



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Blockchain i den maritime sektor

Gjerding, Allan Næs; Kringelum, Louise Brøns ; Løkke, Søren; Pizzol, Massimo; Tsiulin, Sergey; Reinau, Kristian Hegner; Thygesen, Joachim; Jøker, Lars

Publication date:
2021

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Gjerding, A. N., Kringelum, L. B., Løkke, S., Pizzol, M., Tsiulin, S., Reinau, K. H., Thygesen, J., & Jøker, L. (2021). *Blockchain i den maritime sektor*. Center for Logistik og Samarbejde.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Forord

Blockchain er en ny måde at udveksle og dele data på, som udnytter de mange muligheder, som World Wide Web tilbyder. For nogle SMV vil anvendelsen af denne nye teknologi give økonomiske og administrative fordele. For andre SMV er teknologien ikke relevant. Industriens Fond har defineret blockchain som et særligt indsatsområde og givet finansiering til en hel klynge af projekter, der udforsker mulighederne i blockchain ud fra forskellige perspektiver og på tværs af forskellige brancher. Når disse projekter er afsluttet, vil der ud fra den samlede sum af projekternes arbejde kunne skabes et overblik over, hvornår blockchain er en god løsning, hvornår blockchain er en irrelevant løsning, og hvilke forudsætninger og faldgruber, der er forbundet med anvendelsen af blockchain.

Et af disse projekter er *Maritimt Block-kraft*, der er gennemført af Center for Logistik og Samarbejde i kombination med Det Danske Center for Miljøvurdering (DCEA) og Forskningsgruppen for Godstransport, begge ved Aalborg Universitet. Endvidere har erhvervs-havnene i Aalborg, Hirtshals og Hanstholm samt fiskerihavnen i Strandby deltaget i projektet. Aktiviteterne i projektet er gennemført i perioden fra juni 2019 til marts 2021.

Der har været to hovedaktiviteter i projektet.

Den ene er en **generel undersøgelse** af, hvad der kendetegner blockchain, og hvordan potentialerne i at anvende blockchain tegner sig. Som led i denne undersøgelse er der udviklet fire scenarier for virksomheders anvendelse af blockchain. Nogle kommer aldrig til at bruge blockchain – de forbliver *ikke-brugere*. Nogle vil være *enkelt-brugere*, fordi anvendelsen af blockchain giver mest mening internt i virksomheden. Nogle vil være *nølere*, fordi de ikke umiddelbart kan høste fordele ved blockchain, selv om de har de IT-mæssige kompetencer til det. Og endelig vil nogle være *frontløbere*, fordi de både har kompetencerne og store fordele ved at anvende teknologien. Denne del af projektet er sammenfattet på s. 3-6.

Den anden er en undersøgelse af de muligheder, som blockchain rummer inden for **tre værdikæder**, nemlig containertransport, fiskeri og forædling af fisk og skaldyr samt genanvendelse af plastik. Fælles for de undersøgte værdikæder er, at de er placeret i industrielle områder på og omkring havne. Undersøgelsen af værdikæderne er sammenfattet på henholdsvis s. 7-10, 11-14 og 15-18.

En større gennemgang af undersøgelserne findes i et større engelsksproget white paper, hvor man også kan finde alle relevante referencer og henvisninger. Denne publikation er en omskrevet og noget kortere dansk udgave, der skaber et hurtigere og mere letlæst overblik over projektets resultater.

Aalborg, april 2021

Center for Logistik og Samarbejde

Executive summary

Blockchain er en relativ ny teknologi, der benytter sig af decentralt netværk af computere, hvor transaktioner kun er gyldige, når alle enheder i netværket har anerkendt dem. Det betyder i praksis, at alle transaktioner mellem to parter kan gennemføres uden mellem-mænd, uden centrale datakontrollanter, uden at blive hacket og uden, at transaktionens indhold er kendt for andre end dem, der gennemfører transaktionen. Dermed tilbyder blockchain en løsning på et dilemma. Det er nemlig blevet vigtigere for virksomheder at kunne dele data på tværs af værdikæden, men omvendt viger mange tilbage, fordi de frygter, at deling af data vil afsløre forretningsmæssigt følsomme oplysninger for konkurrenter eller havne hos en central aktør, som kontrollerer alle de data, der bliver delt.

De fleste forbinder blockchain med de såkaldte kryptovalutaer, ikke mindst bitcoin, der skabes på Internettet og bruges til at handle med på Internettet. Men blockchain er relevant i alle sammenhænge, hvor det giver økonomisk og administrativ mening at dele data og verificere, at data er korrekte. Derfor kan blockchain finde anvendelse mange steder, lige fra finansielle transaktioner og til udveksling af elektroniske patientjournaler.

Udbredelsen af blockchain er endnu i sin vorden. Der er store forskelle på, hvor meget blockchain anvendes i forskellige brancher, og hvor parate virksomheder er til at anvende teknologien. Nogle virksomheder savner viden og IT-mæssige kompetencer, og for nogle virksomheder giver det ikke værdi, hverken økonomisk eller administrativt. Men blockchain vil være en attraktiv mulighed i de tilfælde, hvor der kan skabes værdi ved, at man koordinerer mere intensivt på tværs af værdikæden, og hvor datasikkerhed er afgørende.

Denne publikation beskriver tre værdikæder, hvor anvendelse af blockchain kan skabe øget værdi og bedre koordinering.

Inden for **containertransport** vil der kunne skabes ekstra værdi ved, at virksomheder og andre aktører i værdikæden bruger blockchain til at effektivisere og forebygge fejl. Det gælder både simplificering og optimering af dokument workflow, effektivisering af finansielle transaktioner og kommunikation på tværs af værdikæden baseret på "Internet of Things" (IoT), dvs. det fænomen, at elektroniske enheder løbende kan kommunikere med hinanden omkring data og informationer. Det samme gælder for **genanvendelse af plastik**, hvor værdikæden i dag er ustruktureret og mangler både udvikling og konsolidering. Inden for **fiskeri og forædling af fisk og skaldyr** ligger værdiskabelsen primært i, at blockchain kan bruges til at simplificere og optimere dokument workflow og dermed skabe transparens og øget fødevarer-sikkerhed ved hjælp af digital sporbarhed.

Alle tre værdikæder er udfordret af, at det teknologiske beredskab er meget forskelligt hos virksomhederne i værdikæden, at markedet for blockchain-løsninger er ikke særlig udviklet, og at der mangler centrale aktører, som kan gå forrest i udviklingen. Et samarbejde mellem virksomheder, videninstitutioner og nationale og internationale myndigheder er nødvendigt for at udvikle mulighederne.

Blockchain – en teknologi med mange anvendelser

Blockchain er relevant i alle sammenhænge, hvor man har brug for at kunne stole på data, og hvor det at kunne spore datas oprindelse er vigtig for troværdigheden af det, som finder sted.

