



Digital teknologi – avgjørende for en bærekraftig matvareforsyningskjede

En kvalitativ casestudie

Ingrid Birgitte H. Rådstoga og Maria L. Jevne
Veileder: Jon Iden

Masterutredning, Økonomi og Administrasjon
Hovedprofil: Økonomisk Styring

NORGES HANDELSHØYSKOLE

Dette selvstendige arbeidet er gjennomført som ledd i masterstudiet i økonomi- og administrasjon ved Norges Handelshøyskole og godkjent som sådan. Godkjenningen innebærer ikke at Høyskolen eller sensorer inntår for de metoder som er anvendt, resultater som er fremkommet eller konklusjoner som er trukket i arbeidet.

Forord

Denne masterutredningen er skrevet som en del av vår masterstudie i Økonomi og Administrasjon ved Norges Handelshøyskole (NHH), med spesialisering i Økonomisk styring. Studiens tema ble valgt med bakgrunn i vår felles interesse for digitalisering og bærekraft. Arbeidet med studien har gitt oss dyp innsikt i hvordan digitale teknologier bidrar til å fremme bærekraftige matvareforsyningskjeder, ut fra et miljøperspektiv.

Vi ønsker å rette en stor takk til alle informantene som har bidratt med verdifull kunnskap, erfaringer og entusiasme gjennom hele forskningsprosessen. De har kommet med viktig perspektiv og innsikt som har beriket studien. Informantenes bidrag og engasjement har vært avgjørende for resultatet av studien.

Til slutt ønsker vi å uttrykke vår takknemlighet overfor veileder, Jon Iden, for gode råd og utfyllende tilbakemeldinger underveis i forskningsarbeidet. Veiledningen og støtten vi har fått har vært til stor nytte for studien, og har inspirert og motivert oss gjennom hele prosessen.

Norges Handelshøyskole

Bergen, Mai 2023

Ingrid Birgitte Hagen Rådstoga

Maria Lothe Jevne

Sammendrag

For å møte FNs bærekraftsmål, må bedrifter på tvers av bransjer omstille sin virksomhet i større eller mindre grad. Matvarebransjen utmerker seg som en av de mest miljøbelastende bransjene globalt, og står i dag for 1/3 av de totale klimagassutslippene. Dette skyldes først og fremst ressurskrevende landbruksproduksjon, store mengder matsvinn, lange transportavstander, energiintensiv lagring og emballasjeavfall. En av utfordringene med å redusere miljøpåvirkningene er mangel på sporbarhet i matvareforsyningskjeden. Dette gjør det vanskelig for aktørene å foreta de rette miljøtiltakene. Med en stadig økende befolkning, vil behovet for mat øke. Å redusere matvareforsyningskjedenes innvirkning på miljøet er derfor avgjørende for å fremme en mer bærekraftig matvarebransje.

Vårt formål med studien er å undersøke hvordan digitale teknologier i norske matvareforsyningskjeder bidrar til å fremme bærekraftig utvikling fra et miljøperspektiv. Som følge av forsyningskjedenes kompleksitet, har vi avgrenset studien til de tre siste stegene i forsyningskjeden; distribusjon, detaljhandel og forbruker. Gjennom en kvalitativ casestudie har vi innhentet primærdata fra relevante markedsaktører, i tillegg til sekundærdata i form av ulike dokumenter. De semistrukturerte dybdeintervjuene, sammen med sekundære datakilder, ga oss både en bred og dyp forståelse for forskningstemaet.

Vår analyse av dataen viser at digital teknologi har stor betydning for å møte de miljøutfordringene matvareforsyningskjedene står overfor. Økt bevissthet om bærekraftsmål har resultert i teknologisk nyteknung, som har bidratt til å transformere forsyningskjedene. Internet of Things, maskinlæring, analyse av Big Data, robotikk og automatisering, og fremtreden av digitale plattformer, er avgjørende for å sikre ressurseffektiv forsyning av matvarer. Selv om teknologiene som anvendes har ulike mål og fokusområder, bidrar de samlet til å redusere miljøpåvirkningene fra distribusjon, detaljhandel og forbrukerleddet. Det er behov for å fortsette å utvikle og ta i bruk nyskapende og fremtidsrettede teknologier. Samarbeid mellom aktørene i forsyningskjeden, digital kompetanse og strategisk planlegging fremheves til slutt som viktige forutsetninger for å lykkes med bærekraftsarbeidet.

