studenter vil fokusere sine studier på blockchain-forståelse, slik at forståelsen kan anvendes i fremtidige innovasjonsprosjekter (Lenz, mfl., 2021, s. 27–28).

I India har det lenge foreligget et større problem rundt verifisering av vitnemål. Det har vært en epidemi rundt forfalskning av digitale vitnemål i landet, der det har vært en økende vekst i bruk av falske universitetssertifikat. Disse vitnemålene er relativt billige, der pris for et slikt forfalsket vitnemål kan ligge på rundt 2000 Indiske rupi, som tilsvarer ca. 235 Norske kroner (Murali, 2018). Utnyttelse av slike forfalskede vitnemål truer den offentlige sektoren i India, der ukvalifiserte personer ansettes i høyprofilerte posisjoner, hvor posisjonene innebærer stort ansvar med potensielt katastrofale konsekvenser. Å sikre autentiske, troverdige vitnemål har derfor vært et stort ønske for India, som har utforsket muligheten for blockchain som løsning. Indias blockchain-løsning, kalt IndiaChain, testet ut sin første bunke med studenter fra 2019-kullet. Disse kullene kom fra det teknologiske instituttet ved Universitet i Bombay, og flere fakultet ved Universitetet i Dehli. Resultatet har hittil vært svært positivt, og det arbeides for at flere og flere vitnemål vil lagres på blockchain.

Videre i India har det blitt gjort vurderinger om bevaring av eiendomsskjøte kan være ønskelig å ha på en blockchain, samt identifikasjonskort til innbyggerne av India (Murali, 2018). Sistnevnte kan forhindre det store problemet som har oppstått i India i de siste årene, hvor flere millioner mennesker fra Bangladesh har ulovlig immigrert til India som følge av nasjonal krig (Tripathi, 2016). Skjøte og vitnemål er to svært relevante dokumenttyper for dokumentasjonsforvaltning. Offentlige universiteter i Norge er lovpålagt å levere elektroniske vitnemål til alle ferdigutdannede studenter (Universitets- og høyskoleloven, 2005, § 3–11). Historisk arkiv ved NTNU bevarer vitnemål helt fra starten av 1900-tallet. Disse vil i tillegg overleveres til Arkivverket for videre forvaltning (NTNU, 2022). Selv om man kan argumentere for at vitnemål bør kalles autentiske dersom universitetene selv bevarer disse, så kan enkelte historiske vitnemål ha gått tapt i løpet av en så stor periode. Arkivverket henter i tillegg egen, ekstern dokumentasjon utenom universitetene, og kan ha kommet over flere vitnemål som ikke har en kopi i universitetenes depot. Blockchain vil her kunne løse dette problemet ved at dokumentasjonen eksisterer på kjeden permanent, og at den ikke kan manipuleres dersom det er universitetet selv som legger det inn. Disse vil så kunne brukes som helautentisk dokumentasjon på oppnådd grad i arbeidslivet. Dette forsvarer i tillegg den

offentlige ansettelsesprosessen, siden det sikrer at kvalifiserte mennesker ansettes i disse posisjonene.

Det er ikke bare India som har utforsket slike løsninger relatert til akademiske papirer. Blockchain-løsningen Blockcerts ble utviklet i Massachusetts i 2015, og har videre blitt anvendt i et offentlig prosjekt i Malta. Denne løsningen har gått ut på å gi studentene større eierskap over personlige sertifikater og andre diverse akademipapirer. I praksis kan Blockcert anvendes på følgende måte:

1. Universitetet/Skolen ber studenten, eller den tidligere studenten, om å laste ned Blockcert-appen hvor de kan generere en privat blockchain-lommebok. Dette genererer en offentlig og en privat nøkkel, der den offentlige nøkkelen kan sendes til studenten.
2. Den akademiske institusjonen oppretter et digitalt diplom (eller andre bevis), og sender dette sammen med den offentlige nøkkelen på Blockcert-appen. Studenten signerer så det tilsendte papiret med sin private nøkkel, som lagrer papiret i Blockcert – altså på en blockchain.
3. Studenten tilsendes videre en sjekksum som refererer til hvor papiret kan lokaliseres på plattformen. Blockcert har anvendt Bitcoin-plattformen for sitt virkeområde. Studenten kan via appen videresende sjekksummen til potensielle arbeidsgivere, der innholdet fungerer som et totalt autentisk dokument fra institusjonen (Allessie, mfl., 2019, s. 22–25).

Når en student har blitt sendt et slikt dokument, tillater dette også institusjonens arkiv å kassere det eksisterende papiret, dersom det er behov for lagringsplass eller lignende. Det eneste som videre må bevares i denne teorien, er sjekksummen til dokumentet på plattformen. Hvis en student glemmer innloggingsdetaljer til Blockcert, og ikke får tilgang til sjekksummen, vil dette fungere som en backup. Likevel kan det argumenteres for at slik risiko gjør det uvesentlig å fjerne eksisterende verdidokumenter fra en lokal database, eller et arkiv – spesielt når lagringsplass produseres billigere for hvert år. En grunntanke den maltesiske offentlige sektoren har er at Blockcert kan anvendes i en rekke andre områder. Det både forskes på og utvikles flere ulike løsninger Blockcert kan ha fremtid i (Allessie, mfl., 2019, s. 24–25).

En av de største offentlige tjenestene på verdensbasis, de nasjonale helsetjenestene, har blitt utpekt som et relevant mål for implementasjon av blockchain. Dette forekommer i en

rekke land, og det forskes derfor på løsninger for flere land. Prosjektet *My Health - My Data* (MHMD) gjør nettopp dette. Hvert år lagres ca. 150 millioner terrabyte med helserelatert dokumentasjon. I USA bruker de ca. 5,6 milliarder dollar hvert år for å beskytte helsedata (Myhealthmydata, 2021), men likevel ble det registrert 176 millioner datainnbrudd i medisinske journaler mellom 2009 og 2017 (Faisal mfl., 2019, s. 280). Den sensitive informasjonen består ikke bare av helseopplysninger, men også passord og bankkortdetaljer, som videre kan benyttes til uetiske formål. Blockchain sikrer denne informasjonen i et desentralisert landskap som ikke behøver lokale systemer og databaser for lagring av slik informasjon. Hver bruker av dokumentene, der adgangsrettigheter kan designes fra start, får tilgang til den samme autentiske informasjonen. Dette vil i tillegg kunne forhindre pasienter fra å hacke seg inn i personlige helsejournaler for å endre opplysninger, slik at de slipper unna enkelte behandlinger eller lignende.

Det er heller ikke bare beskyttelsen av helsedokumentasjonen som er ressurskrevende. I tillegg til de 5,6 milliarder dollarene som delegeres hvert år til sikkerhet, brukes det 11 milliarder dollar årlig som følge av dårlig administrasjon og kommunikasjon på grunn av disse dokumentene. Det er svært ineffektive systemer som er iverksatt i praksis for å distribuere helsedata, selv med de beste sentraliserte løsningene på plass. Dette skyldes fortrinnsvis bruk av ulike systemer og plattformer. Samhandling mellom lokale helseklinikker og store sykehus er derfor ressurskrevende (Faisal, mfl., 2019, s. 280–281). Blockchain vil her bidra til å standardisere én felles løsning for alle helsetjenester, der enhver potensiell bruker av dokumentasjonen vet akkurat hvor den vil være lagret. Sjekksummene til enhver blokk vil gjøre det ekstra enkelt å referere til ulike journaler. Samtidig er dette en mulighet for samhandling mellom helsetjenester i ulike land, med tanke på deling av helsedokumentasjon. Så lenge det opprettes et system for forsvarlig deling av slik informasjon, der pasienter med opphold i andre land må kunne bekrefte hvem de er, kan alle profesjonelle leger i verden få tilgang til pasientenes informasjon og behov. Den globaliserte verden, som har forårsaket flere business- og feriereiser i utlandet, har et større behov nå enn noen gang før for et slikt system. Mange reisende kan tenke seg at så lenge de er forsikret vil alt gå bra. Selv om utdannede leger vil ha god bedømmelseskraft i hvilken behandling en utenlandsk pasient har behov for i nødstilfeller, kan enkelte pasienter ha tilleggsinformasjon i sine helsejournaler som påvirker hvilke behandlinger som behøves. Enkel tilgang til slik informasjon vil i tillegg gjøre det mulig å skape «utvannede» kopier av originalene som kan deles til mindre autoriserte virksomheter, som lokale apotek. Disse kopiene kan inneholde informasjon som

kun denne typen virksomheter kan ha tilgang til, og samtidig utelate informasjon som kan misbrukes. Forhindring av manipulerede reseptbevis kan forhindre dette, der dopselgere får mindre handlingsrom til å utnytte dette systemet.

Det er viktig å nevne at innholdet i pasientjournaler må tilpasses til hvert land. I Estland brukes blockchain for å identifisere ansatte som har søkt opp pasientdata (Deloitte, 2018, s. 40). I USA har interessegruppen MedRec – som spesialiserer seg på elektronisk helsedokumentasjon – utviklet en blockchain-løsning der en type smartkontrakt gjør det enkelt mulig å lokalisere og bekrefte pasientjournaler. Hverken av disse to løsningene plasserer selve pasientjournalen på en blockchain, på grunn av ulike lov- og regelverk (Deloitte, 2018, s. 67). Disse lovene kan derfor forhindre det fullstendige desentraliserte medisinslandskapet, hvor informasjon kunne deles fritt mellom land. Det må derfor skapes tilleggsløsninger som tilrettelegger for lett anvendbar dokumentasjon, hvor blockchain kun fungerer som et oppslagsverk for denne dokumentasjonen. I tillegg må dette være ønsket av hvert enkelt land som vil følge en slik standard – en trolig urealistisk tanke. Av den grunn blir det svært vanskelig å koordinere internasjonale helsesamarbeid via blockchain, selv om dette kun er én enkelt – og kanskje mindre – hindring i utnyttelse av blockchain i nasjonale helsetjenester. Arkivet spiller derfor en mindre rolle i innovasjon av helsetjenesten, basert på blockchainteknologi.

Om blockchain skal etableres som en ledende teknologi innen digital dokumentasjonsforvaltning i nærmeste fremtid, må fokuseres på bevaring av selve kjedene. I dag er det nokså enkelt å konvertere blokker til lesbare format som XML eller JSON. Likevel kan det være mulig at langtidsbevaring av blockchain blir dyrere og dyrere, jo lenger den bevares, spesielt om alt som allerede eksisterer må konverteres til nye format (Sødring, mfl., 2020, s. 15). Ulike land vil i tillegg ha ulike budsjett for å håndtere dette. Selv om teknologien i teorien tar avstand fra nasjonal maktinnflytelse, må det sørges for at de nasjonale myndighetene regulerer hvordan blockchain bevares. Det må sørges for at plattformene som brukes til ulike nasjonale formål programmeres til dette ønskede formålet. Det er samtidig heldig at blockchain sørger for at forfalskning bevises ved migrasjon. Hvis dokumenter eksisterende på en blockchain skal konverteres til nye typer media, opprettes det en ny oppføring på kjeden, som inkluderer den forrige sjekksammen. Dette beviser at innholdet i begge dokumentene er identiske (Sødring, mfl., 2020, s. 16). Derfor må det sikres at det bevares og vedlikeholdes systemer som kan lese eldre format, noe som allerede er en grunnteorier i digital langtidsbevaring. Det er dessuten mulig å bevare innholdet i blockchain

ved å bevare systemer som kun kan lese dette innholdet, fremfor å registrere/skrive nye oppføringer på kjeden. Dette kan være nyttig som historisk bevis (Sødring, mfl., 2020, s. 16). Dette krever at hvert land som velger å ta i bruk en blockchain-løsning må forberedes på å kunne bevare alt dette, og samtidig strukturere de til egne lover og regler. Et internasjonalt samarbeid og kompetansefelt bør prioriteres for de fleste land, slik at hvert enkelt land kan forstå sammenhengen av deres bevaring og dokumentasjonsdeling. Om dette er mulig blir derimot kun en spekulativ tanke.

For å unnslipe rot og kaos i nasjonale utviklingsprogram til blockchain-implemterasjon, kan flere land samarbeide om en felles løsning, der de dekker hovedkriterier eksisterende for alle deltakende land. EU er i gang med å forske på muligheter rundt dette. De er i gang med å utvikle en felles standard for alle inkluderende land i den europeiske unionen. Denne standarden skal omfavne EUs ulike verdier og prinsipper, og sørge for at unionens juridiske forpliktelser møtes. EU kaller denne tankegangen «gullstandarden for blockchain» (CNECT, 2022).

Kurdistan, en region i Asia som inkluderer deler av Tyrkia, Syria, Iran og Irak, har i tillegg vært en målgruppe som kan ha nytte av dette. Mange kurdere føler seg generelt mer knyttet til regionen Kurdistan, fremfor sine respektive land. Det vanskeliggjør derfor hvordan handel og arbeid gjennomføres i regionen, hvor det brukes ulike valutaer, lover osv. Blockchain kan forbedre samarbeidet i Kurdistan fra et juridisk standpunkt, der de kan benytte seg av blockchain for å styrke sin egen posisjon. Kryptovalutaer kan anvendes som gangbar valuta mellom individuelle mennesker, og ens offentlige dokumenter kan legges inn på blockchain – slik at personer beboende i ulike land likevel kan autentisere personlig dokumentasjon. Bevaring og arkivering av slik dokumentasjon blir særlig viktig, ettersom de fire landene Kurdistan ligger i er preget av krig. Dokumentasjon må kunne fremstilles som fullstendig autentiske, for å forhindre konfrontasjon mellom to eller flere av landene. Et blockchain-basert bevaringssystem kan minimere slike kontroverser, og bevise hva som faktisk har funnet sted. Slike systemer blir samtidig utfordrende ved at de må bygges opp på en måte som tilfredsstillr alle de fire landenes ulike behov, samt at de oppfyller de ulike lovene (Abdullah & Ibrahim, 2020, s. 405–409). Blockchain-basert arkivering kan bevise enkeltes lands eierskap over dokumentasjon. Selv om funksjonaliteten til blockchain ikke har noe eierskap, vil dets innhold ha en ledende innehaver. Slik kan mulige fremtidskonflikter unngås, ved at proveniensen til et dokument bevises av de autentiske, blockchain-bevarte dokumentene.

Egypt og Irak har nylig hatt stor suksess ved å spore opp og samle inn nesten 12 000 oldtidsdokumenter, spredt rundt i andre land. Denne spredningen av dokumentasjon kunne vært unngått fra start dersom blockchain var implementert i oldtidssamfunnet (Tonelli, 2021). Selv om dette ikke er realistisk tankegang for fortiden, er det en nyttig ting å ta med videre i fremtiden.

4.1.5 Norge og NOARK

Norsk Arkivstandard, bedre kjent under forkortelsen NOARK, har lenge vært ansett som de facto standard i Norge. Standarden ble etablert i 1984, der dets formål var å forbedre kravspesifikasjonene til elektroniske journalsystemer. I årene siden 1984 har det foregått kontinuerlig arbeid av – og i – NOARK-standardens. Den siste versjonen, NOARK 5, ble lansert i 2008 (Arkivverket, 2018a) og den siste versjonen, NOARK 5.5, ble godkjent i 2018 (Arkivverket, 2018b). Årsaken til at standarden oppdaterer seg i ulike versjoner, er for å tilpasses nye lov- og regelverk, samt følge nye paradigmer i dokumentasjonsforvaltningens praksis (Sødring mfl., 2020, s. 5). Standarden er ennå den aktive arkivstandard i Norge, men fra 2021 sluttet Arkivverket å utvikle NOARK (Arkivverket, 2021b). Selv om dette på sikt betyr at å finne en blockchain-løsning til NOARK kan anses som bortkastet tid, ettersom det arbeides med å utvikle nye standarder tilpasset dagens digitale verden, er standarden likevel aktiv i dag. Det er trolig mye som vil leve videre fra NOARK-standardens prinsipper, og forskingsarbeid som kobler blockchain til NOARK vil ha nytte dersom blockchain ønskes å kobles til disse nye standardene.

Et NOARK-basert arkivsystem er hovedsakelig et lagringssted for dokumentasjon skapt i norsk offentlig byråkrati. NOARK-arkiver har som funksjonalitet å bistå som verktøy til offentlig styringsmakt, der dens dokumentasjon fremstår som transaksjonelle, eller legale bevis på virksomhet. Ved å forbedre kravspesifikasjonene til slike arkiv, via en standard som NOARK, forenkler dette arkiv- og saksbehandlingsprosessen til forvaltning av offentlige arkiv (Sødring mfl., 2020, s. 5–6). Det forekommer en effektivisering av norsk offentlig administrasjon, ettersom alle tilknyttede ansatte vet hva de skal lete etter i arkivet. Følger all dokumentasjon den samme standarden og de samme rutinene, vil det bli forutsigbart i hva man kan vente å finne, samt hvor man kan finne det.

NOARK 5 beskriver obligatoriske metadata ved eksport eller utveksling i form av XML-skjema. Følgelig skal alle arkivenheter og dokumentbeskrivelser identifiseres i et arkivskapende organ, der identifikasjonen skal kalles systemID. Dupliserende arkivobjekter

må derfor kunne identifiseres hver for seg, og det er satt krav til at disse har hver sin unike systemID (Arkivverket, 2018c, s. 20, 31). Generering av systemID kobles til standarden «Universally Unique Identifiers» (UUID). Bruk av denne metoden sørger for at hver eneste systemID, selv ved identiske arkivobjekter, forblir unike (Sødring mfl., 2020, s. 6). XML, XSD – en form for skjema som strukturerer innholdet i en XML-fil og gjør den lesbar, systemID, og UUID har alle vært i fokus i nyere blockchain-forskning.

Det er gjort ny forskning som vurderer blockchain sin evne til å kunne anvendes i NOARK-system. Ved bruksmuligheter av blockchain i NOARK-systemer, vil dette føre til en blockchain-standardisering av norske offentlige arkiv, ettersom de er bundet av NOARK-standard. På den måten vil blockchain ha et reelt gjennombrudd i den norske arkivverdenen, og forekomme som en ledende teknologi i norsk offentlig forvaltning. Denne forskningen fremstiller i tillegg mulige svakheter, komplikasjoner og andre utfordringer ved blockchain i et NOARK-system, som er svært relevant for neste problem av oppgaven.

NOARK strukturerer objekter i en klassisk «parent-child»-forbindelse (Sødring mfl., 2020, s. 6). Dette betyr i hovedsak at strukturen kan sammenlignes med et slektstre, hvor overobjekter kan ha flere grener med underobjekter som springer ut. Metadatamodellen til NOARK er forholdsvis simpel, ettersom hvert objekt linkes til minst én forelder, som forenkler måten man kan spore metadata på. Følger man dette slektstreet, vil man etter hvert finne objektet man søker. Koblingen mellom «parent» og «child» i denne sammenheng, argumenteres for å skape arkivbånd (Sødring mfl., 2020, s. 6). I teorien argumenterer Duranti for at arkivbånd formes når dokumenter skapes av samme virksomhetsaktivitet. Disse dokumentene, selv om de er individuelle med svært ulikt innhold, utfyller hverandres kontekst og mening. Dette bidrar til å skape fullstendige «records», med en samling individuelle «documents» (Duranti, 1997, s. 214–217). Dette prinsippet om respekt for opprinnelig orden, oversatt fra det franske uttrykket «respect des fonds», er grunnleggende teori i danning av proveniens (Jenssen & Carstens, 2020, s. 215). Dokumentasjon i slike bånd kan opplyse om hvorfor annen dokumentasjon er skapt, selv om innholdet normalt sett ikke ville blitt koblet til dokumenter av denne typen. Vi blir opplyst i form av blanding mellom snøballeffekt og sommerfugleffekt. Snøballeffekten bidrar til at noe dokumentasjon fører til at tilleggsdokumentasjon skapes, og sommerfugleffekten fører til at ulik aktivitet skaper nye typer dokumentasjon. Det har blitt forsket på muligheten å bevare strukturen av slike arkivbånd – som skapes i NOARK-baserte arkivsystemer – på en blockchain, uten at dets innhold og data bevares der. Resultatet av denne forskningen konkluderte at å publisere

strukturinformasjonen på en blockchain, som skal være en sikker måte å bevise autentisitet og tillit – spesielt i offentlige organ, har en begrenset hensikt. Dette blir begrunnet med at offentligheten kun får innsikt i at aktivitet innen dokumentasjonsforvaltning finner sted, uten innsikt i hva eller hvorfor (Sødring mfl., 2020, s. 7).

Selv om dette er positivt for å forhindre gjenskapelse av situasjoner som regjeringen til tidligere statsminister i Storbritannia, Tony Blair, der hans regjering var notorisk kjent for å ikke dokumentere sine politiske avgjørelser (Fowler mfl., 2017, s. 6), får ikke innbyggerne innsikt i hva som dokumenteres. Sett fra et slikt perspektiv, kan blockchain bidra til å forsterke autentisiteten og tilliten i samfunnet, siden det fremdeles fremstår en uvitenhet i hva som finner sted. På en annen side, vil blockchain forbedre offentlighetens kobling til innbyggerne ved å la dem vite mengden med informasjon som skapes – samt hvor ofte, i tillegg til evolusjon av data som inngår i forvaltningen. Det er mulig å lagre slik data på blockchain (Sødring mfl., 2020, s. 9), hvilket betyr at blockchain i det minste kan bistå til å løse utfordringen relatert til dette. Samtidig kan det oppstå behov for tilrettelegging innenfor statlige styringsmakter. Ulike byrå som PST vil holde sine dokumentasjonsforvaltningsrutiner og data utenfor blockchain, for å unngå pekepinner på hvorfor noe data er lagret på en blockchain. Metadata kan i denne grad gi en slik pekepinn på registrert aktivitet (Sødring mfl., 2020, s. 9).

I et samfunn der det er ønskelig med transparens i rettssystemet, er det ofte ønskelig fra byråets side at visse mengder informasjon utelukkes offentligheten. Og selv om dataen – det vil si innholdet i dokumentasjonen – utelukkes, vil metadataen fungere som bevis på oppstått aktivitet. Om alle arkivrutiner rundt metadata i offentlig sektor skal automatisk innføres på en blockchain, mister diverse byråer eierskap over egen makt. Alt som legges til i blockchain kan ikke fjernes eller redigeres i etterkant. Innholdet kan kun oppdateres, som betyr at risikoen for feilaktige publiseringer av metadata på blockchain vil kunne ha store negative konsekvenser.

Selv om enkelte byråer vil synes det negativt å ha en følelse av overvåking, grunnet eventuelle krav om blockchain-arkivering av deres virksomhetsdokumentasjon, vil samfunnets innbyggere muligens finne dette mer positivt. Dette forhindrer byråers potensial for ressursutnyttelse, og sløsing av folkets skattepenger. I 2017 publiserte *Aftenposten* en artikkel som avslørte store ressursbruk over forventede beløp i politiet, samt unntak av journalføring av dokumenter omhandlet disse ressursene. Åpenheten i det norske samfunnet har fremstått som misledende (Foss, 2017). Blockchain vil i det minste la offentligheten spore

dokumentasjonsevolutjonen på kjeden tilbake til starten, i tillegg til å sikre at ingen med uønsket tilgang får kontroll over dokumentasjonen (Sødring, mfl., 2020, s. 12–13).

Knyttet til NOARK vil blockchain kunne styrke det norske behovet for åpenhet, transparens og tillit i samfunnet. Publisering av strukturell informasjon på daglig offentlig journal vil fremstå som en god ordning til tillitsstyrking. Med manglende metoder i praksis for verifisering av utgatte eller manipulerte dokumenter, kan blockchain gå fra hype-teknologien den ofte anses som, til en nødvendighet i det moderne samfunnet (Sødring mfl., 2020, s. 14–18). Arkivene får som følge støtte fra en upartisk tredjepart, der den kan bidra til å effektivisere eller fjerne behovet for dagens implementerte, manuelle prosesser. Tilleggsarbeidet som kan oppstå ved siden, som etterspørsler angående forsvarlighet til dokumentasjon på offentlig journal, kan automatisk løses av blockchain. Dokumentasjonsforvalterne vil ha mulighet til å henvise til kjeden. Ergo er det rikelig med muligheter. Til slutt kan det nevnes at avviklingen av NOARK-standarden bidrar til å skape et større potensielt spillerom for blockchain, ettersom nye standarder opprettes mens blockchain har et større globalt omdømme. Mulighetene for implementasjon av blockchain-baserte løsninger til arkivet er dermed langt større i dag.

4.2 Hvorfor har ikke blockchain hatt et gjennombrudd i arkivverdenen?

Denne diskusjonsbiten tar for seg utfordringene som har forhindret blockchain fra å implementeres i dagens offentlige administrasjoner. Dette vil samtidig avsløre hvorfor arkivet ikke har innført noen form for blockchain-paradigme i praksis. Problemstillingen for oppgaven, «*Har blockchain et realistisk fremtidspotensial i arkivet?*», kan først besvares dersom vi vet komplikasjonene rundt blockchain – både konsentrert om arkivverdenen og samfunnsvirksomheter generelt. Delkapittelet vil først se på utfordringer relatert til sikkerhet, ettersom desentraliseringen og mangel på eierskap kan medføre like komplikasjoner som skyløsninger. Deretter vil det redegjøres for kostnadsutfordringer ved bruk av blockchain. Kostnader har lenge vært pekt på som en stor hindring i praksis. Påfølgende bedømmes det om blockchain-behovet kan erstattes av mer effektive og billigere løsninger, før delen avrundes med diverse spesifikke utfordringer.

4.2.1 Sikkerhet

Oppgavens første utfordring handler om sikkerhet. Disse er muligens de største og mest relevante for hvorfor blockchain ikke er en standardisert arkivfaglig teknologi i forvaltningsmiljøet. Dette skyldes en rekke utfordringer innen sikkerhet.