Derfor er blockchain ikke kun en løsning for finansielle transaktioner, som teknologien ofte forbindes med, herunder ikke mindst bitcoin, der satte normen for anvendelse af blockchain. Bitcoin blev introduceret i 2008 som en digital valuta - en såkaldt kryptovaluta, der kunne erstatte tidligere versioner af digitale transaktioner. Anvendelsen af bitcoin er baseret på et decentralt netværk af computere, hvor transaktioner kun er gyldige, når alle enheder i netværket har anerkendt dem. Det betyder i praksis, at alle transaktioner mellem to parter kan gennemføres uden mellemmand, uden at blive hacket og uden, at transaktionen og dens indhold er kendt for andre end dem, der gennemfører transaktionen. Det betyder også, at historikken bag alle data i netværket er ægte og troværdig, fordi det i praksis er umuligt at forfalske data.

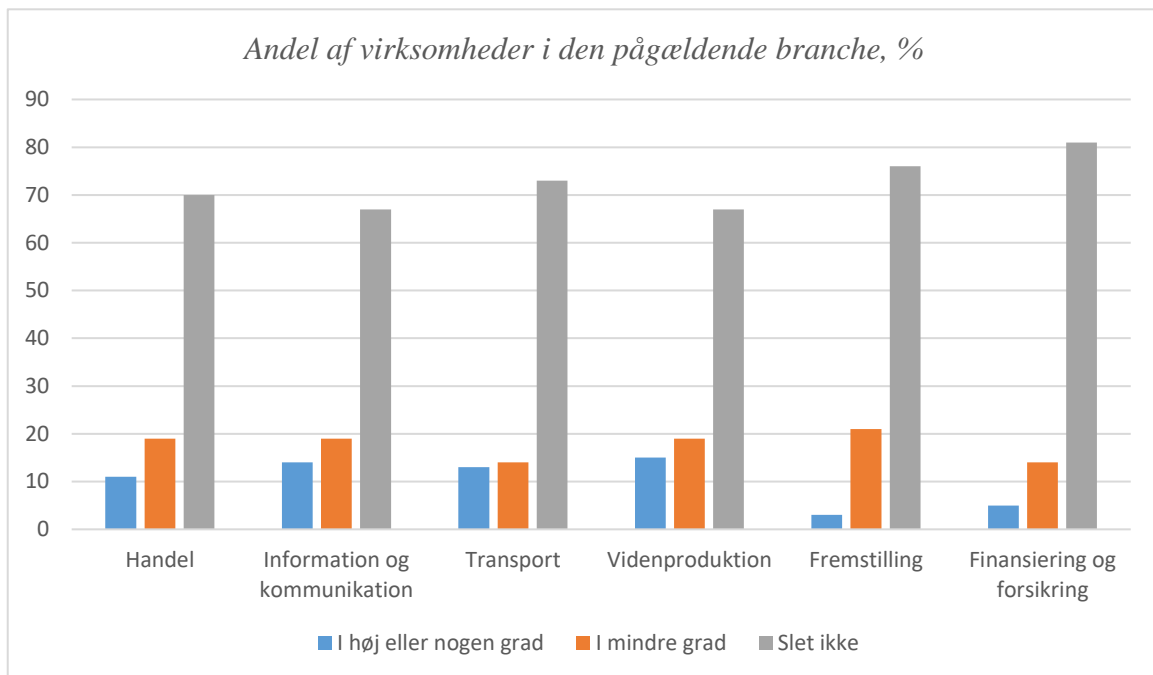
Disse kvaliteter ved blockchain teknologien kan overføres til andre sammenhænge, og derfor finder man i dag mange [eksempler](#) på anvendelsen af blockchain.

Inden for udveksling af varer og tjenesteydelser ser vi anvendelsen af blockchain i form af de såkaldte ”smart contracts”, der er en form for kunstig intelligens, som selv verificerer dokumenter og udløser betaling uden brug af mellemmand som f.eks. mæglere eller agenter. Blockchain finder også anvendelse inden for shipping, hvor bl.a. Mærsk i samarbejde med IBM har udviklet en platform (Tradelens), der erstatter søtransportdokumenter og mange manuelle processer i forbindelse med dokumenternes håndtering. I fødevarereproduktion, hvor svindel med varernes oprindelse og kvalitet kan være et stort problem med potentielle trusler for folkesundheden, kan blockchain anvendes til entydigt at dokumentere varens oprindelse, forædling og behandling, indtil den havner hos forbrugeren. Og inden for sundhedssektoren, hvor korrekt registrering og udveksling af patientdata mellem forskellige aktører i behandlingssystemet kan være afgørende, arbejdes der i forskellige dele af verden med at udvikle nye elektroniske patientjournaler og med at registrere og tracke medicinudskrivinger på recept.

I Danmark er blockchain gradvist under udbredelse, men udbredelsen varierer fra branche til branche. Figur 1 illustrerer dette. Selv om blockchain oprindeligt er introduceret inden for finansiell virksomhed, er førertrøjen blevet overtaget af andre brancher. Både inden for handel, information og kommunikation, transport og videnproduktion ser vi en større udbredelse af blockchain. Inden for fremstillingsindustrien er blockchain ikke særlig udbredt, og her er tendensen, at virksomheden enten engagerer sig i blockchain eller ikke engagerer sig. Det er svært at finde eksempler i fremstillingsindustrien på den bløde mellemvej, hvor virksomheden engagerer sig i nogen grad, sådan som vi ser det i andre brancher.

Figur 1

Engagement i blockchain hos udvalgte brancher



Kilde: *Study of the economic impact of blockchain on the Danish industry and labor market* (2019), figur 28, s.84. En spørgeskemaundersøgelse gennemført i januar-februar 2019 af Fraunhofer Institute for Industrial Engineering, IT-universitetet og Industriens Fond i samarbejde med Danmarks Statistik rettet mod mere end 3000 virksomheder gav en svarprocent på 44. I denne figur indgår svarene fra 532 virksomheder.

Den beskedne udbredelse af blockchain afspejler naturligvis i et vist omfang, at blockchain ikke er relevant i mange sammenhænge, men ud over det kan den beskedne udbredelse også **forklares** med, at mange virksomheder enten ikke kender teknologien eller ikke er parate til at anvende den, selv om de har et vist kendskab til, hvordan blockchain fungerer. Kendskab til en teknologi er en forudsætning, men ikke i sig selv en årsag til at anvende den pågældende teknologi. Anvendelse kræver, at virksomheden har et vist IT-niveau, kan trække erfaringer fra andre virksomheder og rollemodeller – og ikke mindst, at det giver mening i forhold til den værdikæde, som virksomheden befinder sig i. Her er det afgørende, at virksomheden ikke er alene om teknologien, men at den også anvendes af andre virksomheder og samarbejdspartnere. Inden for en værdikæde, en klynge af virksomheder eller i det samlede økonomiske system vil en udbredelse af anvendelsen typisk gå gennem en række faser, inden teknologien kan siges at have en større virksomheds- og samfundsøkonomisk betydning.