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	1
2. Litteratur	3
<i>2.1 Bærekraftig utvikling</i>	<i>3</i>
2.1.1 Hva er bærekraftig utvikling	3
2.1.2 Den tredelte bunnlinjen	4
2.1.3 Den sosiale bunnlinjen	4
2.1.4 Den økonomiske bunnlinjen	5
2.1.5 Den miljømessige bunnlinjen	5
<i>2.2 Forsyningskjeden for dagligvareaktører</i>	<i>6</i>
2.2.1 Forsyningskjeden for matvarer	6
2.2.2 Miljøpåvirkning i forsyningskjeden for matvarer	8
2.2.3 Det norske dagligvaremarkedet	11
<i>2.3 Anvendelse av digitale teknologier</i>	<i>12</i>
2.3.2 Internet of Things (IoT) og Big Data	12
2.3.3 Maskinlæring	12
2.3.4 Digital plattform	13
3. Metode	14
<i>3.1 Forskningsdesign</i>	<i>14</i>
<i>3.2 Forskningsmetode</i>	<i>15</i>
<i>3.3 Forskningstilnærming</i>	<i>15</i>
<i>3.4 Forskningsstrategi</i>	<i>16</i>
<i>3.5 Datainnsamling</i>	<i>16</i>
3.5.1 Intervjuer	17
3.5.2 Utvalg	17
3.5.3 Intervjuprosessen	18
3.5.4 Innsamling av sekundærdata	19
<i>3.6 Analyse av data</i>	<i>20</i>

4. Funn	21
<i>4.1 Distribusjon</i>	<i>21</i>
4.1.1 Bærekraftsutfordringer	21
4.1.2 Anvendelse av teknologier	22
4.1.3 Miljøeffekter	27
<i>4.2 Detaljhandel</i>	<i>28</i>
4.2.1 Bærekraftsutfordringer	28
4.2.2 Anvendelse av teknologier	29
4.2.3 Miljøeffekter	32
<i>4.3 Forbruker</i>	<i>32</i>
4.3.1 Bærekraftsutfordringer	32
4.3.2 Anvendelse av teknologier	33
4.3.3 Miljøeffekter	36
<i>4.3 Oppsummering</i>	<i>38</i>
5. Diskusjon	39
<i>5.1 Digital status</i>	<i>39</i>
<i>5.2 Digitale muligheter</i>	<i>41</i>
5.2.1 Muligheter blokkjeder gir	41
5.2.2 Muligheter RFID gir.....	44
5.2.3 Muligheter QR-kode gir.....	45
<i>5.3 Avgjørende forutsetninger</i>	<i>47</i>
6. Konklusjon	49
Bibliografi	51
Appendiks	55

Figuroversikt

Figur 1 – Den tredelte bunnlinjen	4
Figur 2 – Stegene i forsyningskjeden for matvarer	7
Figur 3 – Fordeling av markedsandeler per grossist	11
Figur 4 – Illustrasjon av API	13
Figur 5 – Oversikt over utvalget av informanter	18
Figur 6 – Enkel illustrasjon av et verktøy for ruteoptimalisering	24
Figur 7 – Illustrasjon av sjødrone	25
Figur 8 – Matsvinn fordelt på varegruppe	28
Figur 9 – Fra lineær strekkode og 2D-kode – på vei mot QR-kode	30
Figur 10 – Totalt matsvinn i Norge fordelt på verdikjedeledd	33
Figur 11 – Illustrasjon av hvordan TNM-appen fungerer	34
Figur 12 – Utklipp fra Klimainnsikt	36
Figur 13 – Tidslinje over etablering av sentrale teknologier	39
Figur 14 – Blokkjede i matvareforsyningskjeden	42
Figur 15 – Illustrasjon av RFID	44