Det teknologiske aspektet ved blockchain medfører mange fordeler innenfor administrasjon og personlig deling. Likevel fremstår det noen tekniske utfordringer relatert til sikkerhet. I kapittel 2. ble det beskrevet hvordan blockchain drives av mining, og hvordan teknologien anvender «Proof-of-Work (PoW)», «Proof-of-Stake», og Smarte kontrakter. Et problem relatert til mining og PoW handler om flertallsangrep. På grunn av mengden energi, og kostnadene rundt mining av blokker, vil flere minere gjerne samarbeide i såkalte «Mining pools». I disse kollaborasjonene er målet å skape et flertall i regnekraft av blokker, der 51 % medfører kontroll over en blockchain. Dette bidrar både til økte gevinster ved mining, samt større regnekraftmengde som øker mengden blokker minere kan få gevinst fra. Når en blockchain har 51 % eierskap, og en miner holder flertallsmengden av regnekraften tilgjengelig på kjeden, kontrollerer den aktiviteten på denne kjeden. Dette kan forårsake noen sikkerhetsutfordringer.

Ved eierskap over en kjede kan mineren få autoritet til å utføre funksjoner – der disse i teorien kan gå imot nodens vilje. Det første er å endre transaksjonsinformasjonen, som kan bety at noden ender opp med å betale mer enn forventet for transaksjonen. Som regel vil ikke dette være et problem i løsninger urelatert til blockchain, der prisen trolig allerede er fastsatt. Det andre problemet er at mineren kan totalt kansellere verifiseringen av transaksjonen, altså hele overføringen (Hasanaj, 2019, s. 5). Store utfordringer skapes dersom en miner kontrollerer dette, ettersom minere linkes tilbake til enkeltpersoner. Eierskap over en blockchain betyr makt, som betyr makt over offentlige transaksjoner og dokumentdeling. Den tredje utfordringen er å forhindre at minere verifiserer enkeltblokker på kjeden. (Hasanaj, 2019, s. 5). Utfordringene her er i prinsippet de samme som i det andre problemet, der det kan oppstå maktmisbruk over kontroll av kjeden.

Bruk av ulike plattform-varianter basert på blockchain kan medføre tekniske sikkerhetshindringer, grunnet plattformenes unike funksjonalitet. Ethereum-plattformen har lenge fokusert på å være et heltransparent program, og teknologien er modifisert for å tilfredsstille dette behovet. Dette medfører problemer relatert til personvern, ettersom detaljer innført i Smarte kontrakter vil både være sporbare og lesbare for allmennheten (O’Leary, 2018). Bevaring av dokumentasjon på Ethereum-kjeden vil som følge være uforsvarlig, sett med arkivøyne. Administrerende direktør for Parity Technologies, Jutta Steiner, har ment at plattformer som Ethereum ikke kan bli verdensledende dataoperatører, ettersom de mangler et sikkerhetsteppe. Selv om Vitalik Buterin – grunnleggeren av Ethereum – har erklært at han er langt mer støttende ovenfor datasikkerhet enn før (O’Leary, 2018), kan individuelle motiv

innenfor transparens og sikkerhet forhindre et blockchain-boom i arkivpraksisen. Det er mulig at bruk av blockchain i arkivet, og dets tilgjengelige innhold, blir styrt av individer fremfor statlige organer. Det fremstår som følge fortsatt en sentral makt over dokumentasjon, selv i et mål å desentralisere og øke transparens. I tillegg er det trolig at disse maktene vil ha mindre interesse i forsvarlig forvaltning enn den offentlige sektor. Det kreves at en blockchain-tjeneste må kunne støtte ulike lands behov for arkivering av dokumentasjon, som betyr at det finnes et begrenset antall tjenester tilgjengelig. Dette blir igjen dyrt i tid og kostnad, ettersom oppsporing og testing av ulike plattformer må håndteres riktig.

Mengden data og informasjon som skapes digitalt akselereres hvert år. I seg selv medfører dette problemer for blockchain, ettersom skalerbarheten må holde tritt med dokumentasjonsskapelsen. Dette fremstår i både lagringsplass og forventet genereringstid (Hasanaj, 2019, s. 7). Ser vi på problemet fra et sikkerhetsperspektiv, betyr dette at det er langt flere dokumenter som vil være truet av uønsket innsyn, eller misplassert sensitiv informasjon. Dersom det ikke tilrettelegges for at robotprogrammer kan identifisere og oppspore slike tilfeller, vil det kunne forekomme enorme sikkerhetsbrudd som bryter med GDPR og enkelte lands lover. Dette blir videre vanskelig for arkivarene, som må ha evne og midler til å overvåke situasjonen, samt overvåke all dokumentasjon som skapes på kjeden. I slike tilfeller kan det i tillegg forekomme skjønnsvurderinger i arkivet over hva som egnes viktigst, der enkelte dokumentasjonskategorier forblir uberørt eller ubehandlet. Og selv om disse kategoriene kan være små i form av prosentandel tilgjengelig dokumentasjon, blir det som nevnt skapt mer og mer data. I henhold til dette betyr det at små prosentener tilsvarer betydelige mengder informasjon, og videre betydelige mengder med potensielle sikkerhetsbrudd og personvernbrudd.

Det er mange som vil tro at internettet og nettsidene vi har tilgang til ved bruk av søkefunksjoner som Google, former hovedandelen av tilgjengelig data. Dette er riktignok kun overflaten av hva som egentlig er tilgjengelig på *World Wide Web*. Det er estimert at hele 90 % av tilgjengelig data befinner seg utenfor den synlige overflaten, i det som kalles dypnettet (Brightplanet, 2012).

Dypnettet er nettsider som eksisterer utenfor Googles algoritmesøk, der det kreves eksternt informasjon eller bruk av et eksternt system for å få tilgang. Dette betyr ikke automatisk at dette er illegale nettsider som allmenheten skal skjermes for. Eksempler er simple ting som unoterte eller private videoer på Youtube. Disse krever at den potensielle brukeren allerede har URL-lenken til videoen, dersom den er listet som unotert, eller at

brukeren er kanaleieren til videoen dersom den er privat. Videre kan innhold på dypnettet være nyhetsartikler som befinner seg bak en betalingsmur, personlige e-poster, bankkontoer, og juridisk informasjon. En av hovedårsakene til at dypnettet har fått et negativt omdømme i media, er eksistensen av mørkenettet – en del av dypnettet.

For å få tilgang til mørkenettet kreves det eksterne søkemotorer. Dens innhold er totalt anonymt, uregulert av statlige makter, og usensurert. Dette har forårsaket at illegale gjerninger ofte forekommer på mørkenettet, der det foregår handlinger som salg av narkotika, kontraheringer av leiemordere, og deling av barnepornografi (Dailymail, 2013). Ettersom nettsiden brukes anonymt, har ikke nasjonale utøvende makter tilgang til å spore opp gjerningsmennene – i så fall krever det at brukerne benytter seg av sporbare systemer som normal bankoverføring. For å kunne ha mulighet til å selge innhold på mørkenettet uten behov for kontantoverføring, har bruken av kryptovaluta eksplodert på mørkenettet. Adresser til brukeres kryptolommebøker behøver ikke privatinformasjon for å fungere som betalingssystem. Bruken av kryptovaluta i denne konteksten er altså for å skjerme identiteten til brukerne, og sikre den totale anonymiteten ved bruk av dypnettsider.

En gruppe forskere ved Universitetet i Qatar fant ut at mange tjenester på mørkenettet har begynt å skjule kryptoadressene sine for å sikre anonymiteten deres. Dette skyldes at Bitcoin har vært ansvarlig for å lekke brukerinformasjon, noe som går imot hovedprinsippene til kryptovaluta (Jawaheri mfl., 2019, s. 8). Som Lemieux beskriver det, så lekker Bitcoin informasjon til brukere som har benyttet seg av Bitcoin for å forbli totalt anonyme (Lemieux mfl., 2019, s. 96–97). Og selv om noen av handlingene som begås ved bruk av kryptovaluta ikke er lovlig eller moralsk korrekt, oppstår det et større problem når funksjoner som skal sikre anonymitet i den digitale verden, motarbeider nettopp det den forsøker å skape. Dette skyldes kjerneverdien til blockchain, der databasene på teknologien først og fremst er mulig å spore, og dermed tilgjengelig for offentligheten (Lemieux mfl., 2019, s. 97). Et hovedmål med implementasjon av blockchain-systemer er å skape tillit mellom parter som ikke har forhåndsetablert tillit, ved å gjøre hele prosessen og resultatet totalt transparent. Dette fremstår og i situasjoner som Sødring nevner, hvor kun metadata føres inn på en blockchain. Vi vet altså at vi kan sikre tillit og autentisitet til dokumenter uten å inkludere absolutt all informasjon. Transparensen i den grad fremstår ikke som et gjennomsiktig vindu i arkivet, men isteden lar det brukeren tyde silhuetter bak glasset som utfører arbeid.

Å sikre tillit via transparens krever ikke total gjennomsiktighet, men heller en holistisk tilnærming der en må se helheten av systemet, fremfor hver enkelt part innad i systemet. Dette

krever likevel ikke at hver enkelt bruker må sette seg dypt inn i hvert system, hver dokumentkaper, og hver transaksjon. Slik Lemieux beskriver, er det kun blockchain-systemene selv som trenger å utforme dette holistiske perspektivet – og heller videreformidle dette til dens brukere på en enkel måte (Lemieux mfl., 2019, s. 97). Tar vi i bruk eksemplet fra Jawaheris artikkel, men bytter ut kryptohandlere med arkivinstitusjoner og dokumentasjonsforvaltere, blir konsekvensene derfor like fullt katastrofale som den reelle forekomsten. Anonymiteten som kan oppstå i potensielle blockchain-arkiv, kan forsvinne dersom plattformen evner å lekke dokumentasjonsinnhold og brukerdata fra de registrerte dokumentene. Dette går imot verdier som sikrer at arkivene skal bevare samfunnets fremtidsminne på en forsvarlig måte, ettersom hovedprinsippene innenfor datasikkerhet faller bort.

Det er ikke åpenbart at ved bruk av blockchain i arkivverdenen forenkler problemer og utfordringer i arkivet. Derimot kan det ofte forekomme at blockchain hindrer effektiviseringen, eller nok et problem å ta hensyn til. En stor årsak til dette omhandler sikkerhet og individuelt eierskap over personlige data (Lemieux mfl., 2019, s. 97). De nederlandske innbyggerne har for eksempel rett til å fjerne og slette sine egne helsedokumenter (Fowler mfl., 2017, s. 152). En av de største styrkene til blockchain, forhindring av sletting og redigering av innført innhold, ender i slike situasjoner opp med å bli en klar svakhet ved teknologiens brukspotensial. Juridisk sett er det heller ikke sikkert at løsninger som lar data fjernes fra dokumentinnholdet, kan anvendes på globalt nivå. Det blir i slike tilfeller opp til hvert enkelt land å bedømme nytteverdien, og samtidig for tjenesteleverandørene om dette er gunstig og durabelt (Konings & van Geelkerken, 2017, s. 460). Hvert land må dessuten analysere hver enkelt dokumentkategori eller type, for deretter å bedømme om disse kan lagres på blockchain. I tilfeller dokumenttyper ikke egnes å bevares på blockchain, vil det sannsynligvis være uvesentlig å kun bevare enkelte typer informasjon på blockchain. Det betyr at dataen spres over flere kanaler – som kan forårsake rot i den offentlig forvaltningen og saksbehandlingen. Dessuten vil ulike lands tjenester ha ulike behov innen dokumentasjonsforvaltning. Blockchain-systemer må videre tilpasses til å dekke hvert behov, der f. eks helsetjenesten har andre lover og tiltak innen personvern og datasikkerhet enn tolltjenesten, eller universiteter.

Blockchain krever i tillegg at brukerne selvstendig oppbevarer sine egne private nøkler, der disse nøklene brukes til identifikasjonsverifisering (Lemieux mfl., 2019, s. 98–99). Dette kan skape et problem når en forventer at hvert enkelt individ eller hver enkel bruker vet

akkurat hvor nøkkelen befinner seg når det kreves. Mennesker mister eiendeler hele tiden, som f. eks fysiske nøkler. Stedene eiendelene går tapt kan være små, men likevel tar det ofte lang tid før de gjenfinnes. På større plasser kan disse trolig gå tapt for godt. Problemet fremstilles dermed muligens enda mer negativt, ettersom den digitale verdenen er som universet vårt – uendelig. Dersom en krever at den rette eieren over dokumentasjon på blockchain må bekrefte sitt eierskap, via en privat nøkkel som er gått tapt, vil hele systemet og prosessen bli verdiløs. Forfalsking av identitet blir dessuten vanskelig å bedømme ut ifra private nøkler. Ettersom de fungerer som identitetsverifikasjon, er det gjerne den private nøkkelen som anses som rettmessig eier over dokumentet, og ikke personen. Om private nøkler lekkes til offentligheten, lagres på et sted flere har tilgang til eller lignende, kan andre personer utnytte dette ved å ta makt over dokumentasjonen. De kan som følge registrere nye innføringer og transaksjoner på kjeden. Dette kan bli spesielt farlig i arkivverdenen, der det historiske minnet kan forfalskes av brukere med tilgang på andres private nøkler.

Ifølge Lemieux har skiftet til den digitale verden allerede skapt hodebry for arkivverdenen når det kommer til sikkerhet. Før i tiden ble man ofte nødt til å ta fysiske kopier av fysiske dokumenter, der mange kontorer ikke var utstyrt med en moderne printer/skanner. Sikkerhet av dokumentasjon som behøvdtes å fysisk kopieres på en annen plass enn arkivet ble prioritert. Verdien for privatpersoner å jakte disse dokumentene var altså langt mer risikabelt og tidskrevende (Lemieux mfl., 2019, s. 95–96). Blockchain-systemer må derfor forberede seg på angrep fra flere «usynlige» kanter i det digitale miljøet, slik at dokumentasjonen bevares på en sikker måte. På bakgrunn av dette ser vi at sikkerhetsutfordringene relatert til blockchain og blockchain-systemer er mange, der hvert enkelt problem er intrikat og vanskelig å løse. Kapittel 4.3 vil se på ulike måter å håndtere kjente sikkerhetsutfordringer til blockchain-bevaring av dokumentasjon.

4.2.2 Pris og kostnadsutfordringer

Her vil det redegjøres, klargjøres og diskuteres hvorfor pris er en særdeles viktig sak årsak til hvorfor blockchain kan gi problemer i utbredelsen av teknologiens potensial.

Koblingen blockchain har til kryptovalutaer anses som et av de mest effektive verktøyene vi har tilgjengelig for å forhindre økonomisk risiko, ustabilitet og utnyttelse. Lemieux oppsummerer i en forskningsartikkel noen viktige virkeområder blockchain kan ha. Det første som nevnes er at blockchain kan gi økt markedstransparens, som blant annet manglet i 2008, og var en ledende faktor til finanskrisen i samme år. På grunn av det nokså

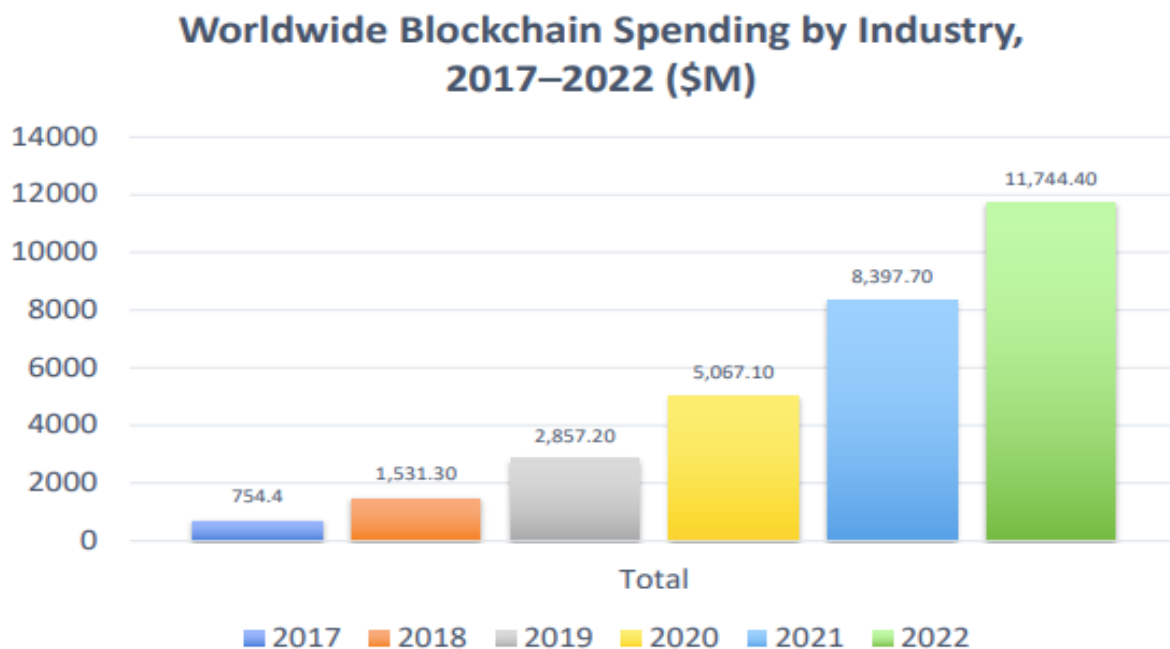
forutsigbare tempoet blokker skapes i kjeden, kan blockchain i teorien medføre at prisforutsigelser blir lettere å spå (Lemieux, 2016, s. 19) Det bør nevnes at i realiteten har det ikke vært som antydnet, med stor uforutsigbarhet i pris. I tillegg vil unødvendigheten ved bruk av tredjeparter i transaksjoner bidra til å eliminere risikoer for de to partene som utfører handelen. Smarte kontrakter er spesielt verdifulle her. Det er mange verdier for bruk av blockchain, selv om det skal nevnes at disse ikke særskilt kobles til arkiv og dokumentasjonsforvaltning. Utfordringer relatert til pris i blockchain-systemer derimot, angår bevaring av dokumentasjon i stor grad.

I 2016 var synspunktet til blockchain annerledes enn i dag. Det er blitt realisert flere problemer jo mer tid som er blitt brukt på blockchain-forskning, der en rekke av disse har komplikasjoner for blockchain-basert arkivering. Likevel er det Lemieux mente var den viktigste risikotrusselen for langtidsbevaring på blockchain relevant i dag. Lemieux fokuserer på minere, og utfordringene de medfører realisering av potensialet blockchain har. I Kapittel 2.2 ble det beskrevet hvordan en digital transaksjon på blockchain blir utført, og hvordan minere kobles inn underveis i prosessen. Vi vet altså at minere får en sum kryptovaluta for å verifisere en blokk, og at dette er hovedinsentivet for flertallet av dagens minere. Insentivet til å validere blokken er altså ikke å faktisk validere blokken for transaksjonens skyld, men valutaen som gis ved valideringen. Dersom et arkivfaglig system blir avhengig av blockchain og en blockchain-basert plattform, f. eks Bitcoin, kan dette medføre risiko i forvaltningen dersom prisen endrer motivasjon til minerne.

Hvis prisen på en valuta synker betraktelig, og kostnadene ved å validere en blokk for en miner – strømpriser o.l. – blir dyrere enn gevinsten av validering, vil det som følge ikke bli nok minere til å verifisere blokker. Hele prosessen kan derfor stanse, hvilket vil ha store implikasjoner på arkivet dersom blockchain implementeres der. Og selv om minere istedenfor kan forsøke å presse prisene i et koordinert samarbeid, der flerparten ikke er villig til å validere blokker før de har tjent på å utføre slike valideringer, vil transaksjonsprisene stige betraktelig. Arkivet må i tillegg være blant de som prioriterer transaksjoner, ettersom institusjonene tjener samfunnet og dets innbyggere. De kan derfor heller tilby mer kryptovaluta enn normalt for å få en transaksjon gjennomført. Pris på transaksjoner stiger dermed når det blir konkurranse om å få de gjennomført tidligst mulig, og trekke til seg villige minere. Dette kan ha mer skadelige påvirkninger på økonomien enn det sentraliserte valutaer har, selv om kryptovaluta kjørt på blockchain-teknologi går ut på å løse problemene disse sentraliserte valutaene medbringer (Lemieux, 2016, s. 20). Deloitte nevner at blockchain er et

utilstrekkelig alternativ for langsiktig sparing, ettersom markedet er totalt uregulert (Deloitte, 2018, s. 72). Dette utsagnet kan muligens videreføres til arkivering, der den uforutsigbare prisen kan være en totalstopper for spredning av teknologien i arkivfeltet.

Et studie utført av IBM har sett på fremtidige kostnader ved blockchain-bruk og bevaring. De kom frem til at permanent bevaring av data kan koste så mye som 100 amerikanske dollar per gigabyte, som tilsvarer mellom 850–950 norske kroner. Kun bevaring av selve kjedene i områder med medium til stor transaksjonsaktivitet, vil ta opp så mye som 197 terrabyte per år (IBM, 2018, s. 9). Beløpet kan omregnes til ca. 175 millioner kroner hvert år. Dette ekskluderer absolutt alt innhold, fra metadata til heldekkende innhold. Legges disse i tillegg inn i regnestykket, vil den endelige summen antakelig bli kolossalt stort – selv om det er viktig å notere at dette er et tall på globalt nivå, og ikke et tall for mindre land som Norge.



Figur 9. Prediksjon av globale utgifter til blockchain-transaksjoner (IBM, 2018, s. 8)

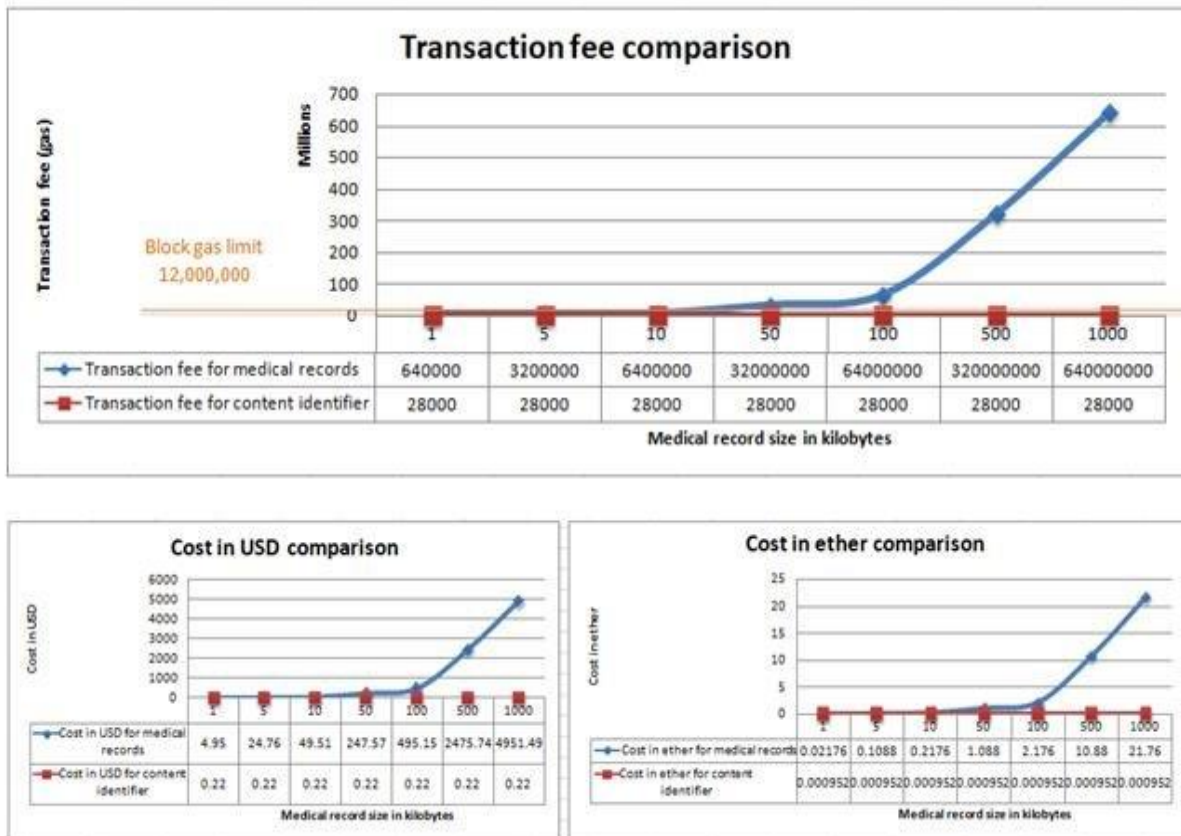
Figur 9 viser IBM sine prediksjoner i 2018 for globale kostnader ved bruk av blockchain-tjenester. Her kan vi se at IBM i 2018 spådde at de totale kostnadene ville ligge på rundt 8.4 milliarder dollar i 2021, og 11.75 milliarder dollar for 2022. De begrunner i tillegg dette ved å spesifisere at det skyldes økt bruk av teknologien, og ikke prisstigninger alene (IBM, 2018, s. 7–9). Statista Research Department oppdaterte disse prognosene i 2022, der de mente 6.6 milliarder dollar var et mer realistisk beløp for 2021. De har videre estimert beløpet for 2024, der de antar at summen vil ligge på rundt 19 milliarder dollar (Statista, 2022). Dette vil i så fall bevise en mangedoblet økning av blockchain-bruk og kostnader relatert til bruken. Skal arkivene drive med arkivering av informasjon på blockchain, presses de til å avsette store

beløper til denne type arkivering. Det blir ekstra utfordrende når blockchain kun kan bli et ekstra bevaringsverktøy, der den ikke erstatter eksisterende løsninger. Prisen på implementasjon av blockchain kan dermed bli en utgift som er for stor å dekke.