Hvordan dette vil ske for blockchain, kan vi lære noget om ved at **sammenligne** med tidligere udbredelse af teknologi, der minder om blockchain. Et bud på en sådan sammenligning finder vi hos Marco Iansiti og Karim Lakhani, der i en artikel i *Harvard Business Review* beskriver blockchain som en grundlæggende teknologi på linje med TCP/IP.

Denne forkortelse står for ”Transmission Control Protocol / Internet Protocol”, som er en af de kerneprotokoller, som vi alle benytter os af (ofte uden at vide det), når vi sender og modtager data over Internettet, f.eks. ved at sende emails, besøge hjemmesider og uploade eller downloade filer. I artiklen¹ beskriver Iansiti & Lakhani, hvordan anvendelsen af TCP/IP startede som email, der typisk blev brugt internt af enkelte virksomheder til at erstatte telefonsamtaler, fax og almindelige breve. Det udviklede sig som private lokale netværk inden for virksomheder, koncerner og andre organisationer. Med udbredelsen af Internettet bredte anvendelsen sig til en udveksling af informationer og services mellem virksomheder og organisationer, som efterhånden udviklede sig til den dominerende form for interaktion og resulterede i den eksplosion af forskellige forretningsmodeller på Internettet, som vi kender i dag. Det, der kendetegner denne udvikling, er, at teknologien starter med at blive anvendt på en måde, der er forholdsvis kendt og ukompliceret, og hvor der ikke kræves en større koordination mellem de aktører, der anvender teknologien. Efterhånden som de teknologiske muligheder udvides, og flere og flere begynder at bruge teknologien, dukker nye anvendelser op, den teknologiske kompleksitet stiger, og der kræves en meget større koordinering mellem aktørerne. Komplexiteten og koordineringen overstiger, hvad den enkelte aktør kan håndtere, og derfor ser vi, at der udvikles platforme, programmer og protokoller, der forenkler teknologiens anvendelse.

I dag betjener vi os alle af et meget innovativt og teknologisk kompliceret Internet, hvor koordinationsbehovet mellem de utallige aktører, platforme og hjemmesider nærmest er uoverskueligt, men platforme, programmer og protokoller gør, at vi aldrig opdager den myriade af interaktioner, der tillader os at surfe, handle, sende, kommunikere og udvikle relationer via Internettet. Blockchain vil udvikle sig på samme måde, og i nogle tilfælde vil vi endog ikke opdage, at vi gennemfører handlinger, dataudveksling og transaktioner via en blockchain-løsning. Der er vi dog ikke helt endnu.

Inspireret af denne tankegang kan man forestille sig fire **scenarier** for, hvordan virksomheder vil anvende blockchain i de kommende år, afhængigt af, hvor moden virksomheden er i dens anvendelse af IT, og hvor stor betydning det har for virksomheden at kunne koordinere aktiviteter på tværs af virksomhedens værdikæde. De fire scenarier er vist i figur 2, hvor der skelnes mellem fire typer af virksomheder.

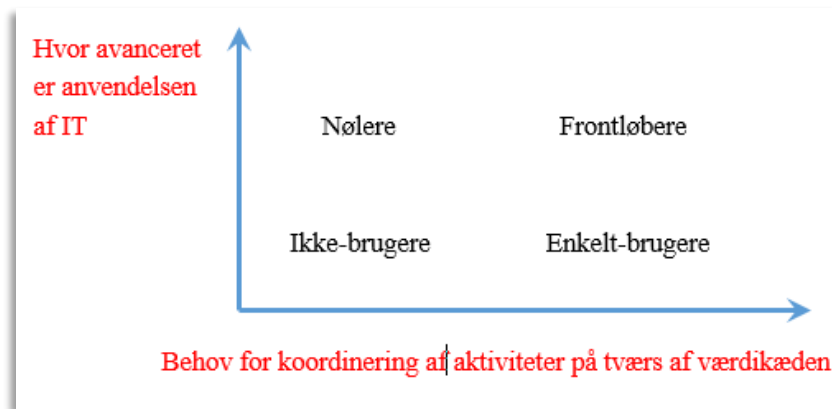
Blockchain *ikke-brugere* er virksomheder, der ikke er avancerede i deres anvendelse af IT, og hvor virksomheden heller ikke har det store behov for at koordinere aktiviteter på tværs af værdikæden. For denne type af virksomheder er blockchain uden for rækkevidde og giver egentlig heller ikke den store værdi for virksomheden.²

¹ Iansiti, M. & Lakhani, K.R. (2017), ”The truth about blockchain”, *Harvard Business Review*, Vol. 95, No. 1, s. 118-127.

² Der kan være virksomheder, der er meget avancerede i deres anvendelse af IT, men for hvem blockchain slet ikke er relevant, fordi de ikke har et koordineringsbehov i værdikæden. Derved er de også *ikke-brugere*, men minder om de *nølere*, som beskrives på næste side.

Figur 2

Scenarier for virksomheders anvendelse af blockchain



Blockchain *enkelt-brugere* er virksomheder, der ikke er avancerede i deres anvendelse af IT, men hvor virksomheden har behov for at koordinere aktiviteter på tværs af værdikæden. Virksomheden kan have værdi af at forenkle transaktioner og dataudveksling internt, ikke mindst hvis der er tale om en virksomhed med meget forskellige aktiviteter, som skal koordineres eller spilles sammen på forskellig vis.

Blockchain *nølere* er virksomheder, der er avancerede i deres anvendelse af IT, men som ikke har det store behov for at koordinere aktiviteter på tværs af værdikæden og måske heller ikke ser forretningsmæssige fordele ved at gøre det. Virksomheden er derfor ikke tilbøjelig til at kaste sig ud i investeringer på sådan et helt nyt område som blockchain. Virksomheden kunne imidlertid blive tilskyndet til at tage blockchain i anvendelse, hvis den møder krav fra andre aktører i værdikæden, og hvis der udvikles brugervenlige løsninger og platforme på markedet, som ikke nødvendigvis kræver store investeringer i ny teknologi. Nogle virksomheder i denne gruppe er måske allerede opmærksomme på fordelene ved blockchain, men afventer udviklingen af mere brugervenlige løsninger og platforme. Disse virksomheder er således ikke nødvendigvis nølende, men mere afventende i deres strategiske vurdering af de økonomiske og administrative gevinster, der kan opnås ved hjælp af blockchain teknologien.