1. Innledning

De siste årene har begrepet bærekraftig utvikling fått stadig større internasjonal betydning, og vokst frem som en sentral drivkraft for virksomheter på tvers av bransjer (Burgess & Barbier, 2001). Ifølge klimarapporten fra FNs klimapanel, står det globale samfunnet overfor omfattende miljøutfordringer, og forskere hevder vi har nådd et kritisk punkt i klimapolitikken der omstilling må skje raskt (Pörtner, et al., 2022). For å møte EU-kommisjonens langsiktige visjon for klimanøytralitet innen 2050, i tråd med målene i Parisavtalen, må virksomheter i større grad etablere bærekraftige prosesser. I arbeid med bærekraft spiller forsyningskjeden en viktig rolle i håndtering av miljøutfordringer i virksomheter av alle størrelser og på tvers av ulike bransjer.

Matbransjen utmerker seg som en av de største og mest betydningsfulle bransjene globalt. Med rundt 12% av det globale bruttonasjonalproduktet (BNP), er forsyningskjeden for matvarer viktig for mange nasjonale økonomier (Strauss, 2022). I tillegg til å være avgjørende for økonomisk vekst, er forsyning av matvarer viktig for å møte samfunnets grunnleggende behov og opprettholde stabilitet. Det er imidlertid nødvendig å erkjenne de omfattende miljømessige utfordringene matvareforsyningskjedene står overfor. Som følge av ressurskrevende landbruksproduksjon, lange transportavstander, energiintensiv lagring, omfattende avfallsgenerering og mangel på åpne forsyningskjeder, er matvareforsyningskjedene under et kontinuerlig press for å bli mer bærekraftig. Ifølge en rapport fra FNs matvareorganisasjon (FAO), står forsyningskjeder av matvarer for rundt 1/3 av de totale klimagassutslippene (UN, 2015). FAO hevder videre at matproduksjonen trolig må øke minst 50% innen 2050 for å møte behovene til en voksende befolkning (UN, 2015). Denne forventningen understreker betydningen av å etablere matvareforsyningskjeder som ivaretar miljøet og fremmer en bærekraftig fremtid.

Miljørettede teknologier er viktig for å oppnå en bærekraftig utvikling. Teknologiens potensial til å støtte overgangen til grønnere prosesser er aktuelt for de fleste bransjer, inkludert matbransjen og matvareforsyningskjedene. Mange teknologier har allerede blitt integrert med formål om å øke bærekraftigheten til matvareforsyningskjedene.

Likevel åpner utvikling av ny og mer avansert teknologi, som Internet of Things, maskinlæring og digitale plattformer, opp for enda flere muligheter. Å dra nytte av mulighetene i nyere teknologi vil ha betydning for å fremme ytterligere miljøgevinster i matvareforsyningskjeden.

Selv om teknologi er et kraftfullt verktøy for å oppnå bærekraftige forsyningskjeder, er det viktig å være bevisst på hvilke utfordringer digitale teknologier kan medføre. Ifølge en rapport fra det norske matforskningsinstituttet, Nofima, er slike utfordringer forbundet med datasikkerhet, kompleksitet, sårbarhet og kompetansebehov, i tillegg til politiske, regulatoriske og etiske forhold (Olsen et al., 2019). For å dra nytte av teknologiens fulle potensial, hevder Nofima at det er behov for en kritisk tilnærming til utnyttelse av teknologier. Å vurdere hvorvidt teknologiene gir de tiltenkte virkningene er viktig for at forsyningskjeden faktisk blir bærekraftige.