Et sett forskere fra Det Tekniske Universitetet i Cluj-Napoca, Romania, har funnet store priskomplikasjoner ved lagring av medisinske dokumenter på blockchain. Resultatene deres kan i tillegg videreføres til andre typer dokumentasjon av samme størrelse. De brukte Ethereum som sin standard blockchain-plattform ved utregning av priser, en pris som sannsynligvis er dyrere i bedre egnede bevarings-plattformer på blockchain (Antal mfl., 2020, s. 6). Det er verdt å nevne at en ikke kun betaler transaksjonssummen for verifisering, men for digital lagringsplass til evig tid. Moderne skyløsninger kan f. eks fjerne innholdet etter et abonnement er stanset. Det gjør derimot ikke blockchain, som i teorien derfor tilbyr en bedre tjeneste. Prisen er på den andre siden langt høyere enn lagringsplass i digitale skytjenester. Bevaring av et enkelt helsedokument tilsvarer prisen til å bevare hele 428 innholdsidentifikatorer, der dette tidligere ble nevnt som et muligens bedre alternativ for bevaring av helsedokumentasjon på blockchain (Antal mfl., 2020, s. 6). Avgiften en bruker betaler for å få en transaksjon gjennomført, kalt *gas*, hadde i februar 2022 en gjennomsnittspris på 0,0000031953800 amerikanske dollar per enhet (AWT, 2022).

Det er beregnet at ett enkelt dokument på 15 kilobyte krever over 11 520 000 gas for å få en transaksjon gjennomført (Antal mfl., 2020, s. 6), hvilket tilsvarer 36.75 dollar – eller ca. 325 norske kroner. 325 kroner for å bevare et dokument blir dermed ekstremt dyrt, siden det muligens skal gjøres langtidsbevaring av alle innbyggerne i et land. I Norge finnes det over 20 millioner pasientjournaler, et tall som vil øke for hvert år grunnet befolkningsveksten (Simonsen, 2021). Kun bevaring av de allerede eksisterende dokumentene på blockchain, og ikke fremtidens journaler, vil derfor koste ca. 6,5 milliarder kroner. Dette tallet blir i realiteten langt høyere, ettersom nye personers helsedokumenter skal legges inn, i tillegg til endringer i eksisterende journaler. Dokumenter kan også være av betydelig størrelse sammenlignet med de 15 kilobytene som er nevnt i den rumenske forskningsartikkelen. Dette bidrar til å forsterke argumentene for å bevare deler av dokumentasjonen. Eksempler er sjekksummen til hvor en kan finne originalene, eller metadataen til dokumentene. Figur 10 på neste side viser transaksjonssummer til dokumentasjon av ulik størrelse.

Dette er kun tall for helsedokumentasjon. Uansett om man bevarer selve journalene, eller kun innholdsidentifikatorene til dokumentasjonen, som da blir 428 ganger billigere, blir en fullstendig overgang til blockchain særdeles dyrt å gjennomføre. Selv om prisen til bevaring av 20 millioner innholdsidentifikatorer kun kan koste 15–16 millioner kroner, blir totalbeløpet til all dokumentasjon som arkiveres inn i offentlige systemer langt høyere.



Figur 10. Sammenligning av priser ved bevaring (Antal mfl., 2020, s. 6)

Ser vi tilbake til Figur 7 i Kapittel 4.1.3 ser vi en rekke kategorier med tjenester som opprettholder registre og arkiverer data. Det eksisterer attpåtil enda flere utenfor disse rammene. Dersom all dokumentasjon skal behandles på lik måte som eksemplet med helsedokumentasjon over, er det sannsynligvis snakk om flere titalls milliarder av dokumenter. Arkivverket løser i tillegg utfordringer som handler om at arkivpliktig informasjon ikke arkiveres, der hele 70 % i en spørreundersøkelse besvarte at de ikke arkiverer all arkivpliktig informasjon (Pedersen, mfl., 2020, s. 5). Ved nye rutiner, der flere problemer forsøkes å løses i den nye arkivloven, blir det trolig mindre dokumentasjonstap i fremtiden. Det betyr at enda mer dokumentasjon enn vi arkiverer i dag bevares i fremtiden, som blir tilleggskostnader i en eventuell blockchain-utregning.

I 2020 publiserte Arkivverket 66 millioner sider i Digitalarkivet (Årsrapport 2020, 2020, s. 40). Denne statistikken inkluderer ikke tall fra dokumentasjon som ikke publiseres i Digitalarkivet, eller dokumentasjon fra aktive arkiv som ikke har avlevert dokumentasjon ennå. Arkivverket er innehaver av over 25 500 arkiv, et tall som øker for hvert år (Årsrapport 2020, s. 39). Disse tallene blir viktige i spekuleringen ovenfor, der det muligens er snakk om flere titalls milliarder dokumenter som skal arkiveres. E-poster i offentlige organ er f. eks ofte bevaringsverdige, noe allmenheten kanskje ikke er klar over. Bundet til prisutfordringen oppstår det et potensielt ekstra problem, der folket må overtales til at denne type bruk av deres skattepenger er verdt investeringen for samfunnet. Noen innbyggerne vil trolig være likegyldige til hvor arkivdokumentasjon bevares.

Menon Economics fikk i 2020 oppdraget å kartlegge arkiveringskostnadene i norsk offentlig sektor (Pedersen mfl., 2020, s. 1). I rapporten fremstiller de at kun tre ulike arkiveringsoppgaver i 2020 utga 7,7 milliarder norske kroner. En av disse oppgavene er blant annet å overføre informasjon fra fagsystem til arkivsystem (Pedersen mfl., s. 5), som kan være ulike typer registre som nevnt i Figur 7. Det betyr at fullstendig bevaring av helsejournaler, og ikke noen andre typer dokumentasjon i offentlige arkiv, kan utgi omtrent samme beløp som det totale antallet brukt til arkivering hvert år i Norge. Og selv om mye av dokumentasjonen man legger inn på blockchain kun trengs å innføres én gang, blir totalsummen ekstremt høy. For alt det gode blockchain kan medbringe arkivet og arkivinnholdet, blir det sannsynligvis uvesentlig å arkivere helhetlig data på blockchain, basert på denne summen. Tillit- og autentisitetetsproblemet i arkivet, samt de moderne arkivløsningene, er ikke perfekt den dag i dag. Likevel kan vi tenke oss at folket ikke er særlig villige til å la staten sette av ekstreme summer for å løse dette, ettersom dagens løsninger ikke er totalt ubrukelige. Det må derfor være en stor prisjustering eller systemendring i blockchain-systemet før blockchain skal få et gjennombrudd i arkivet.

Norge er et svært lite land, men kun med 5,4 millioner innbyggere er prisen for helsejournaler på blockchain i milliardklassen. Hvis vi ser for oss hvorfor blockchain ikke har hatt et gjennombrudd i arkivverdenen, og ikke kun i de norske arkivene, kan pris derfor være et svært reelt problem. Flere land har flere titalls eller hundre millioner innbyggere, og langt flere avdøde personer – mange av disse med eksisterende helsejournaler. Prisen for å legge inn alle disse dokumentene blir trolig altfor ekstremt til å rettfærdiggjøre gevinstene ved blockchain-arkivering. Blockchain er et godt verktøy for å overkomme vanskelige problemer i den digitale alderen, men pris fremstår som en ledende utfordring som forhindrer blockchain å

realisere sitt fulle potensial. Kapittel 4.3 vil se nærmere på hvordan disse problemene kan løses i fremtiden, slik at vi har mulighet til å bære frukter av teknologiens funksjonelle egenskaper.

4.2.3 Andre utfordringer

Et av de største problemene som Lemieux utpeker, handler om langtidsbevaring av dokumentasjon på blockchain. Hvis blockchain skal kunne utnyttes som en verdiskapende samfunnsløsning innen dokumentasjonsforvaltning, må det skapes skarpere og strengere strategier for langtidsbevaring. Selv om blockchain kan være et nyttig verktøy innen arkivering, er ikke teknologien i seg selv et digital depot – i hvert fall ikke dens primære hovedfunksjon. At blockchain kan utnyttes i arkivering har heller utspilt seg i etterkant, der grunnfunksjonene og prinsippene for teknologien har anvendelsespotensial i arkivet (Lemieux mfl., 2019, s. 66). Det finnes ennå ikke et åpenbart svar for å løse hvordan dokumentasjonen skal forsvarlig forvaltes til «evig tid». To av de største forslagene innen langtidsbevaring av blockchain anses som ikke-ideelle. Den første innebærer å integrere blockchain-løsningen med eksisterende arkivteknologi. Verdiene blockchain kan tilby moderne arkivering kan faktisk gå tapt ved implementasjon i eksisterende systemer. Moderne systemer fremstår som en flaskehals, der verdiene til blockchain ikke får utspilt sin fullstendige rolle. Istedenfor at blockchain kan fylle mangler de eksisterende løsningene har, holder de heller hverandre tilbake. Den andre løsningen er strengt tatt ikke en innovasjon eller utvikling av systemet. Den handler om å la dokumentasjonen eksistere uberørt på blockchain, og la teknologien selv stå for bevaringsprosessen. Dette er spesielt lite gunstig ettersom arkivaren mister makt over bevaringen, samt makten over hvordan dokumentasjonen best bør forvaltes.

For å løse problemet ved det første løsningsforslaget er det argumentert at det beste vil være å koble inn en skyløsning til blockchain-systemet. Dersom disse oppdateres parallelt, vil det kunne oppstå en autentisk original-kopi-samdrift til dokumentasjonen. Denne tankegangen har derimot klare negative sider. Bruk av skyløsninger krever en bestemt, sentralisert tilstedeværelse av eierskap utenfor arkivet (Lemieux mfl., s. 67). Dokumentasjonen faller på lik måte utenfor arkivarens maktterskel, og blir heller videreført til en annen part. Ved skyløsning går denne makten til en tredjepart, fremfor å kun la dokumentasjonen bevare seg selv på blockchain, der blockchain-systemet fremstår som andrepert. En kan derfor argumentere at dette forslaget blir å gå et steg tilbake, spesielt når samfunnets offentlige arkiver er finansiert av staten, mens private skyløsninger krever konstant finansiering utenfra for å leve videre. Ved bruk av blockchain kreves det i tillegg at strategier for migrering

utvinnes, der det i dag ikke finnes en optimal løsning. Dersom en går over fra et spesifikt blockchain-system til et annet, må det sikres at autentisiteten og integriteten til dokumentasjonen forblir (Lemieux, mfl., s. 67).

Det ble kort nevnt i forrige delkapittel at pris ved ny innføring til eksisterende dokumentasjon er for kostnadsfullt. I tillegg faller håpet til arkivteoretikerne, da det de mener blockchain kan løse i arkivet heller ender opp med å bli en motarbeider for denne koblingen. Det er snakk om uforanderlig data. Vi vet nå at blockchain kan styrke arkivet med å bevise proveniens, og som følge styrke tilliten til dokumentasjon. Likevel forekommer det svakheter i uforanderlig dokumentasjon, der store mengder bevaringsverdig data krever endring i ettertid. Dette kan for eksempel være oppdatering av utdatert informasjon, eller fjerning av sensitive opplysninger. Et annet viktig eksempel som to forskere ved Universitetet i Zagreb har fokusert på, er dokumentasjon med digitale signaturer. Bakgrunnen for at de har vektet sitt arbeid med fokus på digitale signaturer, er som de beskriver at sertifikater med digitale signaturer ofte krever en resignering etter to til fem år. Etter en gitt periode blir autentisiteten i dokumentet borte, ettersom signaturens gyldighet har gått bort. Blockchain forhindrer dette, ettersom innholdet i dokumentet er absolutt, og uforanderlig (det skal likevel nevnes at dette gir store fordeler innen datasikkerhet, selv om det byr på problemer for arkivarer). Resignering av opprinnelig dokument er uoppnåelig. Det kreves heller en ny innføring av et dokument på blockchain. I teorien er ikke dette en vanskelig utfordring. Og man kan argumentere for at blockchain hjelper å skape en total proveniens og kontekst til dokumentasjonen, ettersom man kan se hele «familietreet» til dokumentet og signaturene. En får da innsikt i når dokumentet opprinnelig ble skapt og signert, samt hver enkelt periode det har vært gyldig. Likevel er det en stor komplikasjon rundt dette. Selv om det finnes løsninger som kan bevise utdaterte dokumenter, det vil si dokumenter med utdatert signatur, krever dette et system som har kontroll på flere millioner dokumenter som krever jevnlig oppdatering. Dette systemet må da ha oversikt over alle tidsfrister for signaturers utløpsdato. Dette blir svært vanskelig og kostnadsfullt, spesielt om dette systemet krever menneskelig tilførsel og skjønnsvurdering. I tillegg kan signert dokumentasjon falle ugyldig dersom f. eks et signert studiebevis fratras. Dokumentet er derimot uforanderlig på blockchain (Stancic & Bralic, 2021, s. 1–2).

I Kapittel 4.1.2 ble TrustChain introdusert som en ny innovasjon for autentisitetsbevis og tillitsstyrking. De samme forfatterne som har kritisert uforanderligheten til data på blockchain har vært med på utviklingen av TrustChain. I Kapittel 4.3 vil det videre diskuteres

hvordan uforanderlig data kan takles via TrustChain, og som følge forbedre potensialet til blockchain i arkivet. Som en konklusjon for dagsstatus innen utfordringer til uforanderlig data derimot, er dette definitivt noe som holder blockchain tilbake fra å «ta over» arkivverdenen.

Et problem som kan være utfordrende å finne en optimal løsning på, er hvilken lagringsplass som skal velges. Blockchain trenger nemlig å forbedre sine lagringsplasser for data, ettersom dagens behov ikke tilfredsstilles av det som er tilgjengelig. Dette er spesielt viktig ettersom det produseres langt mer data i fremtiden. Derfor blir det viktig å velge riktig plattform. Lemieux har utpekt Bitcoin som et uoppnåelig alternativ for arkivering, siden lagringsplassen er begrenset, og nesten alt på plattformen allerede er minet (Lemieux, 2017, s. 7). Bitcoin har en maks forsyning på 21 millioner, der ca. 19 millioner allerede er minet. Det er estimert at alt er minet innen 2041. Moderne plattformer som Ethereum, selv om Ethereum og har sine svakheter innen datalagring, har ikke en maksimal forsyningskapasitet. Dette betyr at Bitcoin, som mister sin insentivtiltrekning grunnet belønning av ny kryptovaluta, mister minere til å gjennomføre transaksjoner. Selv om prisen ennå kan være lav, vil tiden det tar for transaksjoner å gjennomføres ta for lang tid for at plattformen realistisk kan brukes i arkivpraksis (Hayes, 2022). Moderne plattformer uten en slik begrensning bør derfor heller vektlegges i fremtiden. Dette betyr at valget en tar for hvilken plattform som skal anvendes til arkivering må velges basert på nøyaktige, realistiske og pragmatiske prognoser, fremfor «potensial». Det som velges er sikkerheten til hele samfunnets fremtidige minne, som kan falle bort dersom feil plattform anvendes. Dette bidrar til enda større kostnader for slike valg, samt et langt høyere risikopotensial. Å veie denne risikoen mot gevinsten til blockchain kan derfor ha hatt, og fremdeles ha, store implikasjoner på hvorfor blockchain ikke har hatt et gjennombrudd i arkivet.

En annen nevneverdig sak, som i seg selv ikke er en grunnleggende eller funksjonell utfordring, er dagens levetid for blockchain-teknologien. Tidlig i oppgaven ble det nevnt at blockchain ikke er en ny teknologi. Den først kom på banen på 1990-tallet, og fikk utvidet oppmerksomhet i 2008 – og videre 2017. Teknologisk sett beskrives NOARK som en dinosaur av Arkivverket, som har vært en ledende årsak til stansen av utviklingen av standarden (Arkivverket, 2021b). En kan derfor argumentere at blockchain i seg selv er en dinosaur. Fokuset før rundt 2017 (det var litt oppmerksomhet til blockchain før 2017, men resultatene har til grads liten relevans for dagens tilstand. Det var først når Bitcoin tok av i 2017 at store mengder med forskere tok teknologien seriøst) handlet likevel sjeldent om brukspotensialet til blockchain utenfor en kryptovalutasammenheng.

Eksperimentering ved innovasjon med blockchain utenfor kryptovaluta derimot, kan ansees å være en svært ny tankegang som har fått «oppstand» etter 2017. Et firma som arbeider med blockchain-bokføring mener kun 25 % av verdens ledende organisasjoner eksperimenterte med blockchain i 2017, og ledet eller fulgte forskningen rundt utviklingen (DLT, 2022). Det globale omdømmet til blockchain styrkes hvert år, med vesentlige endringer i organisasjonsholdninger til blockchain.

I både 2018 og 2019 utførte Deloitte en spørreundersøkelse med en rekke verdensledende organisasjoner. De ble spurt om deres holdninger til blockchain. Denne undersøkelsen viste blant annet at hele 12 % flere organisasjoner ville begynne å se etter moderne arkiveringsløsninger i 2019, i forhold til 2018. Der 74 % så et realistisk potensial for blockchain i deres organisasjon i 2018, økte dette tallet i de samme organisasjonene til 83 % (Deloitte, 2019, s. 5). Dette hoppet er ganske bemerkelsesverdig for kun ett år, siden dette tallet frem til 2022 trolig har økt enda mer (volatiliteten kryptovalutaprisene har hatt i 2021 og 2022 kan samtidig ha en effekt). Tallet for organisasjoner som mente teknologien ennå var for ung og uerfaren, i både 2018 og 2019, forble derimot det samme med 20 % (Deloitte, 2019, s. 6). Selv om ett år ikke er fryktelig mye, er hoppet i teknologisk utvikling ganske betraktelig, spesielt om vi ser tilbake på Arkivverkets dinosaur-utsagn. Hvert eneste år har dermed en stor innvirkning i det digitale samfunnet, og verden må holde tritt på bakgrunn av dette.

Blockchain kan støte på utfordringer ved at teknologien er relativt ny, og datagrunnlaget for implementasjon er svært liten. Dersom blockchain skal kunne stoles på i offentlig sektor, som et standardsystem innen forvaltning, må det kunne bevise at teknologien har en realistisk vedvarende levetid. At det gjøres mer forskning på feltet nå enn før er gode tegn på at vi kan finne svar på de største usikkerhetene ved blockchain, og bidra til at vi får samlet inn mer empiri fra blockchain i praksis. I tillegg betyr det minimale grunnlaget som er lagt for blockchain at det ikke eksisterer noen standarder, enten ved blockchain-bruk eller ved implementasjon. Dette forhindrer et paradigme i vitenskapen å forme seg, ettersom det ennå er stor spredning i feltet, og det er en mangel på enighet blant de ledende ekspertene rundt blockchain. Den unge «brukslevetiden», om det er ordet som brukes til referering av tiden der blockchain ble sett på utenfor en kryptovaluta-kontekst, og heller i en normal organisasjonskontekst, har videre medført en mangel på utviklere i feltet. Dette har skapt problemer ved at nye systemer og løsninger utvikles tregere enn det som er mulig, selv om dette problemet minket de siste par årene. Følgene av alderen til blockchain fremstår like fullt som en av hovedutfordringene som må overkommes.

Tidligere i oppgaven ble begrepet «det post-custodialet arkivet» beskrevet. Vi vet at det post-custodialet arkivet er et begrep som er blitt mye brukt de siste par tiårene. Gerald Ham, tidligere statsarkivar i Wisconsin presenterte på 1980-tallet en rekke strategier som formet dette begrepet. I det post-custodialet arkivet ble dokumentkaperne – individer, virksomheter, organisasjoner o.l. – kalt arkivskaperene, der de selv ble arkivarer for egne dokumenter (Cunningham, 2010, s. 173–174). At arkivskaperene har ansvar for egen dokumentasjon er ikke en ny tankegang. Kong Johan av England, kjent for å ha godtatt den berømte fredsavtalen *Magna Carta* i 1215, hadde en spesiell interesse og ivrigheit i å drive egne arkiver. Disse arkivene inneholdt dokumentasjon om hele hans rike, der mye av dokumentasjonsmengden var skapt fra kongens eget hoff. Kopier kunne skapes og arkiveres før utsending til diverse mottakere. Det må samtidig understrekes at slike arkiver som regel kun ble opprettholdt for arkivskaperens egen interesse, der dokumentasjon skulle fungere som bevis for arkiveieren selv. Dersom bevis i arkivet svekket medholdet til arkiveierens vilje, kunne dokumentasjonen ødelegges uten videre konsekvenser (Nelson, 2016).

Etter franskmennene fikk rett til innsyn i de nasjonale arkivene, som følge av deres seier i den franske revolusjonen, ble arkiver som regel drevet av staten. Selv om ulike land hadde egne idéer om hvordan arkivene best burde styres og forvaltes, fungerte de fleste arkiver som et felles samlested for nasjonen og nasjonens innbyggere (Shepherd, 2009, s. 6–7). Den post-custodialet tankegangen endret dette synet. Der arkivaren før fungerte som en passiv vokter, jf. troen til Duranti om at dokumentasjon kun kan stoles på dersom den bevarer i varetekt av arkivinstitusjonen, ble arkivarrollen endret til å samarbeide tettere med arkivskaperene. På den måten kunne de konsultere virksomhetene i hva slags dokumentasjon som bør bevares, samt den beste måten å bevare den. (Cunningham, 2010, s. 174–177). Arkivene har i stor grad hatt oversikt over dokumentasjonstypene som har eksistert i deres arkiver, og som følge vet arkivarene ofte hvilken dokumentasjon som bør skapes. Arkivarene er derfor heller med fra start i det digitale samfunnet, fremfor en i enden av virksomhetsprosessen. Det er heller ikke bare arkivarene som har fått endret sin rolle. Virksomhetene, eller arkivskaperene har blitt nødt til å forstå hvilken dokumentasjon som må skapes i deres virksomhet – før prosessen i det hele tatt har startet. En rekke ISO-standarder er skapt for å minke avhengigheten til aktiv konsultasjon fra dokumentasjonsforvaltere, selv om dette ennå fremstår i stor grad.

Både arkivarene og virksomhetene må tilegne seg innsikt i hva slags dokumentasjon som skapes i bestemte virksomhetsfunksjoner, og hvilken dokumentasjon som er nødvendig å

skape. Her blir mangelen på praktiske bevis av blockchain i aktiv bruk en stor utfordring. Om det kun er snakk om potensielle bruksområder for blockchain, og løsninger under utvikling, kan ikke arkivarene danne seg innsikt i hvilke dokumenter som skapes i ulike prosesser. Blockchain sin unge alder fremstår igjen som et reelt problem, ettersom vi ikke er sikre på om implementasjon av blockchain-systemer kan bidra til økte mengder med dokumentasjon. Det blir samtidig vanskelig å bedømme om potensielle plattformendringer kan sørge for forbedrede muligheter, innen bevaring av total dokumentasjon, fremfor identitetsidentifikatorene som er nevnt. At vi i dag ikke er sikre på fremtiden til blockchain gjør det svært vanskelig for arkivarene å vite hva som kan forventes, spesielt når dette potensialet er svært tåkelagt og diffust. Det blir ren spekulasjon, som ikke er den optimale løsningen for å sikre fremtidens kollektive minne. Det post-custodialet arkivet, og Hams idéer bak prinsippet, faller vekk siden tradisjonene ikke kan opprettholdes eller forsvares. Arkivarene bør likevel følge utviklingen tett, slik at de kan forbedre seg i større grad på hva som kan forventes i fremtiden.

4.2.4 Har vi behov for blockchain? Skylagring som konkurrent

Mulighetene for blockchainpotensial i arkivet, som er fremstilt i Kapittel 4.1, kan være gode, realistiske løsninger. Samtidig er det en rekke utfordringer som forhindrer realiseringen av potensialet slik situasjonen er nå. Ser man kun på forslagene som redegjøres i Kapittel 4.1, vil svaret på spørsmålet i dette delkapittelet være et sannsynlig «ja». Likevel er disse utfordringene vanskelige å unngå, og det krever mye arbeid og risiko for å implementere blockchain. Er disse byrdene faktisk verdt bryet? Er det heller mulig å benytte seg av andre, mer kostnadseffektive og realistiske løsninger? Og vil dette være det beste for langtidsbevaring av vårt historiske minne? For å kunne bedømme potensialet blockchain har, er dette spørsmål som bør undersøkes. Dette delkapittelet vil drøfte om en mer utbredt løsning – skylagring – er bedre for arkivet og arkivarer, om denne løsningen er tilstrekkelige for fremtidens lagring av dokumentasjon, og til slutt om blockchain kan defineres som «hype» istedenfor hjelp.

Vi vet at Stancic og Bralic har foreslått et blockchain-system, TrustChain, for å sikre autentisiteten til dokumentasjon og digitale signaturer. En hovedårsak til at denne koblingen kan være naturlig, er den generelle strukturen til digitale signaturer utenfor blockchain. Disse er i tillegg drevet av kryptografi, akkurat som blockchain. På lik måte som blockchain genererer offentlige og private nøkler, gjør signaturløsninger det samme. Vi har til nå hatt programvare som kan generere og verifisere slike nøkler, og dette er den fremste måten å

skape digitale signaturer i dag. Behøver vi derfor å komplisere dagens system, og erstatte det med noe uforutsigbart?