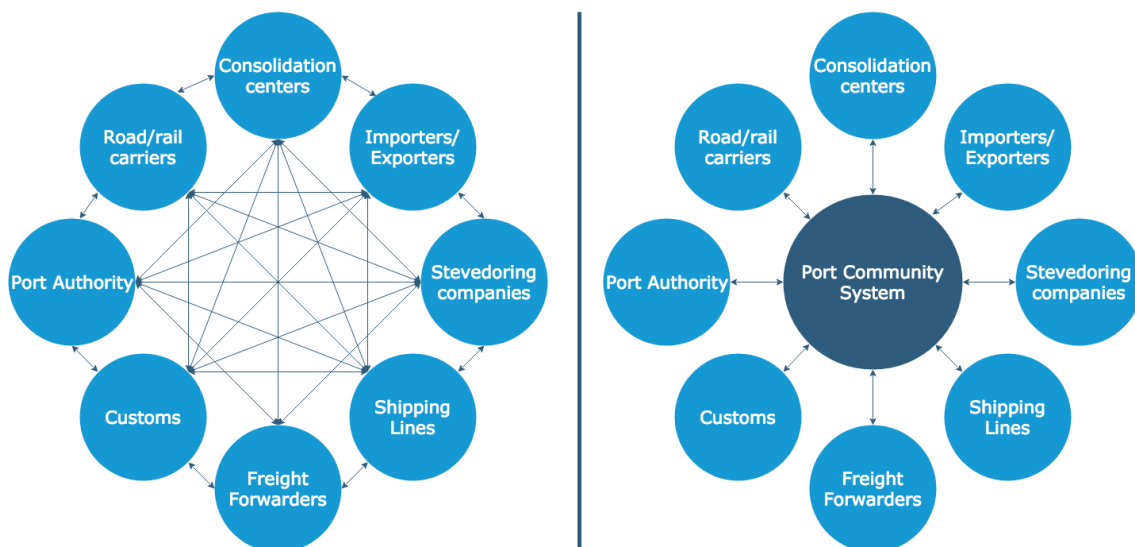
Endelig er blockchain *frontløbere* virksomheder, som er avancerede i deres anvendelse af IT og samtidig har behov for at koordinere aktiviteter på tværs af værdikæden. Disse virksomheder vil sandsynligvis se fordele ved at anvende blockchain til at optimere processer i virksomheden og i samspil med andre virksomheder i værdikæden, og de vil på baggrund af deres tidligere erfaringer med teknologisk udvikling være tilbøjelige til at forfølge de muligheder, som blockchain tilbyder.

Containertransport

Transport med containere ind og ud af havne er en dominerende måde at distribuere varer på, både globalt og i Danmark. Containertransport involverer en ikke ubetydelig mængde af aktører og tilhørende dokumentation, fordi der behov for en omfattende koordinering, mens containeren og dens indhold bevæger sig gennem nationale og globale værdikæder. Transportfirmaer, shippingagenter, terminaloperatører, kunder, havne og myndigheder er blandt den faste kreds af aktører, der bringer en container og dens indhold fra start til slut. Undervejs tømmes containeren for noget af dens indhold, andet bringes ind, og de forskellige varer i containeren spredes ud og fortsætter deres rejse gennem forskellige værdikæder. Koordinationen af alt dette er dokumenttung, tidskrævende og fyldt med interaktioner mellem systemer og aktører.

Figur 3

Interaktion mellem aktører i containertransport i et traditionelt set-up (venstre side) og et Port Community System (højre side)



Kilde: Figur 1, s. 204 i Tsiulin, S., Reinau, K.H., Hilmola, O-P., Goryaev, N.K. & Mostafa, A.K.A. (2020), "Blockchain-based applications in shipping and port management: a literature review towards defining key conceptual frameworks", *Review of International Business and Strategy*, Vol. 30, No. 2, s. 201-224.

Figur 3 viser, hvor kompleks interaktionen i dette system er. Til venstre i figuren ser vi det traditionelle set-up for containertransport, mens den højre side af figuren viser, hvordan systemet kan forenkles gennem et "port community system", hvor transaktioner og data samles op af en tredjepart, som kan distribuere de data og informationer, som den

enkelte aktør i systemet har brug for. Der har været eksperimenteret med et sådant centraliseret system i en række internationale havne, men systemet er aldrig kommet til at virke, fordi de berørte virksomheder og myndigheder er betænkelige ved, at konkurrencefølsomme data er i hænderne på en tredjepart.

Her tilbyder blockchain et alternativ, fordi ingen tredjepart kan sætte sig på informationsstrømmen, når data-flow er decentraliseret. Internationalt er der gennemført en række projekter, der udforsker mulighederne i blockchain og grænserne for teknologiens anvendelse. Disse eksperimenter har navnlig koncentreret sig om tre typer af spørgsmål, nemlig hvordan kan

1. dokument workflow simplificeres og speedes op?
2. finansielle transaktioner ske hurtigere i de enkelte led i transportkæden?
3. kommunikation mellem de enkelte led i transportkæden forbedres fra start til slut?

Hvad angår **dokument workflow**, er fordelene ved en blockchain løsning, at transaktioner altid registreres og udføres korrekt på rette tidspunkt og inden for de vilkår, som gælder for den enkelte transaktion. Navnlig anvendelse af de tidligere omtalte ”smart contracts” bidrager til at sikre nøjagtigheden i transaktionerne og sørge for, at transaktionerne sker til rette tid. Når en transaktion gennemføres, bliver der automatisk genereret dokumenter, som sendes videre til næste led i kæden uden, at de er påvirket af menneskelige fejl og uforudsete forsinkelser. Et eksempel herpå er det tidligere omtalte samarbejde mellem Mærsk og IBM, der har udviklet platformen ”TradeLens”, hvor dokumenter styres og udveksles digitalt gennem hele transportprocessen i en automatiseret form, som reducerer de problemer og konflikter, der normalt kan være knyttet til manglende forståelse af dokumenter og kontraktvilkår.

Med hensyn til **finansielle transaktioner** er det hyppigste problem i det traditionelle setup, at varerne tilbringer længere tid end nødvendigt i terminalen, fordi betaling for varerne ikke falder, når varerne er ankommet. Den almindeligste årsag til dette er, at betaling formidles via en finansiell aktør, der ikke er en integreret del af kommunikationssystemet omkring terminal og havn. Den finansielle aktør adviseres derfor ikke straks ved varernes ankomst, men først et stykke tid derefter. I en blockchain løsning sker adviseringen straks, når varerne er ankommet, og betaling gennemføres i realtid uden forsinkelse. Forsinkelser kan akkumulere gennem hele transportkæden, og hvis betalinger fremskyndes, eventuelt via anvendelse af ”smart contracts”, er der store besparelser at hente i forhold til totalomkostningerne ved transporten.

Endelig spiller det såkaldte ”Internet of Things” (IoT) en central rolle i forsøgene på at forbedre **kommunikation fra start til slut** i transportkæden. IoT dækker over det fænomen, at de ting, som vi bruger, ejer evnen til at formidle data om deres anvendelse til andre end os selv via Internettet. Vi kender det bl.a. fra biler, der registrerer vores brug af bilen og holder øje med forskellige deles tilstand og slid, og som løbende transmitterer

data herom til bilproducenten. Disse data bruges f.eks. til at lave nye versioner af programmer til bilens computer, som kan opdateres, når bilen er til service. Inden for containertransport er der udviklet containere med sensorer, som via Internettet sender oplysninger om, hvor de befinder sig, hvordan de bliver flyttet, om der er ledig kapacitet i containeren, hvordan temperaturen er inde i containeren, og om der er sket skader på containeren undervejs. I en blockchain løsning vil disse registreringer følge containeren hele vejen gennem transportkæden, og de nødvendige handlinger vil automatisk kan sættes i gang på rette tidspunkt. Oplysningerne vil være unikke og kan ikke forfalskes, og det betyder, at eventuelle konflikter om, hvad der er sket hvor og hvornår, kan løses mere eller mindre automatisk. Transportkæden optimeres, og kundens tillid til transportløsningen styrkes.