Matvareforsyningskjedene er forbundet med sosiale, økonomiske og miljømessige utfordringer, og står sentralt i FNs 2030-agenda for bærekraftig utvikling (Sala, et al., 2017). Til tross for økende litteratur om veien til bærekraftige forsyningskjeder, mangler det fremdeles omfattende forskning om hvordan teknologi bidrar til å støtte denne utviklingen (Truong, 2022). Ytterligere forskning er derfor nødvendig for å få en helhetlig forståelse av betydning teknologi har for bærekraftigheten til matvareforsyningskjedene. Å vurdere både det sosiale, økonomiske og miljømessige perspektivet er viktig for å fremme bærekraftige forsyningskjeder. I denne studien vil vi vektlegge miljøperspektivet fordi forskning viser at miljøpåvirkninger fra forsyningskjeden er en av de mest pressende utfordringene matbransjen står overfor (Bocken et al., 2020). Samtidig gjør stadig mer komplekse forsyningskjeder det vanskeligere å spore miljøpåvirkningene. Det understreker behovet for mer dyptgående forskning på dette området. Følgelig vil vi ta sikte på å belyse og bidra med ny innsikt om hvordan teknologi bidrar til mer bærekraftige matvareforsyningskjeder. På bakgrunn av dette har vår studie som formål å besvare følgende forskningsspørsmål;

Hvordan bidrar anvendelse av digitale teknologier i matvareforsyningskjeden til å fremme bærekraftig utvikling fra et miljøperspektiv?

2. Litteratur

Å identifisere relevant litteratur er nødvendig for å etablere kunnskap og forståelse for forskningstemaet. For å danne et godt grunnlag for å svare på forskningsspørsmålet, vil vi se nærmere på forskning og litteratur som omfatter bærekraft, forsyningskjede og digitalisering. Derfor vil dette kapitlet redegjøre for hva bærekraftig utvikling er, hva som kjennetegner forsyningskjeden for matvarer, samt relevante digitale teknologier anvendt i forsyningskjeden.

2.1 Bærekraftig utvikling

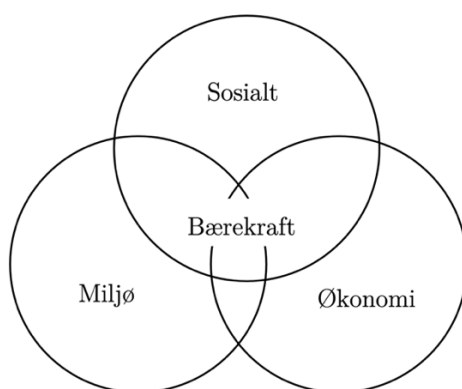
Bærekraftig utvikling er i dag mer aktuelt enn noen gang tidligere. Betydningen av bærekraftig utvikling har vært mye omdiskutert, og begrepet kan fremstå tvetydig med mange ulike oppfatninger. Dette delkapitlet har til hensikt å etablere en felles forståelse for hva bærekraftig utvikling er. Dette ved å gi en utdypende redegjørelse av den sosiale, økonomiske og miljømessige dimensjonen av bærekraftig utvikling.

2.1.1 Hva er bærekraftig utvikling

Utgivelsen av Brundtland-rapporten «Our Common Future» (Vår felles fremtid) i 1987 regnes som et vendepunkt i miljødebatten, der bærekraftig utvikling omtales som *“utvikling som imøtekommer dagens behov uten å ødelegge mulighetene for at kommende generasjoner skal få dekket sine behov”* (Brundtland, 1987). Ut fra denne forståelsen forutsetter bærekraftig utvikling en rettferdig fordeling av ressurser, der en evner å se sammenhenger mellom samfunnsforhold, miljøvern og økonomisk vekst. Selv om bærekraftig utvikling står sentralt i miljødebatten, har det også blitt kritisert for mangel på spesifisitet, usikkerhet knyttet til hva som ligger i ordet “behov” og for å være for menneskesentrert.

2.1.2 Den tredelte bunnlinjen

Etter utgivelsen av Brundtland-rapporten i 1987, har bærekraftig utvikling senere blitt oppfattet som en sammensetning av tre dimensjoner; økonomiske, miljømessige og sosiale forhold. Elkington (1997) omtaler denne tilnærmingen som “Den tredelte bunnlinjen”, illustrert i *Figur 1*. De tre bunnlinjene er et rammeverk for bærekraftig utvikling, og tillater måling av bedriftens ytelse ved å evaluere dens økonomiske, sosiale og miljømessige påvirkning (Elkington, 2018). I boken “The Triple Bottom Line” hevder Elkington at tradisjonelle mål, som lønnsomhet og økonomisk ytelse, er utilstrekkelig for å evaluere en bedrifts samlede innvirkning på samfunnet. Rammeverket ble utviklet for å engasjere bedrifter til å tenke over de langsiktige virkningene av deres handling, og å arbeide for bærekraftig utvikling ved å balansere økonomiske, sosiale og miljømessige forhold (Elkington, 2004).