Digitale signaturer på systemer som ikke benytter seg av blockchain kan fungere på følgende måte: Systemet genererer en privat nøkkel til signeringsindividet. Dette er nøkkelen som faktisk signerer dokumentet, Denne nøkkelen utgis til individet, som deretter har eierskap over denne nøkkelen (Patel mfl., 2019, s. 39). I tillegg genereres det en offentlig nøkkel, som opprettholdes innad systemet, og brukes for å verifisere de private nøklene. Hver offentlig nøkkel har en privat motpart (merk: de er ikke samme nøkkel, men det finnes kun én kombinasjon per nøkkelpar) som brukes til verifiseringsprosessen. Om den private nøkkelen er riktig kombinasjon til den offentlige nøkkelen, vil dette bevise autentisiteten til signaturen, og videre dokumentet som skal signeres/er signert. På den måten kan hvilken som helst person ha tillit til integriteten i dokumentet, og benyttes til diverse områder og applikasjoner (Patel mfl., 2019, s. 40).

I Kapittel 2.1 ble den teknologiske strukturen til blockchain redegjort. Her ble offentlige og private nøkler skapt på lik måte. Hovedforskjellen er at nøklene signerer ulike ting. Der nøklene utenfor blockchain benyttes for å verifisere signaturer og eierskap av generell digital dokumentasjon, benyttes blockchain-nøklene kun for å verifisere eierskap over selve kjeden og dets innhold. Blockchain-nøklene er altså en mer særpreget form for verifisering, en slags underkategori av digital verifisering.

Situasjonen for blockchain-verifisering i 2021 er nokså vanskelig. Det er som Stancic og Bralic selv skriver, at verifisering via blockchain blir nødvendig om verden begynner å benytte seg av blockchain-applikasjoner i større grad. Selv om det gjøres mye forskning på området, er det fremdeles en status quo til stede, ettersom gjennombruddet ennå ikke er kommet. Systemene vi har for signering den dag i dag, beviser ikke absolutt autentisitet, der blockchain vil kunne forbedre tilliten vi har i dag (Stancic & Bralic, 2021, s. 2–3, 13–14). Likevel er de trolig ennå akseptable for behovet vi har i dag, selv om dette kan endre seg ved et ekte blockchain-gjennombrudd. Det vil da sannsynligvis være behov for å benytte seg av blockchain-baserte løsninger som TrustChain, selv om dette kan være bortkastede ressurser før den tid. Om dette ville være eneste grunn for å benytte seg av blockchain i arkivet i dag, ville dette løsningsforslaget antakelig bli bedømt som upraktisk.

En stor årsak til at InterPARES Trust begynte å utforske muligheter med blockchain, var prosjektets forskning på skyløsninger i arkivet. Skyløsninger er allerede pekt på som et

høyest viktig verktøy dersom vi skal klare å lagre all informasjon som skapes. Flere offentlige institusjoner i verden har begynt å ta i bruk skyløsninger i deres hverdag. Kontrollen av deres egenskapte dokumentasjon overføres altså til skyen og skyeieren. I New Zealand har nasjonalbiblioteket oppfordret offentlige departementer til å ta i bruk skyløsninger i stor grad (Cunningham, 2019, s. 182). Skyløsninger vil ofte tilby tjenestetypen Infrastruktur-som-en-tjeneste (IaaS). Med dette betyr det at leverandøren av skylagringstjenesten samtidig leverer infrastrukturen til skyen, og hvordan dokumentasjonen i skyen skal lagres (IBM, 2021). Følgelig innebærer det at en må velge skylagringstjeneste med en nøye gjennomtenkt, kritisk vurdering. For å sikre at arkiver velger riktige typer skylagringstjenester, er det utviklet en IaaS-modell som beskriver ti ulike kategorier som må oppfylles av tjenesten og leverandøren. Disse ti kategoriene gjør det mulig å utnytte skylagring som et tillitsfullt system, i en digital verden med stor tillitsmangel (Cunningham, 2018, s. 183–188).

Skylagring byr naturligvis på problemer, ettersom eierskapet av dokumentasjonen overrekkes til en ekstern tredjepart. Til forskjell fra blockchain, som overfører kontrollen til et desentralisert system uten eier, blir leverandørene teknisk sett eiere av dokumentasjonen. Dette fremstår som et stort problem for mange arkivarer, som misliker utviklingen ved eksterne, sentraliserte eiere. Det er i tillegg store sikkerhetsrelaterte problemer, der skylagring kan bli hacket og frastjålet dokumentasjon – eller ha dokumentasjonsinnholdet misbrukt av hackerne (Centurio, 2018, s. 9). Datainnbrudd i store selskaper og institusjoner er ingen fjern virkelighet. I julen 2021 ble Nortura utsatt for et alvorlig datainnbrudd, som medførte totalstopp i produksjonen av mat i fabrikkene. Volumet på kjøtt tilgjengelig i butikkene sank, og prisene på det som var tilgjengelig økte (Vogt mfl., 2022). Selv globale selskaper som Facebook har blitt utsatt for store innbrudd. I 2019 ble personlig informasjon til over 553 millioner Facebook-brukere stjålet, lekket og solgt (Holmes, 2021). Selv arkiver har vært utsatt for dette. I 2009 ble datidens største databrudd i amerikansk offentlig administrasjon utført. Som følge av funksjonsfeil i en harddisk skulle denne disken erstattes og kasseres. Harddisken inneholdt personlig informasjon til rundt 76 millioner amerikanere da den ble sendt ut av arkivet, uten at informasjonen først ble slettet (Greenberg, 2009). Selv om dette ikke er et eksempel av datainnbrudd i skylagringstjenester linket til arkiv, kan eksistensen av dokumentasjon i skylagring medføre dataangrep på personlig informasjon.

Har risikoen om dokumentasjonslekkasje eller datainnbrudd i skyen noe å si? Blockchain og dokumentasjon på blockchain er jo tilgjengelig for alle, dersom du har den riktige sjekksummen. Teknisk sett finnes det ikke privat dokumentasjonsinnhold på

blockchain. Hvorfor skal blockchain da utnyttes i forhold til skylagring? For det første vet vi at all dokumentasjon som innføres i en blockchain ikke nødvendigvis er de totale dokumentene. I forbindelse med dokumentasjon i skytjenester, som trolig er de komplette dokumentene med helhetlig informasjon, kan det kun være sjekksommene til dokumentene som finnes på blockchain. Disse kan linkes til en ekstern tredjepart, som da krever adgangstillatelse til dokumentasjonen. Det er kun bevaringen av sjekksommen som finnes på blockchain. På en annen side kan en argumentere for at dokumentasjonen som da videre lagres i en ekstern tredjepart vil ha samme risiko som dokumenter i skyen. Disse stedene er utsatt i lik grad som skytjenestene for dataangrep, lekkasje og annet misbruk.

Bevaring i blockchain vil antakelig kunne regnes som en fordel over skytjenester. I blockchain kan ikke dokumentasjon redigeres eller fjernes, ulikt dokumenter i skyen. Samtidig kan en argumentere for at utfordringer ved langtidsbevaring av dokumentene er nokså like. I skylagringstjenester står en overfor utfordringer ved levetiden av virksomheten som leverer skytjenesten, og alt arbeidet som kreves ved overføring til ny sky. Blockchain kan møte samme utfordring her, og faktisk være mer kostnadsfullt og krevende. Dersom plattformen som brukes til dokumentasjon på blockchain slutter å eksistere, som i teorien kan skje over natten med tanke på dens relasjon til kryptovaluta, må all dokumentasjonen flyttes over til ny plattform. Denne plattformen kan kreve andre format, som i seg selv er en annen diskusjon – der dokumenter på samme plattform muligens må endre format i fremtiden. Dette blir særlig dyrt når absolutt all dokumentasjonen må gjeninnføres, som allerede koster store summer. Skylagringstjenester tilbyr i dag rimelige priser for deres tjenester, ettersom digital lagringsplass blir billigere for hvert år. Det er da faktisk muligens uforsvarlig å bevare dokumentasjon i lang tid på blockchain, i forhold til mange skylagringstjenester.

Et annet argument som kan styrke blockchain sitt fotfeste i arkivverdenen, er tilliten til dokumentasjonen som ligger der, i motsetning til all dokumentasjon i skyen. Skytjenester har mulighet til å tilby gode systemer for trygg bevaring av data. Et rollesystem med diverse adganger, loggføring av besøk og innsyn, samt endring/sletting av dokumentasjon kan tilbys til den som leier lagringsplassen. Slike systemer vil sikre at det eksisterer en tosidig transparent forståelse av dokumentasjonen som bevares i skyen. I tillegg kan skytjenestene sørge for at de selv ikke har tilgang til å lese informasjonen, men kun ha oversikt over hvor mye det finnes der, og hvem som anvender den. Dette krever derimot en tillit til tredjeparten, altså skylagringstjenesten, for at dette ikke misbrukes. En krever total tillit til leverandøren og dens ansatte, der informasjonen kan utnyttes internt. Vi kan se for oss et eksempel hvor en

ansatt har blitt betalt eller utpresset for å lekke dokumentasjonen til en ekstern mottaker. Dette kan eksempelvis være offentlige dokumenter som utleveres til andre land, og som følge kan misbrukes i praksis. Blockchain lar arkivene slippe presset med å velge dokumentene og bekymre seg over potensiell misbruk i slike scenarioer, der dokumentene ikke har en oppriktig eier – med unntak av minere med 51 % eierskap. Disse eierne med 51 % eierskap har likevel ikke innflytelse over dokumentasjonen som eksisterer på blockchain. Problemet om deres tilgang til å manipulere transaksjoner fremstår like fullt.

Skylagring har fått et gjennombrudd i arkiv og dokumentasjonsbevaring. Det betyr derfor at det må finnes klare fordeler ved bruk av sky. Poengene over fokuserer mer på de negative sidene ved skyen, men positive må ha oppveid disse for å få dette gjennombruddet. Og dersom blockchain skal få et gjennombrudd, er det ikke kun utfordringene ved skylagring som må løses. Et blockchain-system kreves for å gjenskape de samme resultatene de fordelaktige sidene ved skylagring har.

Dokumentasjonsforvalter innen helsedokumentasjon Wandera Centurio, har oppsummert hva han mener er de tre viktigste fordelene ved skytjenester. Den første er økt produktivitet i virksomheten. Vi vet at virksomheter er i større grad blitt arkivskapere, og ansvarlige for å drive egne arkiv. Skyløsninger øker produktiviteten ved å være lett tilgjengelig, både ved at en ikke krever et arkivsystem for å få tilgang til dokumentasjonen, og samtidig ved at en kan få tilgang via smarttelefon, nettbrett, eller private datamaskiner (Centurio, 2018, s. 6–7). En annen fordel er at den har mulighet til å takle hva Cunningham mener er en stor utfordring i den digitale verdenen. Utfordringen ved å lagre all dokumentasjon som skapes, der denne produksjonen akselereres for hvert år, kan løses ved å utnytte skyløsninger. Skyløsninger har langt bedre lagringssystemer enn lokale enheter og servere. Centurio påpeker at virksomheter kan spare opptil 40 % av dens årlige budsjett til IT. Den økte skalerbarheten betyr også at vi kan ta vare på større deler av samfunnets historie og bevis (Centurio, 2018, s. 7–8). Skalerbarheten til blockchain nevnes som en av barrierene for blockchain, sammenlignet med bedre utformede databaser (Deloitte, 2018, s. 33) Den siste positive som gir en stor favør for bruk av skytjenester, handler om forbedrede administrasjonsmuligheter og frigjøring fra de tekniske sidene av bevaringssystemet. Både tid og penger kan spares ved å la en ekstern part håndtere tekniske feil og brukerstøtte, der dette heller blir ansvaret for skyleverandøren. En konstant overvåkning av fungerende servere fra leverandøren sørger også for at dokumentasjonen alltid kan hentes aktivt (Centurio, 2018, s. 8). Utfordringen med blockchain sin unge alder er videre relevant her, siden skylagring er en

langt mer moden teknologi. Vi har bedre oversikt over risikoene som kan forventes med skytjenester, og hvordan de kan håndteres (Lemieux mfl., 2019, s. 23, 90–92).

Blockchain kan møte på utfordringer dersom den skal konkurrere med skyløsninger innen disse kategoriene. Den første utfordringen vil kunne takles etter normale innovasjonsprosesser, som utvikling av apper som kan anvendes når som helst, og hvor som helst. Den andre utfordringen blir langt mer krevende å takle. Der skyløsninger er svært billige i lagring og drift, er blockchain per dags dato en voldsom utgift for lagring av dokumentasjon. Kostnadseffekten av skylagring kan nærmest alene oppveie et realistisk blockchain-gjennombrudd. Den siste utfordringen har både en fordel og en ulempe. Fordelen ved skalerbarheten i blockchain i forhold til skyen er at noen plattformer ikke har et maksimalt beløp som kan brukes. Noen plattformer som Bitcoin har en maksgrense, men fremtidige systemer som heller ville blitt anvendt i arkivering, vil trolig bevares på en plattform uten en maksimal grense. Ulempen er at arkivskaperen eller forvalteren er nødt til å ha lokal overvåkning av dokumentasjonen, akkurat slik som lokale arkivsystemer. En av de bedre løsningene ved skylagring faller altså bort, selv om oversikt over egen dokumentasjon ikke er en fjern ting for arkivarer – og heller foreslås i høyeste grad!

Det eksisterer derfor store fordeler og klare ulemper i begge tilfeller, der det ennå utvikles gode systemer for å takle disse utfordringene. Mer forskning i fremtiden vil kun være positivt, men situasjonen i dag gir muligens en favør til en overgang til blockchain-systemer i fremtiden. Dette krever likevel en rekke gjennombrudd vi ikke kan ta for gitt. Heldigvis har den økte interessen og fokuset på blockchain ført til en akselerering i problemløsning ved teknologien. Til tross for dette er det realistiske potensialet her fremdeles spekulativt, men veien står klar for ny forskning og nye gjennombrudd.

4.3 Hva må til for at teknologien skal få et gjennombrudd?

Den siste delen av diskusjonen tar for seg et tredje problem. For å avgjøre om blockchain har et potensial i arkivet må vi vite hvilke endringer som må finne sted før det skjer. Vi vet nå allerede at blockchain kan medføre en rekke positive endringer, men at det samtidig eksisterer flere vanskelige utfordringer som forhindrer en total potensialrealisering. Denne delen vil derfor utforske hvordan disse problemene kan løses, og dermed besvare både enkeltproblem og den komplette problemstillingen. Delen vil først utforske TrustChain sin fremtid og utvikling, for detter å bevege seg til prisendringer i fremtiden – der en løsning på pris vil trolig ha noen av de største innvirkningene på problemene. Påfølgende vil delen se på

utvikling av andre stabile blockchain-plattformer, bedre spesialisert for arkivsektoren. Deretter diskuteres blockchain sin fremtid i Norge, med tanke på utviklingen av NOARK – og mulighetene rundt dette. Til slutt vil delen rundes av med et holdningsskifte til blockchain i offentlig praksis, både i arkiv og samfunn.

4.3.1 Kontinuerlig forskning basert på TrustChain og ARCHANGEL

Utviklingen av TrustChain 2.0 har endt med å løse problemer som oppsto i TrustChain 1.0. Ved ferdigstillingen av modellversjonen vet vi at det fremdeles eksisterer krevende problemer rundt dette, med tanke på autentisiteten til utdaterte dokumenter og eksterne systemer som må ha kontroll over alle dokumentasjonsdatoer. Det arbeides derfor fremdeles med utviklingen av TrustChain, for å forsøke å realisere en implementasjon av systemet til blockchain-dokumentasjon.

Stancic & Bralic har både oppsummert hvilke fokus det arbeides med og hva som prioriteres, samt forslag til videre forskning om relevante temaer. De arbeider med de samme prinsippene fra TrustChain 2.0, men forsøker å utvikle løsninger til langtidsbevaring av digitale signaturer. Problemet med å bevise dokumentasjonens autentisitet med utløpte signaturer er et hovedfokus her, der etablering av langtidsproveniens anses som viktig. De beskriver også at det muligens må utvikles en ny formattype for slike filer, dersom de kan fungere som aktive, tillitsfulle bevis (Bralic mfl., 2020, s. 360). En prototype er et videre mål, slik at dette kan tilsendes ulike arkivinstitusjoner for vurdering av systemet i praksis. Dette regnes som svært avgjørende for videreutviklingen og detaljeringen av fremtidige TrustChain-versjoner (Stancic & Bralic, 2021, s. 14). Til slutt arbeides det aktivt med å etablere et system som integrerer både TrustChain 1.0 og TrustChain 2.0 i en felles modell, som vil tydeliggjøre datastrukturen som kreves. Dette vil heller testes i et eget område, istedenfor via arkivinstitusjoner, ettersom prosjektet fortsatt er i en alfastatus (Bralic mfl., 2020, s. 360). Det videre arbeidet med TrustChain utføres i et samarbeid mellom Highflott og Hashnet, istedenfor InterPARES Trust, siden dette internasjonale prosjektet endte i 2019 (Highflott, 2022).

Resultatene fra ARCHANGEL-prosjektet i Storbritannia står ennå over noen utfordringer som må overkommes før det kan oppfylle sitt potensial. Prosjektet benyttet Ethereum som sin hovedplattform og standard, ettersom den er regnet som meget stabil, forutsigbar og har sannsynligvis en lang levetid. Ethereum holder prosjektets fullstendige realisering samtidig tilbake, ettersom blokkstørrelsene i hver kjede har vært avgrenset til 32

kilobyte (Bui mfl., 2020, s. 2869). En endring i nær fremtid vil muligens være realistisk, ettersom utviklinger av plattformen forsøker å øke denne blokkstørrelsen (BitMEX Research, 2021). I Kapittel 4.3.2 fremstilles dette tydeligere. En kjernespesialisering ved prosjektet er å sikre autentisiteten og langtidsbevaring av digitale videoer på blockchain. Dette blir derfor svært problematisk, siden prosjektets forskere påpeker at videoer over fire timer ikke kan føres inn i blockchain. Selv om de i hovedsak forsøker å bevare sjekksummer og kodeker til videoene, som har langt mindre filstørrelse enn de originale filene, så må videoene likevel bevares utenfor blockchain. Disse blir og svært problematiske, ettersom de kan ta opp flere gigabyte med lagringsplass per video. Selv om prosjektet holdes litt tilbake av blokkstørrelsene til Ethereum, er ARCHANGEL en fungerende prototype som forskes på i praksis (Bui mfl., 2020, s. 2871).

Selve ARCHANGEL-prosjektet er i hovedsak ferdig, selv om dens resultater og modell anvendes i videre forskning. Prosjektet har og medført tanker om fremtidig forskning. Det er foreslått at det bør undersøkes om smarte kontrakter kan benyttes i selve verifiseringsfasen av dokumentasjonen, istedenfor å kun fungere som et bindeledd mellom dokument og blockchain – altså en transportfunksjon (Brown mfl., 2018, s. 5). Om prosjektets mål ender opp med å bli en de facto standard for autentisitet- og tillitsbevis ved digitalt lagrede medier, vil det eksisterende problemet endelig få en løsning. Ved å publisere sjekksummen til dokumentene (den fremtidige forskningen kan avsløre muligheter for bruk av ARCHANGEL-modell i andre typer dokumenter), samt dens beregningsfunksjoner, kan dette skape en bro mellom hvert objekt som lagres. Dette kan og sikre at autentisiteten til dokumentasjon kan bevises utenfor en og samme blockchain. Til og med endring av filtype på dokumentene, eller en kopimigrering, kan sikre autentisiteten disse har ved å legge ved sjekksummen – som da beviser originalen og skaper tillit (Green mfl., 2018, s. 6).

Disse to arbeidene fremstår som pionerprosjekter i arkivfaglig problemløsning angående tillit. Ved å utnytte disse ressursene, dens resultater og avgrensinger, kan vi se for oss at blockchain vil ha en innvirkning i fremtidens arkiver. De positive kommentarene fra prosjektenes forskere tyder på at utfordringene som forekommer ved blockchain kan løses, eller i det minste at modellene kan tilrettelegges. For at teknologien skal ha et gjennombrudd i praksis, må de eksisterende systemene som ikke benytter blockchain bli utkonkurrert. Fordelene ved blockchain er mulighetene den gir til å verifisere utløpte signaturer, slik at dokumentet fremdeles kan valideres i fremtiden. Nåværende systemer tilrettelegger ikke for slike muligheter, der det ennå finnes problemer rundt et sentralisert verifiseringssystem.

Sentralisering vet vi nå medbringer en mistanke om misbruk av eierskap, der desentralisering bidrar til å styrke tilliten mellom diverse motparter. Å ha muligheten til å spore hele «stien» dokumentet har beveget seg i, ved hjelp av de publiserte sjekksummene til dokumentet, kan dette avgjøre tilliten til dokumentet selv i etterkant av dens opprinnelige utløpsdato.

Derfor kan vi anta at blockchain har en svært sannsynlig fremtid i å både definere, og endre fremtiden til digitale signaturer i arkiv. Det kan godt være at blockchain ikke direkte implementeres som et arkivpraktisert system, ettersom det finnes mange andre problemer som er vanskelig å løse. Dersom blockchain ikke blir den fremste og mest utbredte løsningen for problemet rundt signaturer, kan teknologien fungere som et referansepunkt til hvordan fremtidige systemer skal takle digitale signaturer. Blockchain er ikke den eneste desentraliserte løsningen i verden, og det er godt mulig fremtiden vil se flere slike teknologier, spesielt i en globalisert verden. Likevel kan ventetid alene avsløre bedre realiteter for praktisering av blockchain i offentlig sektor. Konstante endringer av ulike plattformer medfører potensielle endringer i pris, størrelse og forutsigbarhet. Dette igjen kan bety at mange av utfordringene som forhindrer blockchain i å få et gjennombrudd kan løse seg uten videre forskning fra arkivarer. Hvis slike endringer finner sted, kan dette bety at blockchain har langt bedre tekniske funksjoner for å støtte arkivlandskapet, og dermed etablere seg som et de facto standardsystem innen håndtering av digitale signaturer.

COVID-19 har videre forårsaket et stort skifte til digitalisering, spesielt i aktiviteter som tidligere ble utført i person eller på fysisk papir. Blockchain er blant teknologiene som har fått en akselerert anvendelse som følge av viruset. Følger vi tradisjonen mennesker har til å benytte seg av nye teknologier, selv om de ble skapt med midlertidig levetid i første omgang, ser vi at slike teknologier kommer for å bli – helt til en ny teknologi igjen avdanner den gamle. Vi kan dermed ikke se for oss at mennesker uten videre slutter å benytte seg av blockchain etter pandemien er bekjempet, eller at tradisjonene med fysiske papirløsninger gjeninnsettes. Disse resultatene peker heller på at blockchain får et større bruksområde i fremtiden enn i dag (Grech mfl., 2021, s. 9).

Virksomheter følger trinn med samfunnsendringer og hvilke teknologier som både finnes, samt brukes av allmenheten. At vi ser et økt antall virksomheter som tar i bruk blockchain for å signere digitale dokumenter vil derfor være tenkelig. Arkivene må dermed forvente å imøtekomme dokumentasjon signert og bevart på blockchain. Hvis arkivene da ikke har gode løsninger og rutiner for å håndtere slik dokumentasjon på, vil institusjonens makt og tillit svekkes. Arkivene må som følge være en ledende figur i forskning på

blockchain, for å sikre at fremtidens potensielle dokumenter vil kunne bevares forsvarlig. Dette bidrar til å styrke argumentet for at blockchain vil ha en fremtid i arkivet, dog graden den vil utnyttes i ennå er spekulativ. Gjennombruddet kan dermed enten være i form av et mindre ledd i et stort system, eller som det mest optimale systemet for digitale signaturer i arkivet.

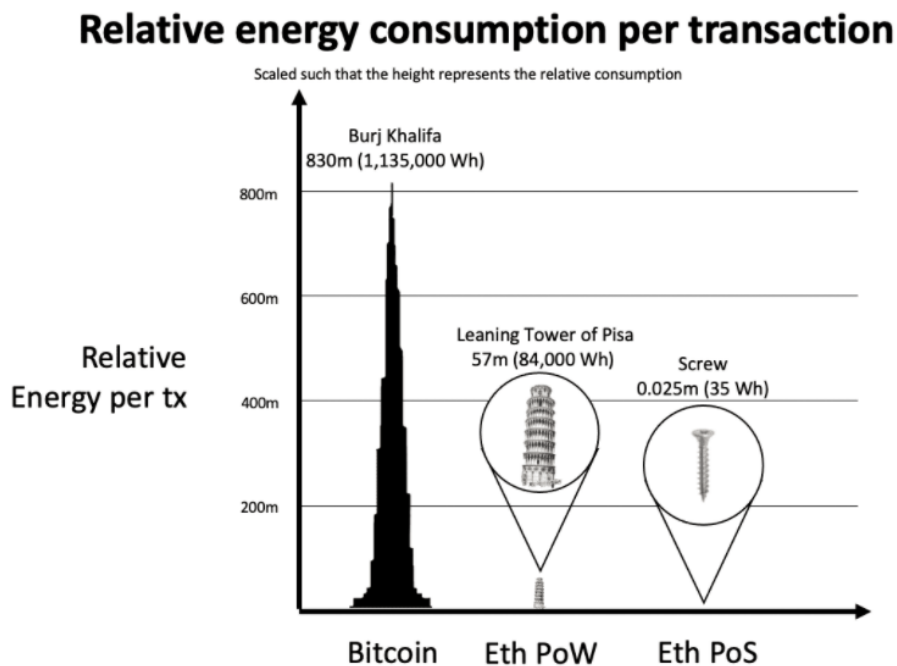
4.3.2 Pris- og størrelsesendringer

I kapittel 4.2.2 ble pris fremstilt som en av de klareste utfordringene som forhindrer blockchain i å få et gjennombrudd. Det er derfor ikke en banebrytende tanke å argumentere for at kostnadsproblemene må løses før dette gjennombruddet skal skje. Istedenfor å utdype argumentet, vil dette delkapittelet heller fokusere på hvordan dette kan skje. Dersom blockchain skal ha et realistisk potensial i arkivet, må dette problemet samtidig ha en realistisk løsning i fremtiden – og forhåpentligvis i nær fremtid.