Det langsigtede mål inden for godstransport i et IoT perspektiv er at vende fokus, så der ikke længere fokuseres på mediet, som en forsendelse transporteres i, men på selve forsendelsen og en automatisering af forsendelsens vej. Frem for at fokusere på containere, lastbiler, tog og fly og hermed forbundne forsinkelser kan logistikvirksomheder koncentrere sig om at vælge den mest effektive vej gennem infrastrukturen uden at binde sig til et givet transportmedie. Det minder om anvendelsen af Internettet, hvor en meddelelse splittes op i en række blocks, der hver i sær kan tage deres egen vej gennem Internettets hav af routere og servere. I godstransportens fysiske verden svarer det til, at havne, terminaler og lagre er automatiserede og uden behov for menneskelig planlægning sender givne forsendelser den mest effektive vej fremad i systemet.

Erfaringerne³ viser, at de hyppigste eksperimenter med blockchain løsninger fokuserer på simplificering og optimering af dokument workflow, i visse tilfælde kombineret med en effektivisering af finansielle transaktioner. Det er en ret nærliggende kombination, fordi ”smart contracts” spiller en central rolle i begge tilfælde. IoT-baseret kommunikation kan også kombineres med simplificering og optimering af dokument workflow eller med effektivisering af finansielle transaktioner, men eksempler på kombinationer af alle tre fokusområder findes ikke.

Figur 4 opsummerer de potentialer, som blockchain rummer for de tre fokusområder.

Erhvervshavne, som er vigtige rammer for containertransport, bør være opmærksomme på de muligheder, der ligger i anvendelsen af blockchain. Erhvervshavnens rolle er typisk at stille faciliteter og services til rådighed for de virksomheder, der ligger i erhvervshavnens område. Men erhvervshavnens ledelse, administration og serviceapparat er ofte udfordret af, at de kun har begrænset kendskab til virksomhedernes aktiviteter og dermed behov for containertransport.

³ De internationale erfaringer, som vi refererer her, afspejler en omfattende kortlægning af forskellige databaser, 33 videnskabelige artikler og 23 konkrete projekter. Denne kortlægning er dokumenteret i Tsiulin, S., Reinau, K.H., Hilmola, O.P., Goryaev, N.K. & Mostafa, A.K.A. (2020), ”Blockchain-based applications in shipping and port management: a literature review towards defining key conceptual frameworks”, *Review of International Business and Strategy*, Vol. 30, No. 2, s. 201-224.

Figur 4

Potentialer, som blockchain rummer for containertransport

Dokument workflow	Udveksling af dokumenter sker i digitalt format med entydige standarder. Unødvendig interaktion mellem aktørerne undgås. Godkendelser simplificeres ved hjælp af digitale signaturer. Dokument-workflow automatiseres og sker til rette tid på rette sted.
Finansielle transaktioner	Kilden til finansielle transaktioner integreres i transportkæden, så manglende betalinger ikke forsinker varernes videre færd.
IoT-baserede løsninger	Der hersker aldrig tvivl om containerens lokalitet og tilstand. De nødvendige dokumenter om bevægelse, lokalitet og tilstand genereres automatisk, og nødvendige handlinger sættes i gang uden forsinkelse.

Erhvervshavnen kan tilpasse kapacitet, materiel og bemanning til virksomhedernes faktiske behov, hvis erhvervshavnen inddrager virksomhederne i en blockchain løsning, som giver indblik i, hvornår de enkelte virksomheder har brug for containertransport og i hvilket omfang, de har brug for det. En kortlægning⁴ af erhvervshavnens opfattelse af denne problemstilling peger på, at der både hos erhvervshavnene og operatører af havneterminaler er en erkendelse af blockchain-teknologiens potentiale på dette område. Generelt opfattes håndteringen af dokumenter i forbindelse med containertransport som noget gammeldags, ofte baseret på e-mails, telefonopkald, fax og registreringer i ERP-systemer. Der er rigeligt rum for menneskelige fejl, og information og data kan være fejlbehæftede og forsinkede. Erhvervshavnene ser derfor muligheder for at forbedre deres værditilbud til markedet, hvis de kan inddrage virksomhederne i løsninger omkring simplificering og optimering af dokument workflow eller IoT-baseret kommunikation.

Udfordringen for erhvervshavnene er selvfølgelig, om virksomhederne ser de samme fordele. Kortlægningen tyder på, at interesserede virksomheder i erhvervshavnene er betænkelige ved, om en blockchain-løsning over tid udvikler sig til, at virksomhederne bliver afhængige af en enkelt teknologileverandør eller havner i et "Port Community System", hvor en tredjepart kontrollerer data og processer. Et videre arbejde med blockchain i erhvervshavnene skal derfor fokusere på, hvordan man undgår denne situation.

⁴ Kortlægningen er gennemført gennem en række interviews med repræsentanter for erhvervshavnene i Aalborg, Hirtshals, Aarhus, Fredericia, København-Malmø og Esbjerg, og der er desuden gennemført interviews hos to terminaloperatører. Kortlægningen er dokumenteret i Tsiulin, S. & Reinau, K.H. (2020), "The Role of Port Authority in New Blockchain Scenarios for Maritime Port Management: The Case of Denmark", *Transportation Research Procedia*. Proceedings of 23rd EURO Working Group on Transportation Meeting, EWGT 2020, Paphos, Cyprus.

Fiskeri og forædling af fisk og skaldyr

Dokumentationskrav fra myndigheder og forventninger fra detailhandelskæder og forbrugere betyder, at fiskeri og den videre forarbejdning af fisk og skaldyr til foder og fødevarer i stigende grad vil have en økonomisk interesse i at kunne dokumentere processer og kvalitet. Det gælder f.eks. i forhold til MSC-certificering, som spiller en stigende rolle i fiskeindustrien og fangstens vandring fra hav til bord. MSC – Maritime Stewardship Council – er en international non-profit organisation, der har udarbejdet standarder for bæredygtig fangst og sporbarhed på fisk og skaldyr, og en MSC-certificering er i stigende grad et kvalitetsstempel, som detailhandelskæden og forbrugerorganisationer sætter pris på. I den internationale debat om sporbarhed i fiskeindustrien hævdes det ofte, at op mod 40 % af den landede fangst ikke er fanget der, hvor den ifølge registreringerne er fanget. Det skaber selvfølgelig usikkerhed blandt aftagere og forbrugere, og det gør det vanskeligere at spore årsagen til problemer, når der opstår tvivl om kvaliteten af produkter og fangstens påvirkning af tilstanden i verdenshavene.