Figur 1: Den tredelte bunnlinjen

2.1.3 Den sosiale bunnlinjen

Den sosiale dimensjonen av den tredelte bunnlinjen forstås av Elkington som de sosiale og samfunnsmessige forholdene en bedrift må vurdere for å opptre bærekraftig (Elkington, 2004). Det handler om å etablere en retning for utviklingen ut fra sosiale mål, der en søker å oppnå et samfunn preget av tillit, tilhørighet og rettferdighet. Denne dimensjonen har vært et forskningsfelt i sterk fremvekst de siste årene, og fått økt anerkjennelse som en grunnleggende komponent i bærekraftig utvikling. Likevel finnes det ingen generell og entydig forståelse av hva sosial bærekraft er. Mens Chan og Lee (2008) legger vekt på ivaretagelse av livskvaliteten for nåværende og fremtidige generasjoner, er Partridge (2005) opptatt av å sikre et rettferdig, mangfoldig og

demokratisk samfunn. For å oppnå et sosialt bærekraftig samfunn vil det være behov for å etablere prosesser som fremmer likeverd, samhörighet, mangfold og demokrati. Det innebærer å ha kunnskap om menneskers behov, ivareta menneskerettighetene, vise engasjement for nærmiljøet, samt legge til rette for en rettferdig fordeling av goder og tjenester som arbeid og utdanning.

2.1.4 Den økonomiske bunnlinjen

Den tredelte bunnlinjen tar videre for seg *den økonomiske dimensjonen*, som innebærer virkningen av en bedrifts forretningspraksiser på det økonomiske systemet (Alhaddi, 2015). Overordnet handler dimensjonen om effektiv utnyttelse av ressurser for å sikre langsiktig økonomisk vekst og trygghet. Ifølge Emmanuel et al. (2016) er det en klar sammenheng mellom bedriftens økonomiske verdiskapning og vekst i økonomien, der økt økonomisk verdiskapning hos en enkelt bedrift kan føre til økt økonomisk utvikling på samfunnsnivå. Videre vil en bærekraftig økonomi avhenge av økonomiske aktiviteter som opprettholder og forbedrer økonomisk utvikling uten å ødelegge for fremtidige generasjoner (Foy, 1990). Å vri produksjonen ved hjelp av teknologi som effektiviserer ressursbruken, og ikke belaster miljøet, trekkes frem som et viktig mål ifølge Brundtlandskommisjonen (Brundtland, 1987).

2.1.5 Den miljømessige bunnlinjen

Den miljømessige dimensjonen utgjør den siste dimensjonen av den tredelte bunnlinjen, og handler om bevaring av naturressurser for fremtidige generasjoner. Dette innebærer å ta hensyn til den evnen jordas naturlige systemer har til å erstatte de ressursene som tas ut (Brundtland, 1987). Ifølge Elkington (1997), er balanse mellom bruk av fornybare og ikke-fornybare ressurser en viktig forutsetning for å opptre bærekraftig. Samtidig er det behov for effektiv utnyttelse av energiressurser, minimering av klimagassutslipp og reduksjon av det økologiske fotavtrykket (Goel, 2010). For å lykkes med dette må bedrifter være miljøbevisste og handlekraftige, ved å for eksempel effektivisere avfallshåndtering, utvikle miljøvennlige produkter, ta i bruk resirkulerte materialer eller gjøre transportprosesser mer bærekraftige (Kosberg et al., 2015).