Ethereum er muligens den mest utforskede og eksperimenterte blockchain-plattformen til annen bruk enn kryptovaluta. Forsyningsgrensen Bitcoin har vil trolig slå ned på plattformens potensial utenfor kryptovaluta. Seniorprofessor innen internasjonal handel ved Cornell University i USA, har i tillegg påpekt at hele Bitcoin kan slutte å eksistere i snar fremtid (Shead, 2021). Skiftet til andre ledende plattformer kan derfor bli en tett konkurranse. Årsaken til at Ethereum ikke er helt optimal for bruk i arkivet i dag, er likevel ikke årsaken til at fremtidig implementering vil være urimelig. Plattformen er under konstant utvikling, med ledende forskere som forsøker å forbedre og løse dagens kjente utfordringer.

I desember 2020 begynte Ethereum arbeidet med å oppgradere sin blockchain fra Ethereum 1.0 til Ethereum 2.0. Denne lanseringen, med individuelle faser, er etter opprinnelig plan rapportert å være ferdig i 2022. Et av hovedfokusene oppgraderingen forsøker å løse er transaksjonsgrensen på Ethereum-plattformen. Ethereum har ingen forsyningsgrense slik som Bitcoin, men hvor mange transaksjoner per sekund som kan gjennomføres dikterer pris i stor grad. De som er villige til å betale mer for å få en transaksjon gjennomført, vil få sin ventende transaksjon flyttet fremover i køen. Det oppstår dermed en budkrig for å få transaksjoner gjennomført, og prisen blir økt på bakgrunn av dette. Ethereum 2.0 forsøker å øke mengden transaksjoner som kan gjennomføres fra mellom 15–45 transaksjoner per sekund, til hele 100 000 (Ethereum, 2022b). For å forstå betydningen av denne endringen kan vi sammenligne dette tallet med Bitcoin, som har en grense på 4.6 transaksjoner i sekundet (Rodeck & Schmidt, 2022), eller VISA, som i gjennomsnitt gjennomfører 1700 transaksjoner i sekundet

(Ethereum, 2022b). Tidligere i oppgaven ble pris for å få en transaksjon validert fremstilt som en stor komplikasjon ved lagring av digitale dokumenter på blockchain. Utviklingen av Ethereum 2.0 kan være starteffekten, eller katalysatoren, for at blockchain skal bli utbredt i arkivet. Endringene kan løse både utfordringer i pris ved bevaring, slik at mengden sjekksummer eller innholdsidentifikatorer som lagres på blockchain kan økes, og ved mengden data totalt som kan bevares på blockchain.



Figur 11. Energiforbruk ved Ethereum 2.0 (Ethereum, 2022b)

Energinivået som trengs for å validere disse transaksjonene vil etter utviklernes mening synke betraktelig. Det er illustrert hvor lite energi en transaksjon vil konsumere på Ethereum 2.0 i forhold til Ethereum 1.0 og Bitcoin. Figur 11 viser denne sammenligningen. Slik denne figuren viser, ser vi at energiforbruket til en transaksjon på Ethereum 2.0 kan sammenlignes som en skrue i forhold til skyskraperen Burj Khalifa i Dubai. En ny oppdatering av tallene i figuren estimerer et enda høyere forbruk ved Ethereum 1.0, der summen heller er 175 000 Wh istedenfor 84 000 (Ethereum, 2022b). Dette vil sikre at flere kan bidra med validering av transaksjoner, ettersom strømforbruket til hver enkel node minkes. En større mengde brukere som validerer transaksjoner kan da økes ved at det blir billigere å gjennomføre slike transaksjoner. Klimaet vil naturligvis yte godt av dette og, ved at karbonavtrykket til Ethereum reduseres. I 2021 ble det for eksempel bevist at Bitcoin forårsaket et større karbonavtrykk enn hele New Zealand (Browne, 2021). Selv om arkivene ikke direkte påvirkes av slike klimaendringer, vil det være positivt om nasjonale institusjoner velger grønne, klimavennlige løsninger i fremtiden.

Oppretteren av Ethereum-plattformen, Vitalik Buterin, er en sentral figur i utviklingen av denne plattformen. Selv om han ikke eier nettverket, er han fremdeles med i en gruppe som foreslår og fastslår endringer til plattformen. Denne gruppen kalles *EIP-forfattere* (EIP = Ethereum Improvement Proposal), der disse forfatterne legger frem forskning og forslag til forbedrede endringer til Ethereum (Ethereum, 2022c). Noen av disse oppdateringsforslagene vil ha større endringer enn andre. Konstant forskning og utvikling av plattformen vil kunne hjelpe å stabilisere Ethereum til å bli en verdensledende løsning, selv utenfor kryptovaluta. Til nå har arkiv- eller dokumentforskning på Ethereum normalt sett ikke inkludert disse endringene, ettersom de ikke ennå var utviklet. Situasjonen i dag er derfor ikke den samme som da resultatene i den diverse forskningen ble fremstilt.

EIP-1559 har vært et av forslagene som har fått mest oppmerksomhet. Forslaget ble inkludert som en teknisk endring i systemet, der oppdateringsfasen fikk navnet *London Hard Fork*. EIP-1559, utviklet av blant annet Vitalik Buterin, har som mål å redusere kostnadene ved bruk av Ethereum. Vi vet allerede at gas er avgiften som må betales for å få en transaksjon validert og gjennomført. Hovedmålet til EIP-1559 er å innføre en grunnavgift til transaksjoner, som vil forårsake en økt stabilitet i forventet pris. Volatiliteten til summen går som følge ned betraktelig, og det blir mindre kamp om å få transaksjoner gjennomført. Ettersom denne endringen inngår i Ethereum 2.0, er transaksjonsmengden samtidig økt (Reijsbergen mfl., 2021, s. 1–3, 5, 7–8). Dette betyr at grunnprisen til Ethereum synker naturlig, samt at mengden transaksjoner som gjennomføres økes kraftig, hvilket videre medfører en mindre priskamp om transaksjonsplass i køen.

Vitalik Buterin publiserte forslaget EIP-4488 i november 2021. Denne endringen vil kunne ha bemerkelsesverdig betydning for dokumentasjonsforvaltning på blockchain. Prinsippet med forslaget er å redusere kostnaden til en byte data på Ethereum, samt øke den mulige blokkstørrelsen (BitMEX Research, 2021). Dette vet vi er en årsak som har forhindret ARCHANGEL-prosjektet i å stabilisere seg i videre arkivforskning, der dette prosjektet har blitt satt på vent til flere løsninger er funnet. EIP-4488 kan være løsningen som ARCHANGEL behøver. Størrelsen til de tidligere Ethereum-blokkene på Ethereum 1.0 var nøyaktig 32 kilobyte. Ser vi tilbake til grafene fra delen om helsedokumentasjon, var en helsejournal antydnet å bruke ca. 15 kilobyte. EIP-4488 har foreslått at de nye endringene ved plattformen kan realisere en økt blokkstørrelse, der denne nye størrelsen er 1 megabyte. I teorien kunne blokkstørrelsen faktisk være på hele 10 MB, men det ble argumentert for at dette var for risikabelt per dags dato. Dette kan likevel være en fremtidig endring. Noen

forskere mener i tillegg at det vil være forsvarlig å øke størrelsen til 1.875 MB, ettersom det vil være makssummen med gas en node kan bruke for å få en transaksjon validert (BitMEX Research, 2021).

Forslag til forbedringer ved Ethereum publiseres i små tidsrom, selv om endringene som potensielt godtas først blir implementert mye senere. Det arbeides altså konstant med å finne bedre løsninger til hvordan systemet fungerer i dag. Begge EIP-forslagene som er beskrevet over ble publisert i samme halvår. Dette betyr at banebrytende forslag vil kunne komme kontinuerlig, og plattformens status endres som følge. Ethereum ble først utgitt i juli 2015, og i 2022 har plattformen blitt anerkjent som en verdensledende blockchain. Dersom Ethereum fortsetter å eksistere i fremtiden, vil det være naturlig å se for oss et mangfold av store endringer. Statusen for Ethereum vil trolig være totalt annerledes om kun 5 år, i forhold til hvordan den fremstår i dag. Kun én endring har medført banebrytende endringer i form av blokkstørrelse, pris og transaksjonsfrekvens. Dette lover positivt for fremtiden til blockchain i arkivet.

Fremtidige endringer og oppdateringer av Ethereum vil øke sjansene for et blockchain-gjennombrudd i arkivet. Økningen i blokkstørrelse ved EIP-4488 er ikke den maksimale størrelsen som kan angis til Ethereum. Summen er heller regnet som den mest forsvarlige størrelsen i dag. Ved innsanking av empirisk data i praksis, og konstant overvåkning av systemet – med problemer som oppstår – kan størrelsen økes trinnvis. Dersom dette skjer, vil dette tillate arkiver å bevare fullstendig dokumentasjon på Ethereum-plattformen til rimelige kostnader. Selv om dokumentasjon som inneholder sensitiv informasjon ikke er akseptabel å bevare på blockchain, kan man likevel benytte systemene som foreslås i dag. Dette er som vi vet å oppbevare sjekksummene eller innholdsidentifikatorer på blockchain, men selve dokumentasjonen utenfor blockchain. Informasjon som ikke inneholder dette derimot, vil kunne få godkjenning til å bevares på blockchain. Dette kan være dokumentasjon fra offentlige registre, der innbyggere kan etterspørre innsyn.

Et eksempel på dette er antall fisk Norge har solgt per år, hvor dataen kan oppdateres i sanntid fra Nærings- og fiskeridepartementet. En slik transparens mellom virksomhet og innbyggere vil forsterke demokratiet, med bakgrunn i et blockchain-basert dokumentasjonsarkiv. Blockchain kan i tillegg utnytte smarte kontrakter fra Ethereum til å skape et automatisk, oppdaterende arkiv. Denne tanken kan sammenlignes med tilnærmingen for bevaring Arkivverket arbeider med, kalt innebygd arkivering. Målet med innebygd

arkivering er å la ansatte slippe å drive med manuell registrering og arkivering av dokumentasjon, der denne prosessen heller automatiseres. Dokumentasjonen legges inn underveis i arbeidsprosessen, fremfor etter arbeidet er ferdig. En slik tilnærming vil spare mange ressurser i tid og kostnad (Arkivverket, 2022). Dette vil å kunne bidra til å forme arkivarens nye rolle i samfunnet.

Ved bruk av smarte kontrakter foreslår Deloitte at blockchain kan fungere som både handelskontrollør og arkivar. Fiskeridirektoratet kan i tett samarbeid med fiskere utgi fiskekvoter via smarte kontrakter, der antallet som fiskes bekreftes av en speditør. Hele prosessen frem til fisken ankommer butikken kan oppgis i blockchain, og hver enkelt fisker kan få innsyn i andre fiskeres kvoter. Dette vil i tillegg forhindre ulovlig fiske, ettersom fiskehandlere kan få bekreftet at deres fisk stammer fra lovlig fiske. Hver enkel transaksjon kan dokumenteres med oppdaterte tall i bestemte skjemaer, og automatisk lagres uten videre behov for manuell arkivering av dokumentene (Deloitte, 2018, s. 43–44). En slik effektivisering vil kunne hjelpe Arkivverket å nå sitt mål for innebygd arkivering, i tillegg til å forbedre transparensen i fiskenæringen. NRK-serien «Brennpunkt» nevner i en episode fra 2014 at mellom 15–20 % av all norsk eksportfiske er knyttet til svart fiske (Henriksen & Nærbø, 2014). Blockchain vil kunne dokumentere hele reisen fisken har, med unntak av før den veies i privateide fiskemottak. Disse mottakene blir ofte beskyldt for fisketyveri til svart fisk, men det blir derimot vanskelig for blockchain å ha en realistisk innvirkning på dette. Ettersom mottakene som regel brukes som hovedsted for førstegangsveiling av fanget fisk, vil det ikke være dokumentasjon på mengde før den kan bli stjålet (Henriksen & Nærbø, 2014). Likevel vil den totale fortjenesten ved å anvende blockchain i denne type næringer være svært gunstig, og sikre at personene innad systemet fremstår som likemenn.

Et slikt sporbart system vil kunne endre samfunnet vårt, og måten offentlige og private virksomhetsprosesser etableres og opprettholdes. For arkivene del betyr dette et skifte til en annen type dokumentasjon enn det vi har i dag. Selv om arkivene kan motta dokumentasjon fra kjøper/selger angående statistikk fra en virksomhetsfunksjon – eksempelvis en handel – kan denne handelen automatisk opprette dokumentasjon i arkivet. Årsaken til at et slikt system videre vil kunne fungere bedre enn privateide løsninger, er mangelen på eierskap blockchain har. I et slikt system vil blockchain fungere som en fullstendig nøytral tredjepart, og kun et bindeledd for transaksjon og dokumentasjon. Så lenge begge parter som deltar i transaksjonen legger inn korrekt informasjon, og aksepterer den andre partens innførte data,

vil dokumentasjonen være helautentisk for fremtidig bruk. Disse bevisene vil kunne styrke det rettfærdige, demokratiske samfunnet ved å oppbevare nøytral dokumentasjon på blockchain.

En prisendring vil ikke kun realisere goder innad Norge. Internasjonal samarbeid og handelsdrift vil kunne styrke tillit og relasjoner mellom ulike land, der sporbare systemer igjen kan forhindre fusk, forfalsking og tyveri. Enkelt personer får mer makt, ettersom de kan forflytte sin personlige data mellom landegrensene enklere, og dermed fungere som part i et globalt system. Arkivene kan dele informasjon seg imellom, og bistå med dokumentasjonsbevis til ulike prosesser i andre land. EU har utviklet et samarbeidsprosjekt mellom alle 27 EU-landene, pluss Norge og Liechtenstein. Dette prosjektet skal hjelpe å realisere slike samarbeid (CEF, 2022). En endring i pris som tillater eksempler nevnt ovenfor å effektueres, vil styrke mulighetene for at prosjektets ønsker realiserer seg.

Pris- og størrelsesendringer er en av de viktigste barrierene som forhindrer blockchain i å etablere seg som en de facto samfunnsløsning. Fordelene blockchain kan medbringe det fremtidige samfunnet har ikke kunnet realisert seg, grunnet den tidligere kostnadsutfordringen med systemet. Utfordringer som uforanderligheten til dokumentasjon på blockchain, fremhevet i arbeidet med TrustChain, vil kunne løses av prisendringer. Til nå har statusen vært at nye blokker må legges inn med nye signaturer i eksisterende dokumenter, som betyr at resignering av dokumentasjon vil være en dyr drift. Nylige endringer viser at dette er et problem som kan løses på moderne plattformer, spesielt de uten en maksimal transaksjonsgrense som Bitcoin har. Likevel bør fremgangsmåten man realiserer nye løsninger med bakgrunn i prisendringer gjøres forsiktig. Istedenfor å endre systemer over natten, bør det gjøres kontinuerlig og streng testing av mindre systemer, og trinnvis bygge opp flere systemer i blockchain. Et totalskifte til blockchain vil kunne ansees som uansvarlig og risikofullt, spesielt dersom funksjonene inneholder sensitiv data. Og selv om prisendringen i seg selv ikke tillater sensitiv data å kunne bevares på blockchain, er omstendighetene for all annen data som skapes rundt personlig data endret av prisen. Skarp forskning i fremtiden rundt implementering av blockchain i offentlige prosesser må derfor finne sted, samt analyser og diskusjon før et skifte kan utspille seg.

4.3.3 Utvikling av nye stabile plattformer

En vesentlig årsak til at Ethereum ofte brukes til forskning og utvikling innen diverse blockchain-systemer, er at Ethereum er en verdensledende plattform. Det er enklere å utforske muligheter med løsninger på Ethereum-plattformen, ettersom den kan antydes som stabil og

fremtidsrettet. Store svakheter med plattformen er allerede avslørt, og det innoveres kontinuerlige forbedringer til systemet. Det kan likevel hende at Ethereum ikke er den best egnede blockchain-plattformen for arkivet eller arkivskapere. En annen måte å muligens realisere et gjennombrudd med blockchain i arkivet, er å ta i bruk andre plattformer. Selv om Ethereum kan regnes som den best egnede plattformen slik situasjonen er i dag, vil fremtiden muligens medbringe særdefinerte systemer som spesialiserer seg i dokumentasjonsforvaltning.

Et av de største utviklingsprosjektene for bevaring og forvaltning av data på blockchain, heter Filecoin. Prosjektet Filecoin ble lansert av samarbeidet Protocol Labs, der målet med Filecoin er å tilby en ny måte å tenke og bevare data. Dette skjer ved at prosjektet oppmuntrer brukere til å delta i et åpent marked for desentralisert data og datalagring. Om en bruker har lyst til å bevare noe data, kan brukeren betale en annen bruker på nettverket en mengde Filecoin, i bytte mot lagringsplass. Dette byttet registreres på blockchain, som videre fungerer som et bevis på transaksjonen (Corbyn, 2018). Brukeren som bevarer dataen, og som følge mottar mengden med Filecoin, må først kunne bevise at lagringsplassen som tilbys er ekte, tilstrekkelig, og sikker. Lagringsplassen kobles i tillegg opp til et Filecoin-verifiseringssystem, som overser at dataen behandles som ønsket (Filecoin, 2022). En smart kontrakt sikrer handelen uten behov for en sentral leverandør, eller en megler (Ali, 2021, s. 3).

Filecoin forsøker å takle noen problemer Ethereum ikke har funnet gode løsninger på, ettersom Filecoin spesialiserer seg for dokumentasjonsbevaring, noe som ikke er hovedprioriteten til Ethereum. Et eksempel på dette er et tillegg kalt insentivlag. I slike lag oppfordres nodene i systemet å være aktive og transparente under kontraktens levetid, der brukeren som tilbyr lagringsplass blir belønnet for dette (Huang, 2020, s. 4–5). Ettersom Filecoin kun bygger videre på manglene for bevaring av data Ethereum sliter med å løse, kan et slikt system være det arkiver søker i den digitale fremtiden. Filecoin vil i tillegg tilføye endringer som sikrer allerede bevart data. Endringer som gjøres på nettverket vil som følge gjøres med dokumentenes beste interesse. Selv om Ethereum naturligvis ikke er kjent for å begå handlinger som truer innført dokumentasjon, vil naturen av Filecoin i teorien være et bedre valg for arkiver.

IBM har skapt sin egen databevaringsløsning på blockchain. Systemet fungerer derimot litt annerledes enn Filecoin sin løsning. I stedet for å skape et åpent marked for selgere og kjøpere, vil IBM heller tilby én forhåndsbestemt løsning. IBM samarbeider med LinuxONE, der sistnevnte tilbyr digital lagringsplass. IBM sitt blockchain-system overser de

smarte kontraktene som gjennomføres (IBM, 2019, s. 7). Dette skiller seg samtidig med Filecoin sine idéer, ettersom IBM bidrar til å skape en langt mer sentralisert prosess. Blockchain fungerer heller som et bevis på selve transaksjonen, enn å medføre samfunnet en desentralisert løsning som kan verifisere autentisitet til dokumentasjon.

Tanken om desentralisering som et hovedargument for å implementere blockchain i arkivet, trenger ikke være årsaken til at blockchain vil ha et gjennombrudd i arkivet. Selv om IBM sin modell er opprettet på en langt mer kommersiell måte enn Filecoin, tilbyr de samtidig stabilitet og kjennskap ved å bruke IBM sitt merke. Mange vil se på IBM som et verdensledende selskap for teknologi, mens Filecoin kan anses som et amatørarbeid. Arkiver vil trolig være langt strengere enn enkeltmennesker når det gjelder valg av plass for bevaring av data. Et kjent selskap vil da kunne fungere som et bindeledd mellom arkiver og blockchain, selv om blockchain sin rolle er langt mindre enn i andre løsninger. Likevel kan dette gi medvirkninger for fremtiden, der positive resultater av slike løsninger kan bety at blockchain i seg selv får et mer positivt omdømme.

Til slutt bør det nevnes at datasikkerhet ikke nødvendigvis er et problem for bevaring av data utenfor kjeden. Firmaet Storj tilbyr en desentralisert bevaringsløsning slik som Filecoin. En stor endring er at Storj heller splitter opp all dataen som mottas fra en bruker i 80 deler, og bevarer hver del på hver sin bevaringsnode. Dataen krypteres i tillegg med AES-256-GCM symmetrisk kryptering, hvilket gjør det umulig for Storj eller datatyver å lese innholdet. Kun brukeren som sender dataen i første omgang vil ha tilgang til sin data, når den re-krypteres med brukerens private nøkkel. Et problem med en slik løsning er at en node kan gå offline i en periode, ettersom Storj ikke kontrollerer sine noder (Storj, 2022) – i motsetning til Filecoin og IBM. Hver enkelt av de tre nevnte løsningene forsøker å takle ulike utfordringer via implementasjon av blockchain, men alle tre byr samtidig på forskjellige problemer. Disse vil derimot være av de bedre løsningene for arkiver og arkivskapere. Fremtiden vil trolig føre til en større vekst av løsninger som utvikles, som videre muligens klarer å løse alle de kjente problemene. Utvikling av nye løsninger og plattformer er likevel et behov dersom blockchain skal få et totalgjennombrudd i arkivet.

4.3.4 Fremtiden i Norge

I Kapittel 4.1.5 ble NOARK og dens aktive situasjon redegjort. Vi vet at Arkivverket har stanset utviklingen av standarden, men at den fremdeles er gjeldende standard for norsk offentlig arkivering. Forskningen som er gjort mellom blockchain og NOARK er heller ikke

verdiløs som følge av den fremtidige avviklingen, ettersom resultatene vil fremstå som viktige forarbeid for fremtidig bruk av blockchain.

En artikkel på Arkivverkets nettsider beskriver at institusjonen kommer til å bli en av Norges største dataforvaltere. Teknologiskiftet som de nevner, har åpnet større rom for å jobbe mer effektivt, samt å forvalte dataen bedre. Noen hovedprosjekter som utforskes i dag handler om innebygget arkivering, skytjenester, maskinlære, kunstig intelligens, og standarder ved metadata (Arkivverket, 2019). Et annet prosjekt har betydelig stor relevans for blockchain, og dens mulige åpning i arkivet.

Arkivverket har endret sitt fokus fra arbeidet med NOARK til å utforske nye muligheter. I 2021 og 2022 arbeides det heller med å opprette en arena for arkivforskning som skal forme Norges fremtidige standard eller standarder, kalt StandardLab. Denne arenaen skal muliggjøre publisering av eksisterende forskning, idéer til fremtidig forskning, og diskusjon av den sett med norske øyne. Forskning fra utlandet vil være relevant, der mye av den digitale kunnskapen vi har kommer fra utenlandsk forskning. I tillegg vil det ses nærmere på andre sektorer og anvendelsesområder enn arkiv, ettersom de kan avsløre gode løsninger. Et tettere samarbeid med saksbehandlere i praksis, med fokus på deres behov vil og prioriteres i utvikling av ny standard (Arkivverket, 2021b).

Dette utsagnet fra Arkivverket lover svært godt for blockchain sin fremtid i norske arkiv. NOARK-standarden kan være for streng og pragmatisk til å tillate blockchain å få et fotfeste innen norsk arkivering. «Dinosauren» NOARK gjør det vanskelig å implementere bedre løsninger i et stadig skiftende digitalt landskap. Premissene er endret i praksis, og standarden må dermed følge utviklingen. Åpningen av StandardLab vil kunne bidra til å føre en aktiv diskusjon mellom ledende arkivarer i Norge, og eksperter innenfor blockchain. Arkivverket får da gi uttrykk for sine behov, og ekspertene kan komme med løsningsforslag som inkluderer blockchain. Blockchain kan være svært nyttig innenfor innebygd arkivering, og avviklingen av NOARK kan gi plass for at blockchain får sitt første reelle feste i offentlig sektor.

Etableringen av en eller flere standarder behøver ikke inkludere blockchain i selve standardteksten for at gjennombruddet skal finne sted. Dersom ordlyden i standarden heller tilrettelegger for eksterne digitale systemer, slik som blockchain, til å være lovlige aktive hjelpemidler innen arkivering, vil dette øke gjennombruddsjansene. Arkivskapere får da lov til å iverksette nye blockchain-baserte løsninger hvis ønskelig. Eksempelet med

fiskedirektoratets mulige forbedring via blockchain er igjen relevant. Bruk av blockchain i offentlig sektor der lovlig dokumentasjon skapes, kan tvinge frem et gjennombrudd av blockchain i arkivet. Arkivene kan innse at de heller bør tilrettelegge for denne type dokumentasjon, fremfor å bekjempe den. Nye blockchain-baserte arkivløsninger vil dermed ha en større sjanse for å bli realisert. Arkivverket kan videre utvikle egne blockchain-systemer som tilfredsstillende arkivene, og saksbehandlingens viktigste behov.

Arkivverket må videre takle utfordringer som kan oppstå ved innføring av nye systemer som følge av NOARK-avviklingen. Dersom blockchain blir en reell kandidat for dokumentasjonsskapelse og bevaring, må Arkivverket samtidig finne gode løsninger for hvordan slik dokumentasjon kan forvaltes. Vi kan endre på eksempelet med norsk fiske. Hvis vi ser for oss en global blockchain-basert matindustri, der Norge kun importerer råvarer fra land som tar i bruk blockchain, blir arkivenes rolle endret. I hvilken grad får de norske arkivene makt og bevaringsplikt over dokumentasjonen, og når i prosessen vil det i så fall skje.