I en nylig rapport⁵ fra FN argumenteres der for, at blockchain kan være en mulighed, hvis der skal opbygges et **system, som kan spore** fisk og skaldyr fra hav til bord. Rapporten analyserer dokumentationsbehov og traditionelle dokumentgange og beskriver, hvordan et sådant system kan opbygges. Det centrale i beskrivelsen er, at de nødvendige registreringer, dokumentationer og data i vidt omfang allerede finder sted, men der mangler ofte systemer til at overføre og dele registrering, dokumentation og data mellem aktørerne i værdikæden. Information opbygget i ét led af værdikæden kan ikke altid overføres digitalt til et andet led i værdikæden, men skal bearbejdes og eventuelt testes ind igen for, at næste led i værdikæden kan anvende informationen. Her opstår der fejl, hvor registreringer, dokumentation og data forvanskes eller ændres. Det kan afhjælpes af en blockchain-løsning, hvor data er unikke og automatisk overføres mellem de enkelte led i værdikæden, hvorved dataene har en klar og gennemsækelig historik.

Der findes allerede **eksempler** på anvendelse af blockchain inden for fiskeindustrien.

COOP har lanceret en blockchain-løsning, hvor forbrugeren ved hjælp af QR-koder kan tjekke dåsemads vandring fra produktion til butik. IBM har lanceret en ”Food Trust Platform”, hvor sporbarhed sikrer, at man kan følge fødevarer hele vejen gennem værdikæden. Platformen, der oprindeligt blev udviklet for at sikre kvalitet i salater, kan også understøtte blockchain-løsninger i fiskeindustrien.

Et eksempel på dette er virksomheden Raw Seafood i New England (USA), der forarbejder og distribuerer kammuslinger. Raw Seafood anvender blockchain-teknologi til at spore fangsten, fra den bliver taget ombord på fiskekutteren til den pakkes i emballage og

⁵ Blaha, F. & Katafono, K. (2020), *Blockchain Application in the Seafood Value Chain*, FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1207, Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations,

distribueres videre ud i værdikæden. Ved hjælp af blockchain-løsningen er det gennemskueligt for virksomheden, hvor kammuslingerne kommer fra, og hvordan de er blevet behandlet og forarbejdet, indtil de forlader fabrikken. Derved sikrer virksomheden sig, at der ikke svindles med oprindelse og mængder, og at kvaliteten af produktet sikres og

udvikles undervejs i forarbejdningsprocessen. Alle trin i processen registreres ved hjælp af QR-koder, hvor hver ny QR-kode indeholder den samlede mængde af information, som findes i de forudgående QR-koder. Når produktet når frem til forbrugeren, vil forbrugeren være i stand til at se produktets samlede rejse gennem værdikæden.

Samme logik benyttes af den norske virksomhed Kvarøy Arctic, som beskæftiger sig med lakseopdræt. Virksomheden knyttede sig i juni 2020 til IBM's platform for bedre at kunne levere til det amerikanske marked, hvor virksomheden oplevede en eksplosiv vækst i efterspørgslen efter lakseprodukter.

Figur 5

Raw Seafoods anvendelse af blockchain



Building confidence in the catch

Raw Seafoods is using Food Trust to trace their catch from harvest to end-user — helping to build trust with consumers and across the entire food supply chain.

www.ibm.com/blockchain/solutions/food-trust

Den **danske fiskerisektor** har i et vist omfang forsøgt at omsætte dokumentationskravene til et system, der kan skabe gennemskelighed i processen fra fangst til aftager og bearbejdning af fangsten. Det er sket ved at danne non-profit organisationen SIF (Sporbarhed i Fiskerisektoren), hvor fiskere, fiskeauktioner og de videre forarbejdningsled kan registrere, hvad der sker med fangsten undervejs i værdikæden. Den centrale del af systemets informationsstrøm er de såkaldte RFID-tags, som bæres af hver enkelt kasse med fisk på en fiskeauktion. RFID er en forkortelse for Radio Frekvens IDentifikation og fungerer i praksis ved, at en læser afkoder en stregkode på en kasse med fisk eller skaldyr på samme måde, som vi kender det fra stregkoder ved supermarkedets kasseapparat. Den pågældende RFID-tag indeholder informationer om den fangst, der er i kassen, f.eks. hvor fangsten har fundet sted, hvilken kvalitet den har, og hvor stor en mængde kassen indeholder.

Systemet er imidlertid frivilligt og dermed afhængig af, at aktørerne i værdikæden anvender det. Over årene har der udviklet sig en vis utilfredshed med systemet, primært fordi den bagvedliggende database fungerer langsomt, og midler til opgradering af systemet har været begrænsede. I stedet har fiskeriauktioner udviklet Fiskeriauktion.dk, der fungerer som et konkurrerende system, hvor fangster og deres afsætning registreres, og hvor der kan gennemføres online fiskeriauktioner.

Der er således ikke i fiskeribranchen en fremmedhed over for fælles IT-løsninger, som kan sikre sporbarhed gennem værdikæden. Men der er måske en modstand mod løsninger, der virker centralistiske, og som indebærer tidskrævende og usikre processer. En række interviews⁶, som er gennemført i forbindelse med udarbejdelsen af denne publikation, peger i den retning. Interviewene peger også på, at der generelt er en forsigtighed over for løsninger, der kan indebære, at man deler data om sin virksomhed. Det er derfor vigtigt, at blockchain-løsninger, der implementeres i fiskeri og den videre forarbejdning af fangst, respekterer denne forsigtighed.

Blockchain er imidlertid et godt bud på løsning af fire **udfordringer**, der i dag findes på tværs af hele værdikæden i det danske fiskeri og forædlingen af fisk og skaldyr.

For det *første* bruger virksomheder i værdikæden meget tid på at indsamle data og registrere dem i en form, som passer til den enkelte virksomheds behov. Selv om dataene ofte findes i digital form, er de lagret i forskellige systemer, og data skal ofte indtastes manuelt på ny i den enkelte virksomheds eget system, før de kan anvendes.

For det *andet* modtager virksomheder i værdikæden data fra flere forskellige kilder på flere forskellige tidspunkter. Eksempelvis vil en samlecentral, som bringer fisk ind på auktionen, kunne modtage data om en fangsts mængde og sammensætning fra nogle fiskekuttere, inden de når i havn, mens data fra andre fiskekuttere først er tilgængelig, når kutteren er ankommet, og fangsten er sorteret ud i kasser efter type, størrelse og kvalitet. Formidlingen af disse data afhænger af, hvor teknologisk avanceret IT-systemerne er hos de samlecentraler, der er mellemmand mellem fiskekuttere og fiskeauktioner.

For det *trede* kan det være konkurrencefølsomt for fiskekuttere at dele data online i realtid, mens fangsten finder sted. Hvis en fiskekutter indrapporterer online om en gunstig fangst, risikerer den, at andre fiskekuttere bevæger sig ind i samme område, fordi de ser en mulighed for at øge deres egen fangst. Det at rapportere online fra kilden kan således for den enkelte virksomhed betyde, at den får et mindre udbytte af sine anstrengelser.