2.2 Forsyningskjeden for dagligvareaktører

Innsikt i forsyningskjeder er viktig for at virksomheter, uavhengig av bransje, skal lykkes med bærekraftsarbeidet. Dette delkapittelet tar sikte på å skape en forståelse av hva en matvareforsyningskjede er, og hva som skiller matvareforsyningskjeden fra andre forsyningskjeder. Siden studien har som formål å undersøke hvordan digitalisering bidrar til miljøvennlige matforsyningskjeder, tar delkapittelet videre sikte på å etablere økt bevissthet om de viktigste miljøutfordringene forsyningskjeden for matvarer står overfor.

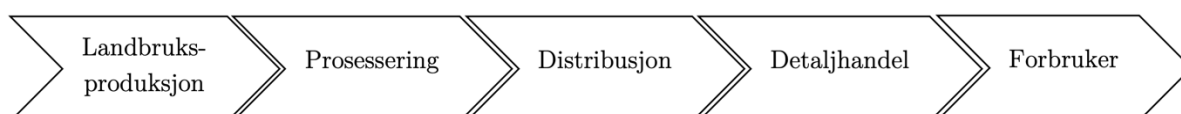
2.2.1 Forsyningskjeden for matvarer

I enhver forretningsdrift har forsyningskjede en viktig rolle i å sikre produktflyt. En forsyningskjede er en integrert prosess der ulike aktører (dvs. leverandører, produsenter, distributører og forhandlere) arbeider sammen for å i) anskaffe råvarer, ii) konvertere råvarene til spesifiserte produkter, og iii) levere produktene til forhandlere (Beamon, 1998). Chopra & Meindl (2019) har en bredere forståelse av forsyningskjeder, og hevder en forsyningskjede består av alle aktørene som er involvert, direkte eller indirekte, i å oppfylle en kundeforespørsel. Aktørene er knyttet til hverandre gjennom en dynamisk flyt av produkter, informasjon og kapital, der flyten går i begge retninger (Chopra & Meindl, 2019). Til forskjell fra Beamon og Chopra & Meindl, er Hugos (2018) opptatt av forsyningskjeder fra et styringsperspektiv. Ifølge Hugos, handler ledelse av forsyningskjeder om å koordinere produksjon, lager, lokalisering, informasjon og transport for å oppnå høy effektivitet og reaksjonsevne i markedet (Hugos, 2018). For å lykkes med effektiv styring av forsyningskjeder, må bedrifter ha forståelse for alle aspekter av forsyningskjeden. Det forutsetter en kombinasjon av strategisk planlegging, samarbeid, åpenhet, teknologisk innovasjon og kontinuerlig forbedring.

Ethvert produkt har sin unike forsyningskjede. Forsyningskjeden for matvarer kan forstås som et nettverk av aktører som i fellesskap utfører handlinger som bidrar til å styre bevegelsen av matvarer (Chauhan et al., 2021). Det omfatter hele prosessen fra innhenting av råvare, til levering av ferdigstilt matvare til forbruker. Ifølge Yu &

Nagurney (2013), er forsyningskjeden for matvarer forskjellig fra enhver annen produktforsyningskjede. Den grunnleggende forskjellen ligger i den kontinuerlige endringen i matvarens kvalitet gjennom hele forsyningskjeden frem til det endelige forbruket (Yu & Nagurney, 2013). Samtidig fremhever andre forskere at matvareforsyningskjeden skiller seg fra andre forsyningskjeder ved å håndtere komplekse utfordringer tilknyttet begrenset holdbarhet, regulatoriske forhold, sikkerhet, interaksjon med mange interessenter, i tillegg til det bærekraftige aspektet (Chauhan et al., 2021). Disse utfordringene understreker behovet for å utvikle effektive matforsyningskjeder som er robuste.