Det vil være naturlig å tenke at dokumentasjonen først blir relevant for Norge når en norsk kjøper er involvert i en transaksjon. Likevel er hele dokumentasjonsskjeden relevant, ettersom det er den totale summen som fungerer som bevis. Mye av denne dokumentasjonen kan attpåtil være utenlandsk. En idé ville vært å skape en ny kopi av kjeden hver gang den krysser landegrensene, slik at ulike land får et eierskap over bevaring av dokumentasjonen. Slike problemer vil fremstå når nye teknologier innføres og skal implementeres. Svar er ikke nødvendigvis en enkel tosidig sak, med et åpenbart fasitsvar. At nye problemer vil oppstå ved et blockchain-gjennombrudd må forventes, men bør ikke være en hovedårsak til at Norge unngår å utforske teknologien. Problemer vil kunne forventes med hvilken som helst teknologi til norsk dokumentasjonsforvaltning.

Om vi ser for oss at Arkivverket benytter seg av allerede eksisterende blockchain-løsninger for arkivering, og ikke skaper sitt eget system, vil andre dagsrelaterte spørsmål fremdeles være relevante. I det nye arkivlovforslaget tildeles et helt kapittel til fordeler og utfordringer ved skylagring. Det anses som et stort problem for nasjonal sikkerhet ved bruk av internasjonale skytjenester. Skylagringsleverandører kan ha servere i ustabile land, ettersom de er billigere. Et arkivtap med bakgrunn i norsk data vil kunne skje uten tilstrekkelige kopier (NOU:2019, s. 203–206). Fokus på lagringssikkerhet i digitale norske arkiv er ikke noe nytt. I sluttrapporten til DIAS-prosjektet fra 2012 (DIAS = Digital ArkivPakkeStruktur), blir sikkerhet til digital lagringsplass beskrevet som den første utfordringen ved digitale arkiv.

Denne utfordringen blir i rapporten beskrevet som vanskelig, ettersom lagringsplassen må sikre at informasjonen holdes intakt, og ivaretar konfidensialiteten til dokumentasjonsskaperne (Riksarkivaren, 2012, s. 12). Dette problemet videreføres med eksisterende blockchain-løsninger.

Arkivverket, og andre lignende institusjoner rundt om i verden kan utforske private kjeder i blockchain-arkiv. Dette vil sikre at 51 % eierskap over en kjede heller dikteres av selve arkivinstitusjonen, og sikrer at alle innføringer og transaksjoner på kjeden faktisk finner sted. På samme måte kan dette forsvare dataangrep på blockchain. Utfordringene rundt dette handler blant annet om transparens. Dersom arkivet, eller andre institusjoner forsøker å forbedre den offentlige transparensen i sine prosesser og aktiviteter, forsvinner dette ved at de selv kan manipulere hva som skjer på kjeden. Et annet argument som går imot en slik privatisering av egne kjeder, er at dette vil kreve egne GPU-stasjoner for mining i arkivene. Dette blir dermed svært dyrt, ettersom mining krever en stor mengde strøm. Selv om minere får en mengde kryptovaluta tilbake for arbeidet med validering av blokker, vil offentlige institusjoner ha mindre insentiver til å få kryptovaluta tilbake. Det kan tenkes at en slik mengde i så fall kunne bli videreført til finansdepartementet for videre investering eller salg. I hovedsak er dette en teori som krever langt mer forskning før det kan realiseres.

I forrige delkapittel ble det redegjort for hvilke løsninger som fremstår som ledende blockchain-baserte arkivsystemer. Vi vet derfor at lagringsplassene som disse tjenestene tilbyr er internasjonale. Storj, som deler opp dataen i 80 krypterte deler, lagrer denne dataen på 80 forskjellige steder. Disse stedene kan være spredt om i et mangfold av land, muligens ustabile. Norske arkiv må følge den samme forskningen og utviklingen som gjøres rundt skylagring, dersom blockchain skal få et gjennombrudd. Problemer ved nasjonal informasjon lagret i utlandet videreføres av dagens eksisterende blockchain-løsninger. Et system som tilbyr og sikrer at all norsk data vil lagres på norske lagringsplasser er et behov for realisering av blockchain.

Det blir vanskelig å estimere fremtiden til blockchain i Norge. På bakgrunn av det som allerede er redegjort i oppgaven, kan fremtiden se lys ut. Blockchain virker som en teknologi som medbringer forbedring, og kan brukes i en rekke anvendelsesområder. I tillegg er den svært relevant til arkivet grunnet dens funksjonalitet innen dokumentasjonsskapelse. Om teknologien faktisk får et gjennombrudd er en annen sak. Dette krever svært mye arbeid og forskning i praksis – et arbeid som vil kreve mange millioner kroner med investering. Eureka-momentene vil heller ikke bli funnet over natten, selv om vi allerede er klar over mange

utfordringer ved blockchain. Det viktigste for folk som drømmer om et blockchain-basert samfunn er at de deltar aktivt i etableringen av StandardLab. NOARK-avviklingen gir i det minste teknologien en styrket mulighet til å realisere gjennombruddspotensialet. Samtidig kan vi se for oss at andre teknologier og systemer Arkivverket heller fokuserer på vil bli prioritert fremfor blockchain. Å koble blockchain til f. eks innebygget arkivering vil først kunne skje når Arkivverket har funnet frem til positive resultater med nåværende prosjekt. Selv om det kan ta lang tid før Norge benytter seg av blockchain, er det likevel en stor mulighet for at vi ser en implementasjon av systemet i fremtiden – selv om det ikke er i nærmeste fremtid!

4.3.5 Holdningsskifte

Denne delen tar for seg holdningen individer, virksomheter og politiske land har til blockchain. Vi vet allerede at blockchain er en svært ny teknologi, spesielt med tanke på bruksområder utenfor kryptovaluta. Og selv om denne oppgaven først og fremst fokuserer på arkivet, og ikke kryptovaluta i seg selv, er holdningen samfunnet har til blockchain tett knyttet til holdningen til kryptovaluta. Det som forhindrer blockchain i å få et gjennombrudd i arkivet påvirkes samtidig av hvordan teknologien bedømmes utenfor arkivet. Det er derfor verdt å se hvordan dette muligens vil endres i fremtiden.

Kryptovaluta har lenge hatt mye oppmerksomhet i media. Denne oppmerksomheten omhandler derimot ikke kun verdien til ulike valutaer, eksempelvis Bitcoin. Selv om mye av oppmerksomheten i media faktisk dreier seg om økonomien til kryptovaluta, på lik grad som aksjebørsen, er det samtidig et ekstra hovedfokus som ofte repeteres. Dette fokuset går ut på klimainnvirkningen kryptovaluta har på miljøet, og hvordan den akselererer den globale oppvarmingen. Tidligere ble det nevnt at Bitcoin produserer et større årlig karbonavtrykk enn hele New Zealand. Med et stort mangfold av ulike kryptovalutaer, samt at det skapes nye valutaer hver eneste dag, betyr at det totale utslippet til kryptovaluta som helhet er langt større. Dette skjer ved at mining-prosessen til transaksjonene gjennomføres av kraftkrevende grafikkprosessorer i datamaskiner, ettersom de har evne til å løse de krevende matematiske problemene. Det kreves derfor en stor mengde strøm for å gi kraft til alle grafikkprosessorene som miner Bitcoin (Livni, 2021).

Det er verdt å nevne at selve bruken av grafikkprosessorer til mining har medført økt forespørsel til slike prosessorer. Disse er en svært viktig del ved oppbygging av spillbare PC-er, hvor det kreves at de er utstyrt med et godt grafikkort. Den økte forespørselen av disse kortene på bakgrunn av kryptomining har både økt prisen til tilgjengelig grafikkort, samt

utsolgt det meste som er tilgjengelig. En holdningskonflikt mellom gamere og minere har oppstått som følge (Brown, 2021). Dette kan antydes som et mindre problem, men det skal ikke undervurderes hvilken effekt den negative holdningen gamere har til mining har på blockchain. Klimaaktivister i hele verden er i tillegg besatt av å understreke den negative innvirkningen kryptovaluta har på miljøet, og dette er godt gjenspeilet i media de siste årene. Blockchain påvirkes av dette, ettersom mange sammenligner blockchain og kryptovaluta, og ikke er klar over øvrige muligheter blockchain kan gi (Livni, 2021). Ethereum, som forsøker å redusere mengden med kraft som kreves per transaksjon kan bidra til å forbedre den negative klimaholdningen til blockchain. I tillegg forsøker teknologiselskapet NVIDIA å endre måten deres grafikkprosessorer fungerer på, ved å heller lage ulike grafikkort til både dataspill og mining (Wuebbeling, 2021). En slik endring vil kunne forbedre holdningen enkelte grupper har til blockchain. Denne gruppen, som trolig har en hobby innen dataspill, kan tenkelig være teknologisk kompetente. Å videreføre denne teknologiske kompetansen, sammenknyttet med en forbedret holdning til blockchain, vil kunne skape et større potensial for at blockchain realiseres i praksis. Det digitale arkivet vil i tillegg ha bruk for sterk teknologisk kompetanse, både nå og i fremtiden.

Et tyrkisk studie fra desember 2021 har forsøkt å klargjøre tyrkiske innbyggers tillit til kryptovaluta, samt deres villighet til å benytte seg av dem. Studiets resultater har funnet ut at prosentandelen som er villig til å benytte seg av, eller investere i kryptovaluta har økt de siste par årene. En hovedårsak som har endret folks mening de siste årene relateres til tillit til bankene. Finanskrisen i 2008 har medført at folk er langt mindre tillitsfulle til nasjonale bankinstitusjoner, og at desentraliseringen blockchain gir anses som en ledende positiv faktor (Fettahoglu & Sayan, 2021, s. 1138–1140).

Et annet studie fra Universitetet i Cantabria, publisert i 2022, påpeker i tillegg at personer i ledende posisjoner lett påvirkes av kollegaer angående blockchain. Deres holdning til teknologien relateres ofte til hvordan deres bekjente anser blockchain, fremfor hvordan teknologien bør observeres objektivt (Cagigas mfl., 2022, s. 4–7). Studiet redegjør for åtte utfordringer som må overkommes ved offentlige tjenestemenns holdning til blockchain. Disse åtte utfordringene er:

1. Virksomheter og organisasjoner, samt de ansatte, viser ofte en motvilje til å legge fra seg eksisterende rutiner. Selv om et forbedret produkt er oppnåelig og tilgjengelig, foretrekkes det ofte å beholde det kjente og trygge.

2. Offentlige tjenestemenn kan frykte at teknologien avslører at arbeidet de utfører kan erstattes av en digital prosess.
3. Ledende figurer i offentligheten viser ofte en motvilje til å introdusere risikofulle teknologier.
4. Arbeidet med blockchain viser til nå svært få eksempler med jobber som vil få endret rolle. Ansatte kan dermed frykte at de blir overflødige og frigitt, fremfor å få nye arbeidsplikter.
5. Det er en viss negativitet blant ledende offentlige tjenestemenn når det gjelder å gjennomse og gjøre deres arbeid til offentligheten.
6. Denne utfordringen bygger videre på nummer fem, men fokuserer på informasjonen som utgis til offentligheten, og hvordan den kan påvirke stillingen til den ansatte. Det er en frykt for hva informasjonen kan avsløre.
7. En mangel på teknologisk kompetanse er vektlagt. Risikoen ved anvendelse av teknologien kan øke dersom den ikke håndteres på rett måte.
8. Mange ledende figurer forsøker å forsvare sin egen posisjon. Selv om teknologien kan yte samfunnet bedre, er bevaring av status quo ofte det eneste som beholder disse figurene i disse posisjonene. Denne utfordringen er altså drevet av selvopptatthet og grådighet (Cagigas mfl., 2022, s. 5).

Disse åtte punktene er svært viktige å understreke i diskusjonen til hva som må til før et teknologiskifte kan finne sted. Dersom personer i ledende offentlige posisjoner frykter en teknologi som blockchain, vil dette ha store innvirkninger på om teknologien faktisk realiseres i praksis. Det er da verdt å merke at flere av disse punktene ikke er drevet av svakheter ved selve teknologien, men av personlige interesser. Blockchain kan totalt endre måten folk arbeider, den kan bryte fastsatte rutiner, og den kan gjøre enkelte maktposisjoner i offentligheten overflødig.

For at blockchain skal få et gjennombrudd i arkivet er ikke de teknologiske forbedringene det eneste som må veies inn. Ønskeligheten til implementasjon av folkene som arbeider er like viktig. Dette har naturligvis negative konsekvenser. Om personlige interesser forhindrer blockchain i å få dette gjennombruddet, selv etter de fleste teknologiske utfordringene er løst i fremtiden, vil dette kunne skade det som er best for forvaltningen – og videre samfunnet. En klar holdningsendring er dermed nødt til å følge utviklingen. Blockchain fungerer som et positivt verktøy eller en tilleggsfunksjon som vil forenkle ulike prosesser. Selv om det betyr at diverse ansatte i offentlig sektor kan miste sin nåværende

stillingsrolle som følge, vil blockchain trolig kun medføre til en endring i deres rolle, fremfor at den ansatte sparkes. Det er verdt å nevne at folk i maktposisjoner i tillegg kan tilføre store verdier i andre roller, og vil antakeligvis ikke regnes som overflødige, dersom blockchain automatiserer deres nåværende rolle.

Det er tidligere beskrevet at en stor årsak til tilbakeholdenheten rundt blockchain er knyttet til dens relative unge alder. Denne alderen skaper et mer negativt inntrykk grunnet usikkerhetene som sirkulerer rundt teknologien. Mangel på forskning og ledende utdannede eksperter er videre koblet til denne alderen. Likevel ser vi en større andel virksomheter som er blitt positive over teknologien, og dette i en hurtig økning. Tid alene vil kunne fungere som et løsningsalternativ for å forbedre folks holdning til blockchain. Så lenge teknologien fungerer slik den gjør nå – eller en potensielt forbedret versjon – vil folk kunne miste frykten til det ukjente. Professor i klinisk psykologi ved Universitetet i Regina, R. Nicholas Carleton, forsøker å fremme hvordan mennesker frykter det ukjente av natur. Normale ting som verdensrommet, døden, eller ukjente konsekvenser av handlinger er store drivkrefter til frykt eller angst (Carleton, 2016, s. 5, 14). Hvis samfunnet fortsetter å utforske og observere blockchain i praksis, vil denne frykten gradvis forsvinne. Villigheten til å benytte seg av teknologien i et digitalt samfunn vil derfor sannsynligvis øke i fremtiden.

Knyttet dette sammen med andre positive faktorer ved blockchain, vil sannsynligheten for at potensialet realiseres økes. For arkivenes del betyr det å knytte holdningsendringen til prosjekter som TrustChain, ARCHANGEL, eller hva som vil oppstå under StandardLab-prosjektet i Arkivverket. I boken «*Blockchain 3.0 for Sustainable Development*», nevnes det at profesjonelles oppfatning til blockchain vil være av mindre betydning i fremtiden. Selv om det virker som en utfordring nå, er det nokså sikkert at fremtidige resultater vil gjøre denne barrieren minimal. Det antydes i tillegg at blockchain-implementasjon i praksis vil nærmest være en garanti innen 5–10 år (Surana, mfl., 2021, s. 98). Deloitte sin rapport om virksomheter og blockchain lover videre godt for blockchain sin fremtid i offentlig sektor. Påvirkningen dette har på arkivet vil trolig være av betydelig effekt, og vi kan muligens forvente en økt blockchain-bruk i arkivet i nærmeste fremtid.

4.4 Sammenknytning

Før konklusjonen oppsummerer oppgaven, vil denne delen kort knytte sammen de tre delte problemene i en felles diskusjon. Dette sikrer at hovedproblemstillingen vil finne et tydeligere svar. Delproblemene er taklet hver for seg, selv om de overlapper i enkelt tilfeller. Likevel

bidrar de ikke til å besvare problemstillingen hver for seg. Dette vil dermed redegjøres kort i denne delen.

Et av de klareste argumentene for at blockchain vil ha et realistisk potensial er dens evne til å bevise autentisitet, og skape tillit mellom parter som ikke har predannet tillit. Den digitaliserte verdenen krever en forbedret løsning som kan bevise autentisk dokumentasjon i et landskap der dokumentasjon enklere kan forfalskes. Skapelsen og spredningen av dokumentasjon mellom landegrensene er store bidragsyttere til dette, og situasjoner med predannet tillit vil ofte forsvinne. Slik kan forfalsket dokumentasjon havne inn i arkivene, og fungere som aktiv dokumentasjon. Dette skaper et forvrengt bilde av realiteten, og samfunnets demokrati kan svekkes som følge. Helhetlig dokumentasjon kan dermed heller skapes av en blockchain-løsning, der en registrert aktivitet kan automatisk dokumenteres og innføres på blockchain. Autentisiteten vil dermed bevises ved at arkivskaper blir sin egen arkivar med transparent dokumentasjon. Den offentlige sektoren, med sine underinstitusjoner, blir hver for seg i større grad sin egen arkivskaper. Utsagnet om at arkivaren må endre sin fremtidige rolle spiller en god rolle her. Register som skaper egen dokumentasjon på blockchain må sikre at dokumentasjonen som skapes er tilfredsstillende for offentlige arkiv, og arkivarene må bistå arkivskaperene som følge. Blockchain sin funksjonalitet til å evigvare opprinnelig dokumentasjon, der arkivskaper – f. eks en virksomhet – får langt mer kontroll over egen dokumentasjon, fungerer derfor som et stort positivt argument for at blockchain bør implementeres i arkivet.

Det fremstår klare ulemper ved å bevare hele dokumentinnholdet på blockchain. Dens eksistens medfører at absolutt all dokumentasjon publiseres tilgjengelig for hele nettverket, så lenge man har sjekksummen til blokken. Dette problemet kan løses ved å publisere innholdsidentifikatorer på kjeden, fremfor selve innholdet. Innholdet blir heller lagret på tradisjonelle måter, som f. eks skylagring. Skylagring er allerede en av de mest brukte løsningene for å bevare data, og er ikke kommet som en konkurrent som følge av blockchain sin oppstand. Argumentet går heller ut på om man i det hele tatt bør investere store ressurser i blockchain, fremfor å kun benytte seg av skylagring. Skylagring medbringer i tillegg en risiko ved datainnbrudd, ettersom dataen kan både leses, lastes ned, slettes eller redigeres av datatyver. Moderne blockchain-plattformer forsøker å takle dette problemet, ved å skape løsninger som krypterer all data før den overføres via en smart kontrakt. Det veies derfor i stor grad mellom fordelene og ulempene ved blockchain. Fordelene ved blockchain henter til at skylagring i seg selv ikke er tilfredsstillende nok for moderne arkivers krav, ettersom

utfordringene om autentisitet og tillit igjen speiles inn. Blockchain kan fungere som fremtidens beste verktøy for å løse dette.

Pris er blitt fremhevet som en av de vanskeligste barrierene å overkomme for at blockchain skal få et gjennombrudd. Likevel ser vi gode tegn på at ledende utviklere finner løsninger til dette problemet, og at både pris og blokkstørrelse vil være betydelige mindre komplikasjoner i fremtiden. Dermed kan vi anta at dette ikke er et problem som vil holde blockchain tilbake i lang fremtid, ettersom disse endringene har forekommet både raskt og effektivt. Arkivene vil trolig selv ha liten innflytelse på å akselerere denne prosessen, men forarbeid til fremtidig implementering bør både forskes på, og muligens forventes! Ethereum har sakte, men sikkert begynt å løse store problemer som har forhindret blockchain i å kunne anvendes i dokumentasjonsforvaltning. Fremtidige EIP-artikler og innoveringer vil trolig muliggjøre dens evne til å bli en de facto blockchain-plattform i større grad. Om de fleste offentlige virksomhetene som skaper arkiv eller registre benytter seg av samme plattform, vil arkivene yte godt av denne sammstemmigheten. En økt blokkstørrelse vil samtidig kunne øke sjansene for at ikke-sensitiv, offentlig dokumentasjon kan publiseres i helhet på blockchain. Dette styrker det transparente demokratiet, som er hva arkivene nettopp forsøker å forsvare.

Utviklingen og oppfølgingen av Arkivverkets StandardLab-prosjekt blir sannsynligvis en av de viktigste årsakene til om blockchain får et gjennombrudd. Stansen av utviklingen ved NOARK betyr at andre løsninger bør utforskes, og dette er en stor sjanse for teknologien å få innvirkning i arkivet. Knyttet dette sammen med de øvrige endringene som har hendt blockchain de siste årene, blant annet pris, det gradvis forbedrende holdningsskiftet, og tidligere prosjekter som TrustChain og ARCHANGEL, er det trolig mer sannsynlig at vi vil se blockchain få et gjennombrudd.

Problemstillingen i denne oppgaven er «*Har blockchain et realistisk fremtidspotensial i arkivet?*». Etter å ha utforsket dette spørsmålet nærmere i form av tre delproblemer, er problemets svar blitt lettere å avsløre. Selv om det er umulig å bevise fremtiden, kan vi trolig trekke et par sannsynlige konklusjoner til dette problemet. Slik dagens situasjon ligger an, kombinert med planlagte fremtidsprosjekter og endringer, vil det være nokså sannsynlig at blockchain får et større virkeområde i fremtidens samfunn. De viktige egenskapene blockchain kan tilby arkivet kan være for gode til å bli oversett. Digitaliseringen krever muligens en løsning som blockchain, og teknologien er allerede ledende innenfor autentisitet- og tillitskategoriene. Blockchain har et klart realistisk potensial i arkivet, ettersom det digitale arkivet er preget av store hull. Fremtidens arkiver vil i tillegg være avhengig av forbedrede

løsninger i enda større grad. Ulike land vil samtidig ha ulike behov for en desentralisert teknologi, eller ulike meninger om dens faktiske nytte. Om potensialet realiseres er vanskeligere å komme med et definitivt svar på, men tegnene er i det minste gode den dag i dag.

5.0 Konklusjon

Utviklingen blockchain har hatt de siste årene har vært både bemerkelsesverdig og fascinerende. Teknologien har fått et nytt liv med nye mål, der dens primære oppgave i samfunnet har til nå vært å tjene formålene til kryptovaluta og dets brukere. Perioden 2017–2022 har hatt en revolusjonerende framgang i måten vi tenker desentralisering. Den globaliserte verden er som vi vet blitt langt mer knyttet sammen, der samhandling forekommer i større grad mellom brukere fra ulike land. Dette har derfor krevet gode løsninger som kan tilrettelegge for at denne samhandlingen finner sted. Som følge av dette er eksisterende rutiner i hvert enkelt land blitt brutt fra dens tradisjon, ettersom ulike land driver virksomhet på ulike måter. Blockchain, som ble popularisert i 2008 grunnet skapelsen av Bitcoin, var i mange år etter denne dannelsen ansett som ubrukelig til andre behov. Året 2017 regnes som et banebrytende år for teknologien. Før 2017 var det kun noen få forskere og eksperter som innså potensialet den kunne ha utenfor en kryptovalutakontekst. Arkivet har vært blant bruksområdene som er blitt utforsket, der innvirkningen og forbedringene blockchain kan tilby arkivet har fått økt fokus.

Arkivene har igjennom historien hatt problemer med å bevise dokumenters autentisitet. Mangelen på metoder som evner å bevise dokumenters autentisitet har svekket tilliten som kan settes til disse dokumentene. Metoder som diplomatikk er blitt anvendt, der dette fungerer som et dokumentasjonsstudie som kan bevise autentisitet. Overgangen til det digitale i informasjonsalderen har derimot svekket diplomatikkens rekkevidde og betydning. Dokumenter kan langt enklere manipuleres og forfalskes, uten tydelige spor over hvem som har endret innholdet. Digitale eierskap betyr videre at datasikkerhet spiller en stor rolle når det gjelder dokumenters autentisitet, slik at disse dokumentene ikke kan redigeres av hvem som helst. Mangelen på løsninger som kan bevare uforanderlig data har skapt bry for arkivene. Arkivenes rolle er blant annet forsvare demokratiet og dens borgere. Dette forsvaret svekkes dersom dokumentasjonsinnholdet i arkivene ikke kan bevises, siden innholdet kan ha blitt forandret i løpet av dens levetid. Demokratier har ofte plikt til å gjennomsigte sine prosesser og vurderinger, og hva bakgrunnen for disse er. Dannelsen av slik transparens kan oppbygges ved skapelse av korrekt, skarp dokumentasjon. Det oppstår dermed et problem for demokratiet ved at tilliten kan forsvinne, selv om transparens fremstår i høy grad. Muligheten til å forandre innhold i dokumentasjon svekker båndet mellom borger og regjering. Blockchain har dermed fått en potensiell rolle i arkivene, ettersom den tilbyr en

løsning med uforanderlig data. Evigvarigheten av innholdet i dokumentasjonen, som kan vises frem til borgerne i lik grad som normal dokumentasjon, vil derfor kunne styrke tilliten til dokumentasjonen, og dermed styrke demokratiet som helhet.

Blockchain er en distribuert bokføringsteknologi som registrerer innføringer med dokumentasjon. Denne dokumentasjonen kan ikke endres på, og hver ny innføring i samme kjede er unik. Dataen lagres på hver sin unike blokk, der disse blokkene i en og samme blockchain skaper en felles kjede. Det er altså mulig å spore hver enkelt endring i kjeden, så lenge man har sjekksummen til en blokk eller selve kjeden. Blockchain er totalt transparent, og all informasjonen som registreres på en blokk er tilgjengelig for enhver bruker som har riktig sjekksum. Evnen blockchain i tillegg har til å være desentralisert, muliggjør implementasjon av teknologien i en rekke bruksområder. Smarte kontrakter, som er en bindende kontrakt som utføres ved hjelp av kryptovaluta, kan videre fjerne behovet for en tredjepart (også kalt mellommann). Dette bidrar til å skape tillit mellom parter som ikke har predannet tillit, ettersom en transaksjon ikke vil gjennomføres før hver part har utført sin del av den smarte kontrakten, samt at transaksjonen åpent dokumenteres.