Endelig er der for det *fjerde* en udfordring med, at data ikke altid findes i digital form. Nogle gange formidles data fra det ene til det andet led i værdikæden i skriftlig form, f.eks. via en pdf-fil eller en mundtlig besked, og det modtagende led i værdikæden skal så efterfølge taste oplysningerne ind, så de forvandles til elektroniske data i leddets eget system.

Disse **forskelle** afspejler i en vis grad, at virksomhederne i værdikæden befinder sig meget forskellige steder med hensyn til, hvor avancerede de er i deres anvendelse af IT. Virksomhedernes anvendelse af IT spænder lige fra virksomheder, der er helt med

⁶ Interviewene er gennemført af Center for Logistik og Samarbejde i samarbejde med transportforskningsgruppen på Aalborg Universitet i løbet af oktober 2019 – januar 2020. Interviewene er sket hos en række centrale aktører i Hirtshals, Hanstholm og Strandby havne.

fremme på den teknologiske front, til virksomheder, som stadig benytter sig af IT-systemer, der var moderne for et par årtier siden.

Den samlede værdikæde for fiskeri og forædling af fisk og skaldyr kan således hente stor værdi fra blockchain-løsninger alene i form af simplificering og optimering af dokument workflow, men der er en væsentlig barriere i form af, at virksomhederne i værdikæden befinder sig på meget forskellige teknologiske niveauer. Det kræver sandsynligvis et fælles initiativ fra danske myndigheder og en samlet fiskeribranche for at bygge bro over disse forskelle, f.eks. i form af teknologiudviklingsprogrammer og støtte til udvikling af nye forretningsmodeller. Stigende forventninger hos forbrugere og i detailhandelsledet kombineret med stigende krav fra EU om dokumentation af sporbarhed vil være det ydre pres, der skaber grobund for et sådan fælles initiativ.

Genanvendelse af plastik

Der er gennem de senere år kommet øget fokus på, hvordan vi anvender plastik i både produktion og kommercielle aktiviteter, samt hvordan vi skiller os af med det. Medierne har ofte været præget af historier om plastik, der invaderer smukke badestrande, og om trusler mod dyreliv og skibsfart fra landestore plastikansamlinger på verdenshavene. Plastik er blevet et nationalt og internationalt problem, og mens vi arbejder på at finde alternativer til plastik, er der fokus på alternative anvendelser af brugt plastik.

Den mest almindelige form for genanvendelse af plastik i Danmark er afbrænding. Det giver god mening, for så længe vi ikke har systemer til genanvendelse, er der økonomi i at udvinde brandværdien af plastik, hvilket samtidig reducerer behovet for kul. Alternativet er at gemme den brugte plastik bort i store plastikdepoter, der kun vil udvikle sig i én retning, nemlig at de bliver meget omfattende og voldsomt arealkrævende.

Genanvendelse af plastik til kommercielle formål står over for tre **udfordringer**.

For det *første* kræver genanvendelse af plastik, at der er en stabil forsyning af brugt plastik, og at mængden af brugt plastik også har en vis størrelse. Hvis forsyningen af plastik er svingende, og hvis mængderne af anvendelig plastik er for små, er der ikke det nødvendige fundament for en økonomisk rentabel forretning. Indsamling og distribution af brugt plastik skal derfor ske mere organiseret og i større målestok end det, som vi kender i dag. Det forudsætter, at vi udbygger registreringen af, hvor plastik findes og bruges.

For det *andet* kræver genanvendelse af plastik, at der er gennemsigtighed omkring kvaliteten og egenskaberne hos den plastik, som skal genanvendes. Plastik findes i utallige former og kvaliteter, og hvis plastik skal genanvendes, kræver det, at de genanvendende virksomheder har adgang til data om hvilken type plastik, de er i færd med at genanvende. I visse tilfælde vil det være umuligt at genanvende plastik, fordi plastikken er for ødelagt, eller fordi dens egenskaber forandres for meget, når den er blevet brugt én gang. Der er derfor også en udfordring med, at genanvendelse af plastik i et vist omfang forudsætter, at plastikken oprindeligt er blevet produceret med henblik på at kunne genanvendes.

For det *tredje* skal den digitale modenhed øges hos de virksomheder, der i dag engagerer sig i genanvendelse af plastik. De fleste virksomheder, der beskæftiger sig med genanvendelse af plastik, er ikke særligt avancerede i deres brug af IT. Det er meget naturligt, fordi indsamling, distribution og bearbejdning af brugt plastik har hidtil ikke stillet større krav til indsamling af data og behandling af information. Men en løsning på de to første udfordringer kræver, at vi udbygger den databaserede viden om plastiks produktion og anvendelse, og om hvor plastik findes, og hvordan den bortskaffes. Her skal virksomheder og andre aktører dele data med hinanden, og de virksomheder, der arbejder med genanvendelse af plastik, skal være i stand til at opsamle, forstå og bearbejde disse data.

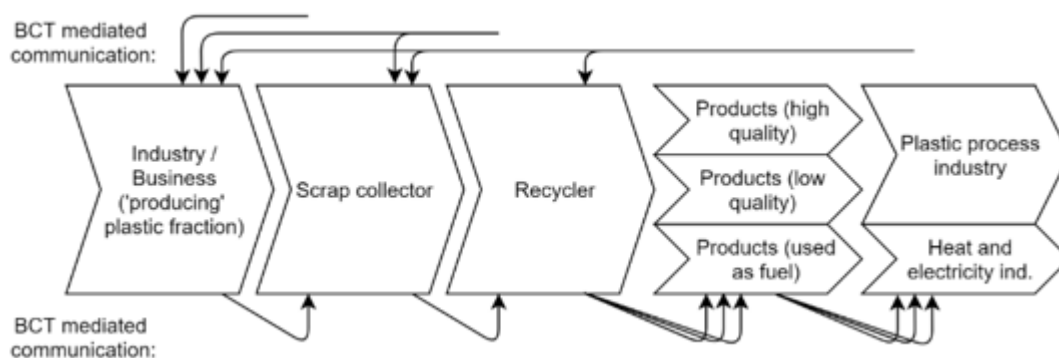
Udfordringerne med at genanvende plastik kalder derfor på løsninger, som blockchain teknologien vil være i stand til at levere.

Et **eksempel** på en sådan løsning er det EU-finansierede initiativ *Circularise*⁷, som er en digital platform for virksomheder, der ønsker at arbejde med genanvendelse af plastik. En række europæiske virksomheder er tilknyttet initiativet, herunder Porsche samt Borealis, Covestro og Domo Chemicals, der er underleverandører til Porsche⁸. Platformen bygger på en åben standard, hvor alle, der er med i initiativet, kan stille spørgsmål om produkter eller materialer, som de vil kende omfanget af eller de nærmere egenskaber ved. Systemet tilvejebringer svar uden at røbe forretningsfølsomme oplysninger og hemmeligheder. Derved kan en virksomhed dele data og information på platformen uden at miste konkurrencefordele.