Matvarene beveger seg gjennom flere steg i forsyningskjeden. Ifølge Desiderio et al. (2021), inkluderer forsyningskjeden for matvarer fem sentrale steg, referert til som (i) landbruksproduksjon, (ii) prosessering (iii) distribusjon, (iv) detaljhandel og (v) forbruker (Desiderio et al., 2022). Stegene er illustrert i *Figur 2* nedenfor. *Landbruksproduksjon* utgjør det første steget i forsyningskjeden, og referer til prosessen med å dyrke, høste og forberede mat- og landbruksprodukter. Dette inkluderer aktiviteter som pløying, planting, gjødsling, vanningshåndtering, avlingsproduksjon, dyrehold, fiske, skogbruk, maskindrift og vedlikehold av jordkvalitet. Når nødvendige råvarer fra produksjon er fremstilt, begynner neste steg i forsyningskjeden, *prosessering*. Her bearbeides råvarer til ferdig matvare, samtidig som aktiviteter som inspeksjon, merking og innpakning utføres. Etter bearbeidelse av råvarer er det behov for *distribusjon* av matvarene fra leverandør/produsent til sluttbruker. Steget involverer både distribusjonssentre, grossister og detaljister, og omfatter sentrale distribusjonsaktiviteter som transport, lagerstyring, lokalisering og salg. Det neste steget, *detaljhandel*, viser til salg av matvarer i mindre partier direkte til forbruker. *Forbruker* utgjør det siste steget i matforsyningskjeden, og står for det endelige forbruket av matvaren som anskaffes.



Figur 2: Stegene i forsyningskjeden for matvarer

2.2.2 Miljøpåvirkning i forsyningskjeden for matvarer

Forsyningskjeden for matvarer er viktig for å møte samfunnets grunnleggende behov, bidra til matsikkerhet og sørge for stabilitet (Turi et al., 2014). Samtidig som det er et kontinuerlig press for å forsyne en voksende befolkning med matvarer, er det et behov for å redusere forsyningskjedens miljøpåvirkninger (Hartikainen et al., 2018). Matvareforsyningskjeden er ansvarlig for en betydelig andel av miljøbelastningene, og hvert av stegene i forsyningskjeden, fra landbruksproduksjon til forbruker, er med på å bidra til samfunnets miljøutfordringer. Slike utfordringer omfatter alt fra utslipp av klimagasser, overforbruk av vannressurser og avfallsgenerering, til avskoging, jordforringelse og tap av biologisk mangfold.

Landbruksproduksjon

Landbruksproduksjon er et av flere steg i matforsyningskjeden som påvirker miljøet uheldig. Luftforurensing, vannmangel og avskoging er eksempler på landbruksproduksjonens negative innvirkning på miljøet. Ifølge FNs mat- og landbruksorganisasjon, står produksjonsfasen for den største andelen av klimagassutslippene i matforsyningskjeden (Wunderlich & Martinez, 2018). Dette som følge av metanutslipp fra dyrehold, fremstilling av gjødsel, maskineri, samt bruk av energi til vanningsystemer, jordbearbeidelse og kjemikaliehåndtering (Garnett, 2011). I tillegg til klimautslipp, bidrar plantevernmidler, gjødsel og andre kjemikalier til å forurense vannkilder. Samtidig har vanningsystemene behov for et stort vannforbruk, noe som resulterer i overforbruk av tilgjengelige vannressurser. Produksjon av varer kan også ha uheldige effekter i form av avskoging, for eksempel kaffeproduksjon, fordi kaffeplantasjer krever store landområder som gjør at naturlig skog fjernes for å dyrke kaffeplanter. Det kan føre til tap av biologisk mangfold, økt klimagassutslipp og svekkelse av økosystemets evne til å regulere klimaet.

Prosessering

Aktiviteter utført ved *prosessering* av matvarer har flere uheldige miljøpåvirkninger. Hvor stor miljøbelastningen er varierer ut fra råvarene som bearbeides, tilgjengelige ressurser, lokalisering, samt hvilke metoder og teknologier som benyttes. Bearbeidelse fra råvare til ferdig matvare involverer flere energikrevende aktiviteter. I tillegg til prosesseringsaktiviteter som oppvarming, koking og steking, fører bruk av varme- og kjølesystemer til økt utslipp av miljøskadelige klimagasser (Garnett, 2011).