I en rekke land er tilliten til regjeringen og styresmaktene lav. Arkivene i disse landene kan ofte være styrt av selve regjeringen, og dermed fungere som et verktøy som støtter denne administrasjonen. Arkivet rives dermed vekk fra dens rolle i å forsvare samfunnets borgere, og heller bli et instrument som beviser administrasjonens aktivitet. Dette har negative konsekvenser, ettersom dokumentasjonen i arkivene være plantede falske bevis, eller at styringsmakten kasserer dokumenter som underbygger deres makt. En annen form for manipulering av dokumentasjon som finnes i borgernes arkiv kan finne sted når dokumenter aldri opprettes i avgjørelsesprosesser – slik som i Tony Blairs regjering. Blockchain kan i teorien fungere som et støttende verktøy som forhindrer slik maktfusk, og åpner for et mer transparent samfunn. All dokumentasjon som legges inn på en blockchain kan utgis til enhver borger i samfunnet, og innbyggerne får dermed dannet innsikt i hvordan deres eget land blir styrt. I tillegg er denne dokumentasjonen uforanderlig, og redigering kan ikke finne sted uten at det skapes en ny blokk med data – som vil merkes av innbyggerne. Blockchain har og mulighet til å skape dokumentasjon i det øyeblikket en transaksjon eller aktivitet finner sted, som ved overføring av fisk fra en fisker til en leverandør. Dokumentasjon vil altså skapes fra starten, og all fremtidig aktivitet kan overvåkes og bevises. Et slikt system for dokumentasjonsskapelse vil kunne endre måten vi tenker dokumentasjon og arkiv.

Arkivene, som har begynt å få en endret rolle som følge av digitaliseringen kan ha stor bruk for blockchain vedrørende dokumentasjonsskapelse. Det er argumentert for at arkivarene og arkivene har hatt behov for å finne løsninger som kan hjelpe arkivene i å overleve i den digitale fremtiden. Den nye rollen til arkivarene har gått ut på å være med fra starten i prosessene, fremfor et avleveringspunkt etter aktivitetene allerede er utført. Dette krever at arkivarene er bevisst over hvilken dokumentasjon som skapes i enhver prosess eller virksomhetsfunksjon, og hvilken rolle den spiller i virksomheten. Dokumentasjon som ikke spiller en rolle behøver dermed ikke skapes. I hovedsak er det blitt langt vanligere at enhver virksomhet er blitt en egen arkivskaper som driver eget arkiv, og dagens arkivarer må sikre at denne dokumentasjonen forvaltes på en forsvarlig og riktig måte. Blockchain kan spille en stor rolle her, ved at den kan automatisere dokumentasjonsskapelse i enhver virksomhetsaktivitet, og videre automatisk innføre den i blokker på blockchain. Virksomheter vil så kunne spore denne aktiviteten og endring i data, og sikre at prosesser utføres slik rutiner eller lover har bestemt dem.

Å bevise digital autentisitet er vanskelig. Blockchain er blitt forsket på som en mulig løsning for å sikre at legal dokumentasjon er autentisk. Bruk av blockchain i dokumentasjonsforvaltning kan via dens egenskaper innføre, eller legge frem uforanderlig data. Denne dataen vil derfor kunne bevises som umanipulert og autentisk. TrustChain-prosjektet, utviklet som følge av InterPARES Trust-prosjektet, er et av de ledende prosjektene som forsker på blockchain-basert dokumentasjonsautentisering. Dette prosjektet har først og fremst forsøkt å løse problemet angående digitale signaturers autentisitet. Digitale signaturer kan enten manipuleres enkelt, eller så kan den ofte ha en utløpsdato – der signaturen er ugyldig etter denne datoen. Problemet handler derfor om dokumentasjon kan bevises som autentisk, dersom signaturen ikke kan bevises. TrustChain har utviklet to ulike versjoner frem til nå, TrustChain 1.0 og TrustChain 2.0. I sistnevnte bygges det videre på funksjonaliteten til TrustChain 1.0, der den forsøker å rette opp svakhetene ved 1.0-modellen. En av de største manglene med TrustChain 1.0, er dens evne til å bevise signaturers gyldighet ved innføring i blockchain, som da vil kunne bevise gyldigheten til signaturen etter den er utløpt. TrustChain 2.0 gjør det mulig å verifisere signaturer ved innføring av dokumenter, mens TrustChain 1.0 kun har mulighet til slik verifisering i etterkant. Dette ville i så fall kreve et system som ville klare å ha oversikt over, og spore opp flere millioner dokumenter spredt rundt på blockchain-nettverket. Implementasjon av TrustChain har derimot mottatt kritikk ved verdien av systemet. Det finnes i dag gode systemer for bevis av digitale signaturer utenfor blockchain.

Ved hjelp av private nøkler, f. eks en sjekksum, kan brukere oppgi sin nøkkel til den som krever å få dokumentet verifisert. Å bygge opp en ny og forbedret løsning på verifiseringen vil kunne være for dyrt til å regnes som gunstig. I tillegg er den totale uforanderligheten ved blockchain argumentert som en mulig svakhet i seg selv, som dermed ville gjøre funksjonaliteten til blockchain en negativ, istedenfor en fordel. Dette er likevel et problem som kan løses av en prisendring på blockchain. I dag forskes det på implementering av TrustChain i offentlige arkiv, med utvikling av en prototype.

Sikkerhet er blitt fokusert på som et viktig punkt når det gjelder potensialet av Blockchain. Funksjonaliteten til blockchain forhindrer data i å være anonym, og ofte det samme med de som innfører dataen. Samtidig er eierskapet av blockchain et problem, ettersom noder med 51 % eierskap av en kjede kan diktere hva som skjer på den enkelte kjeden – f. eks hindre gjennomføringen av en transaksjon. Dette kan muligens løses av private blockchain-nettverk, styrt av arkivene selv. Det vil samtidig være argumenter som gjør at en slik løsning kan stride mot transparensen som ønskes. Et 51 % eierskap av en kjede betyr at data på kjeden kan manipuleres av selve eieren. Likevel er sikkerheten til blockchain langt bedre enn private, sentrale løsninger. Slike løsninger kan bli utsatt for datainnbrudd, og få sitt innhold lekket, redigert eller slettet. Dataen på blockchain er derimot uforanderlig, og kan derfor kun leses – eventuelt få en ny datablokk innført i kjeden. En løsning for å unngå at alt innholdet kan leses på den transparente kjeden, er å kun innføre innholdsidentifikatorer på blockchain, fremfor all informasjonen. Dette sikrer at sensitive opplysninger ikke kan gis tilgang til, enten av private personer eller andre land. Informasjonen kan heller lagres på en sikker skyløsning, med krav om verifisering for å lese dokumentene.

Pris og størrelse er store temaer som vedrører oppgavens problemstilling. Hvis man betaler for å få data innført i en blokk på blockchain, betaler man for både valideringen av transaksjonen – altså til en eller flere minere, samt den evigvarende lagringsplassen. Frem til forskingsforslagene EIP-1559 og EIP-4488, var slike transaksjoner svært dyre på Ethereum-nettverket. Alle helsejournaler som eksisterer i Norge i dag, ville kostet rundt 6,5 milliarder norske kroner å legge inn på blockchain. Dette blir urimelige kostnader, selv med hvilke fordeler blockchain ellers kan tilby. I tillegg vil offentlige virksomheter ha langt flere kategorier dokumentasjon av vesentlighet, pluss dokumenter som ikke ennå er blitt skapt. Eksempelet om registrering av norsk fiske på blockchain, der dokumentasjon automatisk skapes underveis i prosessen, vil i tidligere kostnadsnivå gjøre kostnadssummen for stor til at dette kan realiseres. Dette potensialet kan dermed realiseres av de nye EIP-forslagene.

Blokkstørrelsene går i forslaget EIP-4488 fra 15 kilobyte til 1875 kilobyte – en økning på 12400 %. Dette vil tillate større dokumenter med økt datainnhold å bevares på blockchain. Selv om mye informasjon – slik som sensitive opplysninger – kan bevares utenfor kjeden, vil dette muliggjøre en større andel av dokumenter uten slike opplysninger å bevares på en forsvarlig og transparent måte. Energiforbruket som Ethereum krever av en transaksjon er redusert ytterligere. Det eksisterende energiforbruket av blockchain og kryptovaluta har til nå bidratt til å skape et negativt omdømme til teknologien. Karbonavtrykket til Bitcoin regnes å være like stort som hele New Zealand. Ethereums nye forslag gjør det derimot mulig å minske mengden strøm som kreves for å validere en enkelt transaksjon. Det er spekulert at dette forbruket kan reduseres hele 5000 ganger i overgangen fra Ethereum 1.0 til Ethereum 2.0. I forhold til Bitcoin er denne reduksjonen et sted mellom 32 000 og 33 000 mindre. Dette er positive forbedringer i både hvor mange transaksjoner som kan utføres på Ethereum per sekund, samt øke det globale omdømmet blockchain har.

EIP-1559 forsøker å sette en grunnavgift til Ethereum, der målet er å skape en skarpere forventet sum kryptovaluta som må betales for å få transaksjonen validert. Dette kan hindre minere i å utnytte markedet ved å presse prisene opp, slik at de får mer kryptovaluta tilbake for valideringen. Den store volatiliteten til prisen går som følge ned, og kampen brukerne har for å sikre seg valideringsplasser forsvinner i økt grad. Dermed betaler ikke brukere mer kryptovaluta enn de behøver for å få transaksjoner gjennomført. En stabil pris vil dermed følge, som gjør forventede kostnader forutsigbart. Ved implementasjon av blockchain-systemer i arkivet, kreves det en forutsigbar pris som sikrer at arkivbudsjettet ikke overgås. Et slik kostnadseffektivt system vil kunne realisere muligheten ved å la offentlige virksomheter drive arkiv på blockchain, og bli egne arkivskapere i større grad. Eksempelet om fiske kommer til lys her, ettersom en forbedret pris tillater hvert ledd å dokumentere en innføring i kjeden. Arkivhullene som kan eksistere selv i den digitale alderen kan dermed tettes, ettersom vi dokumenterer langt mer aktivitet i hverdagen. Til slutt vil en prisendring skape større spillerom for samarbeidsaktiviteter og dokumentasjonsforvaltning mellom landegrensene. Ved å utnytte en desentralisert teknologi, kan dokumentasjon lettere bevege seg fritt mellom ulike parter, samt at smarte kontrakter øker tilliten mellom dem.

I Norge er NOARK-standarden blitt brukt som primærstandard for offentlig arkivering. Standarden ble utgitt i sommeren 2008, og har vært de facto for norske arkivsystemer siden. Arkivverket mener derimot nå at standarden er for gammel for å ha forsvarlig innvirkning i arkivene, og holder de heller tilbake enn å sikre dets innhold. Som et

utsagn om dette er NOARK blitt kalt for en teknologisk dinosaur av Arkivverket, hvilket fremhever at standarden er utdatert. Følgene av dette er derfor stansen av utviklingen av NOARK, som ble vedtatt i sommeren 2021. Fra og med 2021 skulle Arkivverket både undersøke og utvikle nye løsninger for de moderne arkivene. I 2022 vil prosjektet StandardLab iverksettes, der dette er utvikling av en arena for forslag til nye arkivløsninger. I denne arenaen er det mulig for blockchain å få et gjennombrudd i arkivet. Avviklingen av NOARK tillater nye teknologier å fremmes i den norske offentlige sektoren. Om blockchain faktisk får realisert sitt potensial i norske arkiv er dermed for diffust per dags dato, men grunnlaget for positive resultater lover godt for aksept ved blockchain-bruk i arkivene. Situasjonen rundt blockchain har blitt kraftig endret siden 2018, der prosjektet «Arkivet-i-dokumentet» fant sted, og det ble konkludert med at blockchain ikke kunne utnyttes i norske arkiv. Den kontinuerlige utviklingen av TrustChain i tiden etter, har muligens endret denne konklusjonen. I «Arkivet-i-dokumentet» var utforskningen av blockchain som verifiserer av digitale dokumenter kun en mindre del av hele prosjektet. Svarene som finnes i dag er trolig ikke de samme, selv om det likevel ikke er en garanti at blockchain får innvilget sitt potensial. Mulighetene er dog store, og mer forskning oppfordres.

Poengene som er oppsummert ovenfor, samt det endrede positive holdningsskiftet til blockchain, vil styrke argumentene for realisering av teknologien i arkivene. Det reduserte energinivået som kreves av fremtidige transaksjoner på blockchain, sikrer at teknologien ikke vil fremstilles i samme negative lys i mediene som før. Resultater peker i tillegg på at virksomheter er langt mer villige og positive til implementasjon av blockchain i deres aktiviteter og prosesser. Oppgaven har forsøkt å besvare problemet «*Har blockchain et realistisk fremtidspotensial i arkivet?*». Ved å splitte dette ene problemet i tre mindre problemer, og redegjøre situasjonene hver for seg, samt prognostisere sannsynlig fremtid for teknologien i ulike områder, har dette bidratt til å klargjøre svarene. Blockchain har gode funksjonaliteter som kan forbedre enkelte områder i arkivene, som økt tillit, økt transparens, sikring av autentisitet, og uforanderliggjøre data. Likevel har det manglet et gjennombrudd for teknologien i arkivet, og det av gode grunner. Til nå har det vært klare ulemper rundt pris, størrelse og sikkerhet ved bruk av blockchain i offentlige registre. Dette endres derimot kontinuerlig, og forbedringene som er blitt utviklet de siste par årene har allerede skapt en større sannsynlighet for bruk av teknologien i nærmeste fremtid. Skarp fremtidig forskning kreves likevel for at en potensiell overgang til blockchain-systemer kan finne sted i arkivene.

6.0 Videre forskning

Grunnlaget blockchain har til realistisk implementasjon i dokumentasjonsforvaltningen er allerede lagt. Fremtidens forskning og utvikling bør nå fokusere på hvordan dette skal videre håndteres, og potensialet realiseres. Veien videre er ennå svært stor, og det står åpent for en rekke flere prosjekter som bør fokusere på ulike måter å implementere blockchain.

Det muligens mest naturlige å forske mer på, er dagens forsøk på å praktisere TrustChain i arkivene. At modellen fungerer i teorien betyr ikke at dette vil faktisk skje i realiteten. Det vil kreves skarp overvåkning av systemet i praksis, der absolutt alle usikkerheter ved systemet oppfanges, for så å videreutvikle modellen på basis av disse utfordringene. Flere forskningsartikler bør i tillegg ta for seg dette prosjektet, slik at det dannes et mer nøytralt – og dermed skarpere – syn av modellen.

Hurtige endringer i teknologien bør oppfølges, og hva dette kan medføre arkivene. I moderne korstogforskning er det oppstått et problem angående mengden nye resultater som oppdages. Ettersom temaet er nokså diffust ennå, kan hver ny oppdagelse være banebrytende. Hvert resultat må kombineres til hvert enkelt eksisterende verk, der dette kan endre konsensusen i en rekke tematiske spørsmål. Dette krever som følge ny forskning til hvert enkelt verk igjen, der nye resultater muligens kan finnes. Det oppstår dermed et paradoks, ettersom dagens korstogsekspertene ikke kan følge med på all ny informasjon om emnet (Svenungsen, 2016, s. 14–15). Dette problemet kan vi muligens igjen finne i blockchain. Dersom plattformer stadig utvikler seg må utgitte verk utforskes på ny, og det samme med mulighetene ved teknologien. Forskning som eksisterer den dag i dag kan bli gjort verdiløse, avhengig av endringene. Definisjonene og konsensusene ved blockchain i dag må dermed etterforskes på nytt, samt om resultatene gir totalt nye områder å utforske. Fokuset på arkivet i denne sammenhengen er naturligvis viktig, ettersom arkivet lenge har vært et område blockchain har trengt noe mer for å få en reell innvirkning i.

Arkivverkets arena StandardLab vil muliggjøre at en rekke ulike bidrag omhandlet blockchain i arkivet vil bli utforsket, og som følge danne nye idéer og tanker. Forsking relatert til stansen av utviklingen av NOARK, og en mulig avvikling er naturligvis en sak som bør fokuseres på. Blockchain sin fremtidsrolle vil trolig ha store påvirkninger fra slike funn. Fra denne oppgaven derimot, foreslås det å se på splittelsen av offentlige og private kjeder i arkivet. Dette vil klargjøre hvilken type dokumentasjon og informasjon som bør håndteres i

ulike typer kjeder. Data som ikke er ønskelig å være delt med alle innbyggere til enhver tid, vil muligens ha forbedret potensial i private blockchain.

Et videre studie som utforsker fordeler og ulemper med disse kjedene er i tillegg anbefalt, ettersom hver type blockchain medbringer ulike fordeler og ulemper. F. eks er transparensen i offentlige kjeder ofte svært ønskelig i demokratiske samfunn, men angrep fra 51 %-eierskap vil kunne gjøre dette svært risikabelt. På private kjeder vil det sikres at eierskapet er internt, og dermed forhindre manipulering av data, men samtidig gjøre at innsynsprosesser tar mye lenger tid. Ut fra forskning av private kjeder, oppfordres det til forskning angående sentraliserte miningstasjoner eid og styrt av Arkivverket. Det er mulig dette vil være den beste løsningen som sikrer at det nasjonale minne forvaltes forsvarlig, dersom dokumentasjonen skal inn i blockchain. Ettersom det er rom for store fordeler og ulemper i en slik tilnærming, krever dette langt mer forskning før en konklusjon bør tas. Videre kan det i tillegg vurderes hvordan kryptovaluta kan betale for eget strømforbruk i valideringen, eller om dette kan videreføres til Finansdepartementet for investeringsmuligheter eller salg. Slik kan det sikres at offentlig arkiv bidrar med finansiering av offentlighetens utgifter på en ny måte.

En videre forskningsmulighet handler i lik grad om sikkerhet av egne dokumenter. Den digitale alderen kan ha behov for skarpere forskning relatert til bevaring utenfor egen digital varetekt. Tilliten som gis til eksterne depot, f. eks en skylagringsleverandør, må i lik grad gis dersom dokumentasjon skal oppbevares utenfor blockchain-plattformen. Ved økende bruk av moderne plattformer som Storj eller Filecoin, må det stilles spørsmål angående trofastheten til de eksterne partene som oppbevarer dokumentasjonen. Storj splitter innholdet i dokumentasjonen opp i 80 fragmenter, som bevares splittet og separat i like mange servere. Kan det settes like stor tillit til hver enkelt node i denne prosessen, og vil resultatet være ulikt fra tillit til det arkivene benytter i dag? Det har vært et stor fokus de siste årene angående tillit til skylagringstjenester. Innføringen av blockchain i forvaltningsprosessen vil muligens resultere i alternative svar.

Om blockchain kan fungere som virksomheters egne arkiv, der dokumentasjonen som skapes fra virksomhetsfunksjonene legges inn i blockchain, bør undersøkes nærmere. Denne oppgaven har brukt eksempelet om legal fiske ofte, men mulighetene er langt større. En spesiell tilnærming er f. eks å undersøke blockchain som tillitsforsterker ved internasjonal handel mellom virksomheter. Sporbar dokumentasjon på legal virksomhet, der varene i handelen bekreftes som det de utgir seg for å være, vil sikre at transaksjoner og

virksomhetsprosesser i større grad kan utføres mellom ulike land. Blockchain kan dermed bli mer enn et bevis på troverdig norsk fiske, og heller bekrefte andre land på at fisken de kjøper fra Norge er norsk. I en digital verden der virksomheter i større grad er arkivskapere, er det oppstått et behov for godt veiledet dokumentasjonsforvaltning. Større forskingsarbeid rundt virksomheters fremtidige vaner av blockchain bør derfor redegjøres.

Til slutt må det nevnes at mye av kildematerialet i oppgaven er nokså ferskt, som er samme status som selve teknologien har. Mye av materialet fra 2017 kan argumenteres å være utdatert i dag, og fremtidens forskning bør derfor fokusere på å oppdatere informasjonsflyten jevnlig. Mange av temaene som avdekkes i denne oppgaven bør kontinuerlig oppdateres og utforskes på ny, ettersom blockchain kan ha samme utgangspunkt som korstogsforskningen. En del av temaene er i tillegg magre i form av tilgjengelige kilder eller utførte eksperimenter, og oppfølging av disse temaene i fremtiden blir derfor viktig. Oppgaven er langt fra ferdig utforsket, og det er store rom for banebrytende bidrag i fremtiden.

7.0 Litteraturliste

- Abdullah, H. & Ibrahim, H. (2020). *Blockchain opportunities in Kurdistan, Applications and Challenges*. Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science, Vol 18, Nr. 1, s. 405–411. doi: 10.11591/ijeecs.v18.i1.pp405-411
- Alharby, M., Aldweesh, A., & van Moorsel, A. (2018). *Blockchain-based Smart Contracts: A systematic Mapping Study of Academic Research*. 2018 International Conference on Cloud Computin, Big Data and Blockchain, s. 1–6. doi: 10.1109/ICCBB.2018.8756390
- Ali, A. (2021). *Blockchain Filecoin case study review*. Hentet fra: https://www.researchgate.net/publication/351333712_Blockchain_Filecoin_case_study_review
- Allessie, D., Sobolewski, M., & Vaccari, L. (2019). *Blockchain for digital government*. doi:10.2760/93808
- Amblic, S. (2016). *Migrasjon og arkiv. Migrasjon i Norge fra 1800-talle til i dag og dokumentasjonen i arkivene*. Tidsskriftet Arkiv, Vol 7. <https://doi.org/10.7577/ta.1668>
- Antal, C.D., Anghel, I., Antal, M., & Cioara, T. (2020). *A Blockchain based solution for Managing Transplant Waiting Lists and Medical Records*. <http://dx.doi.org/10.1109/ICCP51029.2020.9266214>
- ARCHANGEL (2021). Hentet fra: <https://www.archangel.ac.uk/about/>
- Arkivverket (2018a). *Introduksjon til Noark*. Hentet fra: <https://www.arkivverket.no/forvaltning-og-utvikling/noark-standarden/introduksjon-til-noark>
- Arkivverket (2018b). *Noark 5.5: Ny versjon godkjent*. Hentet fra: <https://www.arkivverket.no/nyheter/noark-5.5-ny-versjon-godkjent>
- Arkivverket (2018c). *Noark 5: Norsk arkivstandard*. Hentet fra: <https://www.arkivverket.no/forvaltning-og-utvikling/noark-standarden/noark-5/noark5-standarden>
- Arkivverket (2019). *Innovasjon i Arkivverket*. Hentet fra: <https://www.arkivverket.no/arkivutvikling/innovasjon>

- Arkivverket (2021a). *Introduksjon til arkivene*. Hentet fra: <https://www.arkivverket.no/kom-i-gang-med-arkiv/introduksjon-til-arkivene>
- Arkivverket (2021b). *Arkivverket avslutter utviklingen av NOARK-standard*. Hentet fra: <https://www.arkivverket.no/nyheter/arkivverket-avslutter-utviklingen-av-noark-standard-copy>
- Arkivverket (2022). *Hva er innebygd arkivering?* Hentet fra: <https://www.arkivverket.no/arkivutvikling/innebygd-arkivering/hva-er-innebygd-arkivering>
- Asogwa, B.E. (2012). *The challenge of managing electronic records in developing countries*. Records Management Journal, Vol 22, Nr. 3, s. 198–211. doi: 10.1108/09565691211283156
- AWT (2022). *Gwei to USD Ethereum Gas Fee Calculator*. Hentet fra: <https://automatedwebtools.com/usd-eth-gas-fee/>
- Bailin, A. & Grafstein, A. (2010). *The Critical Assessment of Research: Traditional and New Methods of Evaluation*. Woodhead Publishing Limited
- Bauer, I., Oliveira, L., Zavolokina, L., & Schwabe, G. (2018). *To Token or not to Token: Tools for Understanding Blockchain Tokens*. Hentet fra: https://www.researchgate.net/publication/328162731_To_Token_or_not_to_Token_Tools_for_Understanding_Blockchain_Tokens
- Bhatia, S. & Wright de Hernandez, A.D. (2019). *Blockchain is Already Here. What Does That Mean for Records Management and Archives?* <https://doi.org/10.1080/15332748.2019.1655614>
- BitMEX Research (2021). *Ethereum's New 1MB Blocksize Limit*. Hentet fra: <https://blog.bitmex.com/ethereums-new-1mb-blocksize-limit/>
- Bogner, A., Chanson, M., & Meeuw, A. (2016). *A Decentralised Sharing App running on a Smart Contract on the Ethereum Blockchain*. IoT'16: Proceedings of the 6th International Conference on the Internet of Things, s. 177–178. <https://doi.org/10.1145/2991561.2998465>
- Brandt, R. (2020). *Dunning-Kruger, COVID-19, and Lemon Juice*. Emergency Medicine News, Vol 42, Nr. 11., s. 26. doi: 10.1097/01.eem.0000722436.21724.a4