Genanvendelse af plastik handler ikke kun om, at der skal skabes indsigt i plastikkens egenskaber og mængder hos de virksomheder, der opsamler, fordeler og genanvender brugt plastik. Det er mindst lige så vigtigt, at de virksomheder, der producerer og anvender plastik, også opbygger viden om, hvordan plastikken efterfølgende kan genanvendes. Hvis de kender til erfaringer med genanvendelse af plastik, kan de bruge denne viden, når de designer og producerer plastik. Der er også brug for denne viden hos virksomheder, der ikke producerer plastik, men blot bruger plastik, eventuelt fordi plastik indgår i emballagen, når de modtager varer og halvfabrikata. Her vil genanvendelsen af plastik kunne forbedres, hvis virksomhederne ved, hvordan de skal opbevare og bortskaffe plastik på en måde, der fremmer genanvendelse uden at skabe yderligere arbejdsprocesser ved virksomheden. Når der opbygges ny viden hos virksomheder, der sørger for genanvendelse af plastik, er det derfor vigtigt, at denne viden via deling af data rejser bagud i værdikæden til de virksomheder, som plastikken kom fra.

Figur 6

Værdikæde for genanvendelse af plastik samt feedback i værdikæden



⁷ www.circularise.com.

⁸ www.ledgerinsights.com/porsche-circularise-for-blockchain-traceability-of-plastics/.

Figur 6 illustrerer dette.

I figuren kan vi se, at plastik produceres og bruges hos forskellige virksomheder, der gennem deres aktiviteter skaber plastikaffald eller plastik restprodukter. Affald og restprodukter indsamles af mellemed, som distribuerer til de virksomheder, der forsøger at genanvende plastikken. Genanvendelsen sker ved, at der produceres nye produkter eller nye halvfabrikata af højere eller lavere kvalitet, som kan indgå i den del af procesindustrien, der arbejder med plastik. Plastik, der ikke kan genanvendes, leveres til forsyningsindustrien og bliver brugt som brændsel i faciliteter, der skaber varme eller elektricitet. En blockchain-løsning tillader, at aktiviteterne i værdikæden løbende følges af de involverede parter, og at erfaringer med aktiviteterne kan registreres som unikke og gennemskuelige data – det benævnes i figuren som ”BCT mediated communication”, altså kommunikation formidlet via blockchain teknologi.

En sådan velfungerende værdikæde er endnu ikke etableret og vil måske forblive ønsketænkning, med mindre en række **forudsætninger** kommer på plads. Hvori disse forudsætninger består, blev belyst på en workshop, som Det Danske Center for Miljøvurdering afholdt 16. juni 2020 i forbindelse med det projekt, der bl.a. ligger bag denne publikation.⁹ Her blev der bl.a. peget på, at værdikæden ikke er gennemskuelig, og at det er svært at skabe en rentabel forretning, fordi der er for lidt kritisk masse i forsyningen af plastik til genanvendelse og efterspørgsel efter genanvendelig plastik. Der blev efterlyst en større bevidsthed hos forbrugerne og peget på, at genanvendelsen først bliver sat rigtigt i system, når der kommer krav om genanvendelse af plastik fra nationale og internationale myndigheder, f.eks. via EU-regulering. Tre ting blev fremhævet som særligt vigtige, hvis genanvendelse af plastik skal drives frem.

For det *første* mangler der modenhed i det teknologiske grundlag for værdikæden. Der er brug for teknologiske løsninger, der gør det nemmere at identificere plastik til genanvendelse, og hvor data er pålidelige og gennemskuelige. Disse teknologiske løsninger skal skræddersys til behovene hos de virksomheder, som findes i værdikæden, eller som kan have en interesse i at gå ind i værdikæden.

Generelt betyder det, at der er brug for blockchain løsninger, som fokuserer på at simplificere og effektivisere dokument flowet, men også løsninger, der via Internet of Things sikrer kommunikation fra start til slut, både fremad og tilbage gennem værdikæden.

For det *andet* er der brug for rollemodeller i den gryende værdikæde for genanvendelse af plastik. Som tidligere beskrevet er spredningen af en ny teknologi i et vist omfang afhængig af, at nogle virksomheder går forrest, og at andre virksomheder lærer af disse

⁹ Workshoppen samlede 12 centrale aktører med relation til den danske plastikindustri og blockchain teknologi i Danmark. Til sammen repræsenterede workshoppen deltagerne virksomheder, der anvender, producerer eller processerer plastik og plastik til genanvendelse, herunder logistik i den forbindelse, samt repræsentanter for videncentre og forskningsmiljøer. Formålet var at identificere potentialer og barrierer i forbindelse med at anvende blockchain-løsninger til genanvendelse af plastik.

frontløbere. Workshopen pegede på, at sådanne rollemodeller kan spille en central rolle for udbredelsen af blockchain løsninger, hvis de har en dominerende position i værdikæden, der tillader dem at stille krav til andre virksomheder. Et eksempel på dette fra en anden branche er det tidligere omtalte TradeLens, hvor Mærsk sammen med IBM har tilstrækkelig styrke i værdikæden til, at andre virksomheder føler sig tilskyndet til at anvende platformen.

For det *tredje* mangler der måske nogle aktører i værdikæden, som er vigtige for, at værdikæden udvikler sig, og de deltagende virksomheder bliver mere engagerede i genanvendelse af plastik.

En af disse aktører er de kommunale myndigheder, der har et lokalt ansvar for at indsamle og bortskaffe plastik, herunder også at udnytte plastikkens brændværdi i kommunale anlæg til varme og elektricitet. De kommunale myndigheder kan spille en rolle i forbindelse med at iscenesætte forsøg med genanvendelse og stille rådgivning omkring genanvendelsen til rådighed. En anden aktør, der kan være mere aktiv i etablering og konsolidering af værdikæden, er statslige og internationale myndigheder, der kan hjælpe med finansiering af aktiviteterne og stille krav om, hvordan plastikkens oprindelse, fødsel og død dokumenteres. Det sker i et vist omfang allerede, men ikke i tilstrækkelig grad til at understøtte udviklingen og den efterfølgende konsolidering af værdikæden.

Den gryende værdikæde for genanvendelse af plastik minder således meget om den samlede værdikæde for fiskeri og forædling af fisk og skaldyr. Der kan hentes stor værdi fra blockchain-løsninger alene i form af simplificering og optimering af dokument workflow, men der er en væsentlig barriere i form af, at virksomhederne i værdikæden befinder sig på meget forskellige teknologiske niveauer. I modsætning til fiskeri-værdikæden vil værdikæden for genanvendelse af plastik sandsynligvis have større nytte af løsninger, der via Internet of Things sikrer kommunikation både frem og tilbage i værdikæden. Men som i tilfældet med fiskeri-casen er der sandsynligvis brug for, at forudsætningerne for værdikæden udvikles gennem et fælles initiativ fra danske myndigheder og en gruppe af virksomheder, der identificerer sig som aktive eller potentielt aktive i værdikæden. Som i tilfældet med fiskeri-casen vil stigende forventninger hos forbrugere og i detailhandelsledet kombineret med stigende krav fra EU om dokumentation af sporbarhed kunne fungere som et ydre pres, der skaber grobund for et sådant fælles initiativ.