- Bralic, V., Stancic, H., & Stengård, M. (2020). *A blockchain approach to digital archiving: digital signature certification chain preservation*. *Records Management Journal*, Vol 30, Nr. 3., s. 345–362. <https://doi.org/10.1108/RMJ-08-2019-0043>
- Brightplanet (2012). *Deep Web: a Primer. What is a Deep Web?* Hentet fra: <http://brightplanet.com/2012/06/04/deep-web-a-primer/>
- Britannica (2022). *Hypothetico-deductive method*. Hentet fra: <https://www.britannica.com/science/hypothetico-deductive-method>
- Brown, A., Collomosse, J., Bui, T., Sheridan, J., Green, A., Bell, M., Fawcett, J., Higgins, J., & Thereaux, O. (2018). *ARCHANGEL: Trusted Archives of Digital Public Documents*. <http://dx.doi.org/10.1145/3209280.3229120>
- Brown, A. (2021). *The War Between Gamers and Cryptominers – And the Scarce Global Resource That Sparked It*. Hentet fra: <https://www.forbes.com/sites/abrambrown/2021/05/24/gamers-cryptocurrency-cryptominers-gpu-microchip/?sh=448320b2dbf8>
- Browne, R. (2021). *Bitcoin's wild ride renews worries about its massive carbon footprint*. Hentet fra: <https://www.cnbc.com/2021/02/05/bitcoin-btc-surge-renews-worries-about-its-massive-carbon-footprint.html>
- Bui, T., Cooper, D., Collomosse, J., Bell, M., Green, A., Sheridan, J., Higgins, J., Das, A., Keller, J.R., & Thereaux, O. (2020). *Tamper-Proofing Video With Hierarchical Attention Autoencoder Hashing on Blockchain*. *IEEE Transactions on Multimedia*, Vol 22, Nr. 11, s. 2858–2872. doi: 10.1109/TMM.2020.2967640
- Cagigas, D., Clifton, J., Fuentes, D.D., & Fernández-Gutiérrez, M. (2022). *Explaining public officials' opinions on blockchain adoption: a vignette experiment*. *Policy and Society* 2022, s. 1–15. <http://dx.doi.org/10.1093/polsoc/puab022>
- Carleton, R.N. (2016). *Fear of the Unknown: One Fear to Rule them All?* *Journal of Anxiety Disorders* 41, s. 5–21. <http://dx.doi.org/10.1016/j.janxdis.2016.03.011>
- CEF (2022). *What is EBSI?* Hentet fra: <https://ec.europa.eu/digital-building-blocks/wikis/display/EBSI/Home#:~:text=The%20European%20Blockchain%20Services%20Infrastructure%20will%20accelerate%20the%20creation%20of,credentials%20and%20better%20trace%20documents>

- Centurio, W. (2018). *The use of cloud for records storage; Issues and benefits in the 21st century*. Hentet fra: https://www.academia.edu/39632364/MRM_7205_CURRENT_ISSUES_AND_PRACTICES_IN_THE_RECORDS_AND_ARCHIVES_MANAGEMENT_THE_USE_OF_CLOUD_FOR_RECORDS_STORAGE_ISSUES_AND_BENEFITS_IN_THE_21ST_CENTURY
- CNECT (2022). *Blockchain strategy*. Hentet fra: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/blockchain-strategy>
- Cook, T. (1994). *Electronic records, paper minds: the revolution in information management and archives in the post-custodial and post-modernist era*. Archives & Manuscripts, Vol 22, s. 300–328. Hentet fra: <https://publications.archivists.org.au/index.php/asa/article/view/8433>
- Corbyn, Z. (2018). *Decentralisation: the next big step for the world wide web*. Hentet fra: <https://www.theguardian.com/technology/2018/sep/08/decentralisation-next-big-step-for-the-world-wide-web-dweb-data-internet-censorship-brewster-kahle>
- Creswell, J.W., & Creswell, J.D. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches*. <https://doi.org/10.1002/nha3.20258>
- Cunningham, A. (2009). *The postcustodial archive*. I bok: Hill, J. (2009). *The Future of Archives and Recordkeeping*, s. 177–194. <https://doi.org/10.29085/9781856048675>
- Cunningham, A. (2018). *Exploring Digital Preservation in the Cloud*. I bok: Duranti, L. & Rogers, C. (2018). *Trusting Records and Data in the Cloud: The Creation, Management, and Preservation of Trustworthy Digital Content*, s. 179–206. doi:10.29085/9781783304042.009
- Dailymail (2013). *The disturbing world of the Deep Web, where contract killers and drug dealers ply their trade on the internet*. Hentet fra: <https://www.dailymail.co.uk/news/article-2454735/The-disturbing-world-Deep-Web-contract-killers-drug-dealers-ply-trade-internet.html>
- Deloitte (2018). *Distribuert sannhet*. Hentet fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/distribuert-sannhet/id2593790/>

- Deloitte (2019). *Deloitte's 2019 Global Blockchain Survey: Blockchain gets down to business*. Hentet fra: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/topics/understanding-blockchain-potential/global-blockchain-survey-2019.html>
- DLT (2022). *5 reasons why enterprise blockchain is still considered an immature technology*. Hentet fra: <https://dlt.sg/blog/5-reasons-why-enterprise-blockchain-is-still-considered-an-immature-technology/>
- DOD Dictionary (2005). *Authentic document*. Dictionary of Military and Associated Terms. Hentet fra: <https://www.thefreedictionary.com/authentic+document>
- Duranti, L. (1997). *The Archival Bond*. Archives and Museum Informatics, s. 213–218. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1009025127463>
- Duranti, L. (2009). *Diplomatics in Encyclopedia of Library and Information Science*. <http://dx.doi.org/10.1081/E-ELIS3-120043454>
- Duranti, L. (2018). *Whose truth? Records and archives as evidence in the era of post-truth and disinformation*. I bok: Brown, C. (2018). *Archival Futures*, s. 19–32. doi: 10.29085/9781783302192.003
- Duranti, L. & MacNeil, H. (1996). *The Protection of the Integrity of Electronic Records: An Overview of the UBC-MAS Research Project*. Archivaria Vol 42, s. 46–67. Hentet fra: <https://archivaria.ca/index.php/archivaria/article/view/12153>.
- Duranti, L. & Rogers, C. (2014). *Trust in Online Records and Data*. Hentet fra: https://www.researchgate.net/publication/290042093_Trust_in_Online_Records_and_Data
- Ethereum (2022a). *Proof-of-stake*. Hentet fra: <https://ethereum.org/en/developers/docs/consensus-mechanisms/pos/>
- Ethereum (2022b). *Ethereum energy consumption*. Hentet fra: <https://ethereum.org/en/energy-consumption/>
- Ethereum (2022c). *What is governance?* Hentet fra: <https://ethereum.org/en/governance/#:~:text=No%20one%20person%20owns%20or,organizational%20governance%20an%20incompatible%20solution>

- Faisal, M., Sadia, H., Ahmed, T., & Javed, N. (2022). *Blockchain Technology for Healthcare Record Management*. I bok: Husain, M.S., Adnan, M.H.B.M., Khan, M.Z., Shukla, S., & Khan, F.U. *Persvasive Healthchare*, s. 255–286. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77746-3_17
- Fettahoglu, S. & Sayan, Ö. (2021). *Attitudes of individuals about using cryptocurrencies: Evidence from Turkey*. *Istanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, s. 1122–1146. <http://dx.doi.org/10.46928/iticusbe.793380>
- Filecoin (2022). *Filecoin is a decentralized storage network designed to store humanity's most important information*. Hentet fra: <https://filecoin.io/>
- Foss, A.B. (2017). *Titalls millioner i overbruk og prosjektproblemer i Politidirektoratet har vært skult for offentligheten*. Hentet fra: <https://www.aftenposten.no/norge/i/1aEPI/titalls-millioner-i-overforbruk-og-prosjektproblemer-i-politidirektora>
- Fowler, S, Johnson, V., & Thomas, D. (2017). *The silence of the archive*. Facet Publishing
- Frankenfield, J. (2021). *Nonce*. Hentet fra: <https://www.investopedia.com/terms/n/nonce.asp>
- Frederik, J. (2020). *Blockchain, the amazing solution for almost nothing*. Hentet fra: <https://thecorrespondent.com/655/blockchain-the-amazing-solution-for-almost-nothing>
- Gauld, C. (2018). *The end of archival ideas?* I bok: Brown, C. (2018). *Archival futures*, s. 137–154. doi:10.29085/9781783302192.010
- Gartner. (2019). *Gartner 2019 Hype Cycle Shows Most Blockchain Technologies Are Still Five to 10 Years Away From Transformational Impact*. Hentet fra: https://www.finyear.com/Gartner-2019-Hype-Cycle-Shows-Most-Blockchain-Technologies-Are-Still-Five-to-10-Years-Away-From-Transformational-Impact_a41572.html
- Giaglis, G., Kostopoulous, N., Noszek, Z., & Papoutsoglou, I. (2020). *EU Blockchain Ecosystem Developments*. Hentet fra: https://www.eublockchainforum.eu/sites/default/files/reports/EU%20Blockchain%20Ecosystem%20Report_final_0.pdf
- Giil, N. (2021). *NFT-kunst tar av på auksjon*. Hentet fra: <https://finansavisen.no/premium/kunst/2021/05/09/7661071/alt-om-nft-kunst>

- Gilbert, J. (2000). *Access Denied: The Access to Information Act and Its Effect on Public Records*. *Archivaria* 49, s. 84–123. Hentet fra: <https://archivaria.ca/index.php/archivaria/issue/view/426>
- Grech, A., Sood, I., & Ariño, L. (2021). *Blockchain, Self-Sovereign Identity and Digital Credentials: Promise Versus Praxis in Education*. <https://doi.org/10.3389/fbloc.2021.616779>
- Green, A., Bell, M., Sheridan, J., Collomosse, J., Bui, T., Brown, A., Fawcett, J., Thereaux, O., & Tennison, J. (2018). *Trusted Archives of Digital Public Documents*. Hentet fra: <https://arxiv.org/pdf/1804.08342>
- Greenberg, A. (2009). *The Year Of The Mega Data Breach*. Hentet fra: <https://www.forbes.com/2009/11/24/security-hackers-data-technology-cio-network-breaches.html?sh=6f137f42d038>
- Gulbrandsen, T. (2019). *Hva er tillit?* Hentet fra: <https://sosiologen.no/essay/essay/hva-er-tillit/>
- Hasanaj, E. (2019). *Blockchain and its security issues and challenges*. Hentet fra: https://www.researchgate.net/publication/348522832_Blockchain_and_its_security_issues_and_challenges
- Hayes, A. (2022). *What Happens to Bitcoin After All 21 Million Are Mined?* Hentet fra: <https://www.investopedia.com/tech/what-happens-bitcoin-after-21-million-mined/>
- Henriksen, K. & Nærbø, M.O. (produsenter) (2014, 25. mars). *Brennpunkt: Torskefusket* [TV-program]. Oslo: NRK 1. På nett: <https://tv.nrk.no/serie/brennpunkt/2014/MDUP11000514/avspiller>
- Hickerson, H.T. (2001). *Ten Challenges for the Archival Profession*. *The American Archivist*, Vol 64, Nr. 1. s. 6–16. <https://doi.org/10.17723/aarc.64.1.Org6525nu1437v31>
- Highflott (2022). *TRUSTCHAIN*. Hentet fra: <https://www.highflott.com/TrustChain.html>
- Hill, J. (2009). *The Future of Archives and Recordkeeping*. <https://doi.org/10.29085/9781856048675>

- Holmes, A. (2021). *533 million Facebook user's phone numbers and personal data have been leaked online*. Hentet fra: <https://www.businessinsider.com/stolen-data-of-533-million-facebook-users-leaked-online-2021-4?r=US&IR=T>
- Huang, H., Lin, J., & Zheng, Z. (2020). *When Blockchain Meets Distributed File Systems: An Overview, Challenges, and Open Issues*.
<http://dx.doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2979881>
- IBM (2018). *IBM Storage. Storage Needs for Blockchain Technology – Point of View*.
<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.12610.84167>
- IBM (2019). *Building blockchain solutions: with IBM Storage and IBM LinuxONE*. Hentet fra: <https://www.ibm.com/downloads/cas/QEVXZXBL>
- IBM (2021). *IaaS vs. PaaS vs. SaaS. Understand and compare the three most popular cloud computing service models*. Hentet fra: <https://www.ibm.com/cloud/learn/iaas-paas-saas>
- ICA (2021). *What are archives?* Hentet fra: <https://www.ica.org/en/what-archive>
- Internetworldstats (2021). *Internet Usage Statistics*. Hentet fra:
<https://internetworldstats.com/stats.htm>
- Jawaheri, H.A., Sabah, M.A., Boshmaf, Y., & Erbad, A. (2019). *Deanonymizing Tor hidden services users through Bitcoin transactions analysis*.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.1801.07501>
- Jenssen, L.C. & Carstens, S. (2020). *Kampen om arkivarens sjel*. Historisk tidsskrift, Vol 99, Nr. 3, s. 212–226. <https://doi.org/10.18261/issn.1504-2944-2020-03-04>
- Joshi, A.P., Han, M., & Wang, Y. (2021). *A Survey on security and privacy issues of blockchain technology*. Mathematical Foundations of Computing, Vol 1, Nr. 2, s. 121–147. <http://dx.doi.org/10.3934/mfc.2018007>
- Konings, K. & van Geelkerken, F.W.J. (2017). *Using Blockchain to strengthen the rights granted through the GDPR*. 7th International Youth Science Forum «Litteris et Artibus», november 23–25, 2017, s. 458–461. <https://ena.lpnu.ua/handle/ntb/40463>
- Koteska, B., Karafiloski, E., & Mishev, A. (2017). *Blockchain Implementation Quality Challenges: A Literature Review*. Hentet fra:

https://www.researchgate.net/publication/320127088_Blockchain_Implementation_Quality_Challenges_A_Literature_Review

Krishna, P.A. & Marar, S. (2014). *Authenticated Document Management System*.

International Journal of Engineering Research and Technology, Vol 3, Nr. 1, s. 436–441. Hentet fra:

https://www.researchgate.net/publication/272509465_Authenticated_Document_Management_System

Kruger, J., & Dunning, D. (1999). *Unskilled and Unaware of It: How Difficulties in Recognizing One's Own Incompetence Lead to Inflated Self-Assessments*. Journal of Personality and Social Psychology, Vol 77, Nr. 6., s. 1121–134.

<http://dx.doi.org/10.1037//0022-3514.77.6.1121>

Lemieux, V.L. (2016). *Blockchain for Recordkeeping; Help or Hype?*

<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.28447.56488>

Lemieux, V.L. (2017). *A typology of blockchain recordkeeping solutions and some reflections on their implications for the future of archival preservation*.

<http://dx.doi.org/10.1109/BigData.2017.8258180>

Lemieux, V.L. (2019). *Blockchain and Public Record Keeping: Of Temples, Prisons, and the (Re)Configuration of Power*. <https://doi.org/10.3389/fbloc.2019.00005>

Lemieux, V.L., Hofman, D., Batista, D., Joo, A. (2019). *Blockchain Technology and Recordkeeping*. ARMA International Educational Foundation. Hentet fra:

https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=UQAHL-UAAAAJ&citation_for_view=UQAHL-UAAAAJ:eQOLeE2rZwMC

Lenz, R., Veuger, J., Kleinheyer, B., & Klöga, M. (2021). *Blockchain and European Higher Education Systems: A snapshot on the diffusion process of Blockchain Innovation into European Academia. Comparative study of Blockchain in Higher Education Systems of Estonia, Germany, Greece, the Netherlands, and Spain*.

<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3912646>

Livni, E. (2021). *Can Crypto Go Green?* Hentet fra:

<https://www.nytimes.com/2021/10/10/business/dealbook/crypto-climate.html>

- McKemmish, S., Gilliland, A.J., & Lau, A.J. (2017). *Research in the Archival Multiverse*. doi: 10.26530/oapen_628143
- McLeod, J. (2018). *The Cloud – Challenges and Issues*. I bok: Duranti, L. & Rogers, C. (2018). *Trusting Records and Data in the Cloud: The Creation, Management, and Preservation of Trustworthy Digital Content*, s. 13–36. doi:10.29085/9781783304042.002
- Meld. St. 7 (2012-2013). (2012). *Arkiv*. Hentet fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld-st-7-20122013/id707323/>
- Mihailidis, P. & Viotty, S. (2017). *Spreadable Spectacle in Digital Culture: Civic Expression, Fake News, and the Role of Media Literacies in «Post-Fact» Society*. *American Behavioral Scientist*, s. 441–454. doi:10.1177/0002764217701217
- Murali, A. (2018). *Tamper-proof degree certificates to be India government's first blockchain project*. Hentet fra: <https://archive.factorialdaily.com/degree-certificates-india-blockchain-project/>
- Myhealthmydata (2022). *Why MHMD?* Hentet fra: <http://www.myhealthmydata.eu/why-mhmd/>
- Nelson, J. (2016). *King John and recordkeeping*. Hentet fra: <https://blog.nationalarchives.gov.uk/king-john-recordkeeping/>
- NOU 1987: 35. (1987). *Samtidens arkiver – fremtidens kildegrunnlag. Arkivverkets presserende oppgaver*. Kulturdepartementet. Hentet fra: <https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kilde/odn/tmp/2002/0034/ddd/pdfv/154658-nou1987-35.pdf>
- NOU 2019:9 (2019). *Fra kalveskinn til datasjø. Ny lov om samfunnsdokumentasjon og arkiver*. Hentet fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2019-9/id2639106/>
- NS-ISO 15489-1: 2016. (2016). *Informasjon og dokumentasjon. Dokumentasjonsforvaltning Del 1: Begreper og prinsipper*.
- NTNU (2022). *Historisk arkiv*. Hentet fra: <https://www.ntnu.no/adm/doku/historisk-arkiv>

- O’Leary, R.-R. (2021). *4 Projects Seeking to Solve Ethereum’s Privacy Paradox*. Hentet fra: <https://www.coindesk.com/markets/2018/06/09/4-projects-seeking-to-solve-ethereums-privacy-paradox/#:~:text=Ethereum%20uses%20transparency%20as%20part,exposure%20are%20now%20being%20addressed.&text=Much%20like%20bitcoin%2C%20the%20pl atform,that%20users%20cannot%20fake%20transactions>
- Patel, U.P., Patel, A.K., & Suthar, F.A. (2019). *The Study of Digital Signature Authentication Process*. Journal of Information Knowledge and Research in Computer Science and Applications, Vol 1, Nr. 2, s. 38–43. Hentet fra: https://www.researchgate.net/publication/336603564_THE_STUDY_OF_DIGITAL_SIGNATURE_AUTHENTICATION_PROCESS
- Pedersen, S., Kjelsaas, I., Hernes, S.M., Høiseth-Gilje, K., Denstad, H., & Gierløff, C.W. (2020). *Tidsbruk og kostnader av arkivering i offentlig sektor*. Hentet fra: <https://www.menon.no/tidsbruk-og-kostnader-av-arkivering-i-offentlig-sektor/#:~:text=Basert%20p%C3%A5%20en%20sp%C3%B8rreunders%C3%B8kelse%20til,de%20samlede%20kostnader%20til%20arkivering.>
- Recommendation No. R. (2000). *13 of the Committee of Ministers to member states on a European policy on access to archives*. Council of Europe. Committee of Ministers. Hentet fra: <https://rm.coe.int/16804cea4f>
- Regjeringen (2021). *Høyring – Forslag til ny arkivlov*. Hentet fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/hoyring--forslag-til-ny-arkivlov/id2872622/>
- Reijsbergen, D., Sridhar, S., Leonardos, S., Skoulakis, S., Monnot, B., & Piliouras, G. (2021). *Transaction Fees on a Honeymoon: Ethereum’s EIP-1559 One Month Later*. Hentet fra: https://www.researchgate.net/publication/355223627_Transaction_Fees_on_a_Honeymoon_Ethereum%27s_EIP-1559_One_Month_Later
- Reuters (2017). *ECB’s Draghi rejects Estonia’s virtual currency idea*. Hentet fra: <https://www.reuters.com/article/us-ecb-bitcoin-estonia-idUSKCN1BI2BI>
- Riksarkivaren (2012). *Vel bevart! Rapport fra samarbeidsprosjektet DIAS – Digital arkivpakkestruktur*. Hentet fra: <https://www.arkivverket.no/forvaltning-og->

[utvikling/regelverk-og-standarder/dias-prosjektet-digital-arkivpakkestruktur/ /attachment/download/c1ce3bc3-91f7-434a-83f9-6053b78ff93e:8ce35b2ec0fdb612b7ce318d977eac9ba2c57fbd/DIAS_Sluttrapport-Del1.pdf](https://www.arkivverket.no/utvikling/regelverk-og-standarder/dias-prosjektet-digital-arkivpakkestruktur/_/attachment/download/c1ce3bc3-91f7-434a-83f9-6053b78ff93e:8ce35b2ec0fdb612b7ce318d977eac9ba2c57fbd/DIAS_Sluttrapport-Del1.pdf)

Riksrevisjonen (2017). *Undersøkelse av arkivering og åpenhet i statlig forvaltning*. Hentet fra: <https://www.riksrevisjonen.no/rapporter-mappe/no-2016-2017/arkivering-og-apenhet-i-statlig-forvaltning/>

Rodeck, D. & Schmidt, J. (2022). *What is blockchain?* Hentet fra: <https://www.forbes.com/advisor/investing/cryptocurrency/what-is-blockchain/>

Rogers, C. (2015). *Record Authenticity as a Measure of Trust: A View Across Records Professions, Sectors and Legal Systems*. doi: 10.17234/INFUTURE.2015.13

Sandes, J. (1983). *Handbok i lokalhistorie. Faget og metodene*. Universitetsforlaget.

SEP (2020). *Authenticity*. Stanford Encyclopedia of Philosophy. Hentet fra: <https://plato.stanford.edu/entries/authenticity/>

Shead, S. (2021). *Bitcoin 'may not last much longer,' academic warns*. Hentet fra: <https://www.cnn.com/2021/12/17/bitcoin-may-not-last-that-much-longer-academic-warns.html>

Shepherd, E. (2009). *Archives and Archivists in 20th Century England*. <https://doi.org/10.4324/9781315567822>

Simonsen, M.C.A. (2021). *Pasientjournalene får «evig liv»*. Hentet fra: <https://www.dagensmedisin.no/artikler/2021/04/01/-pasientjournalene-far-evig-liv/>

Sluttrapport «Arkivet-i-dokumentet» (2018). Hentet fra: [https://www.arkivverket.no/arkivutvikling/utviklingsmidler-for-arkivsektoren/ /attachment/download/a851cf49-b930-440a-abe5-a631aa733d1c:3d3a7946edd640246ebaa8e0cb1952515101fb1e/Trondheim%20kommune%20-%20Arkivet%20i%20dokumentet.pdf](https://www.arkivverket.no/arkivutvikling/utviklingsmidler-for-arkivsektoren/_/attachment/download/a851cf49-b930-440a-abe5-a631aa733d1c:3d3a7946edd640246ebaa8e0cb1952515101fb1e/Trondheim%20kommune%20-%20Arkivet%20i%20dokumentet.pdf)

Stancic, H. & Bralic, V. (2021). *Digital Archives Relying on Blockchain: Overcoming the Limitations of Data Immutability*. Computers 2021. <https://doi.org/10.3390/computers10080091>

- Statista (2021). *Worldwide spending on blockchain solutions from 2017 to 2024*. Hentet fra: <https://www.statista.com/statistics/800426/worldwide-blockchain-solutions-spending/>
- Storj (2022). *How it works*. Hentet fra: <https://www.storj.io/how-it-works>
- Surana, G., Shurveer, S.B., & Chouhan, V. (2021). *Measuring professionals' perception on blockchain-based futuristic accounting*. I bok: Khazanchi, D., Vyas, A.K., Hiran, K.K., & Padmanaban, S. (2021). *Blockchain 3.0 for Sustainable Development*, s. 89–100. <https://doi.org/10.1515/9783110702507-006>
- Svenungsen, P.B. (2016). *Norge og korstogene. En studie av forbindelsene mellom det norske riket og den europeiske korstogsbevegelsen, ca. 1050-1380*. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.25842.61125>
- Sødring, T., Reinholdtsen, P., & Ølnes, S. (2020). *Publishing and using record-keeping structural information in a blockchain*. *Records Management Journal*, Vol 30, Nr. 3. <https://doi.org/10.1108/RMJ-09-2019-0056>
- Tonelli, E. (2021). *How blockchain could have saved the Library of Alexandria*. Hentet fra: <https://cointelegraph.com/news/how-blockchain-could-have-saved-the-library-of-alexandria>
- Tripathi, S. (2016). *Illegal Immigration From Bangladesh to India: Toward a Comprehensive Solution*. Hentet fra: <https://carnegieindia.org/2016/06/29/illegal-immigration-from-bangladesh-to-india-toward-comprehensive-solution-pub-63931>
- Universitets- og høyskoleloven (2005). *Lov om universiteter og høyskoler*. Hentet fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2005-04-01-15>
- Vogt, L.F., Nordby, A., & Nordrum, I.A. (2022). *Trente på dataangrep – måneder senere ble de hacket*. Hentet fra: https://www.nrk.no/innlandet/nortura-ovde-pa-dataangrep_-i-jula-ble-selskapet-hacket-1.15795956
- Wuebbling, M. (2021). *GeForce Is Made for Gaming, CMP Is Made to Mine*. Hentet fra: <https://blogs.nvidia.com/blog/2021/02/18/geforce-cmp/>
- Yeo, G. (2010). *Nothing is the same as something else: significant properties and notions of identity and originality*. *Archival Science*, Vol 10, s. 85–116. <https://doi.org/10.1007/s10502-010-9119-9>

Yeo, G. (2018). *Records, information and data: exploring the role of record keeping in an information culture*. <https://doi.org/10.29085/9781783302284>

Årsrapport 2020 (2020). *Årsrapport 2020 med Riksrevisjonens beretning*. Hentet fra: <https://www.arkivverket.no/om-oss/hva-er-arkivverket/arsrapporter>

Ord i oppgaven: 39112