Under prosesseringsfasen genereres i tillegg betydelig mengder med overflødig emballasjematerialer. Dersom ikke emballasjeavfallet håndteres på en ansvarlig måte, kan det føre til avfallsforbrenning og plastforurensing, og dermed påvirke miljøet negativt. Videre benytter mange prosesseringsmetoder kjemikalier som konserveringsmidler, tilsetningsstoffer og rengjøringsmidler. Flere av disse kjemikaliene er rapportert å forårsake uheldige effekter for både forbrukere og miljøet fordi det forurenser luft, jord og vann. Slike miljøeffekter er også til skade for dyre- og plantelivet (Prakash et al., 2015).

Distribusjon

En av de fremste driverne til miljøpresset i matforsyningskjeden er forbundet med *distribusjon* av matvarer gjennom transportaktiviteter (Aronsson & Hüge Brodin, 2006). Transport representerer en av de største utfordringene globalt. Å forbedre transporteffektiviteten er derfor et sentralt mål for EUs klima- og energipolitikk (European Commission, 2021). Som følge av en mer globaliserende mathandel, blir matvarer hentet og transportert over stadig lengre avstander. Noen matvarer transporteres direkte til detaljister, mens andre fraktes til distribusjonssentre før de transporteres videre til detaljister (Aung & Chang, 2014). Å frakte matvarer mellom aktørene bidrar til uheldige miljøpåvirkninger siden majoriteten av kjøretøyene som benyttes (eks. varebil, lastebil, båt) bruker fossilt drivstoff som genererer utslipp og avfall (Chopra & Meindl, 2019).

I tillegg er matvarer tilbøyelig til å bli ødelagt under transport, noe som fører til matsvinn og ytterligere utslipp fra nedbrytende matavfall (Wang, 2021). Et annet miljøproblem i distribusjonskjeden er knyttet til lagring av matvarer ved distribusjonssentre. For å opprettholde matvarenes holdbarhet har de behov for stabile lagringsforhold og spesifikke temperatur- og fuktighetsnivåer (Yu & Nagurney, 2013). Å tilrettelegge for slike lagringsfasiliteter er ressurskrevende, og frembringer avfall og utslipp (Chopra & Meindl, 2019).

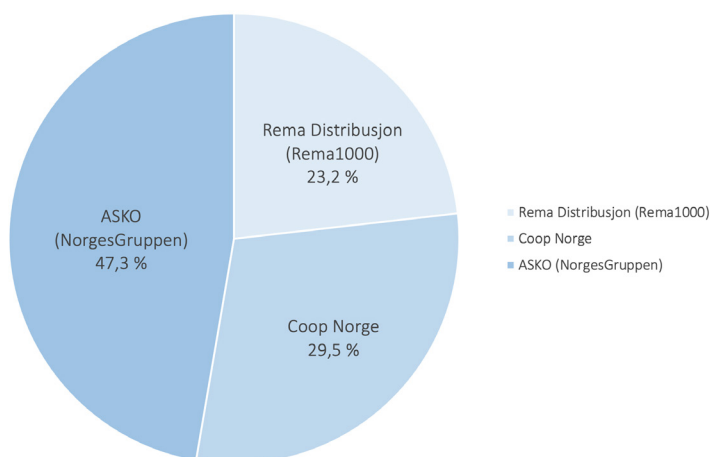
Detaljhandel og forbruker

Aktiviteter innenfor *detaljhandel* hevdes å være mindre ressurskrevende sammenlignet med de andre stegene i matforsyningskjeden (Yakovleva, 2007). Likevel har drift og vedlikehold av utsalgssteder flere uønskede miljøpåvirkninger. Et eksempel er bruk av ikke-fornybare energikilder til varme- og kjøleanlegg for oppbevaring av matvarer. Videre er detaljhandel, i tillegg til *forbruker*, ansvarlig for store mengder matsvinn. Dette er mat som opprinnelig er ment for menneskelig forbruk, men som senere går tapt eller kastes (Berette & Hellweg, 2019). Matsvinn er en av de største utfordringene i matbransjen, og utgjør en tredjedel av all mat som blir produsert i matforsyningskjeden. Dette temaet har fått økt internasjonal oppmerksomhet fordi matsvinn fører til flere uheldige miljøpåvirkninger, som økning i klimagassutslipp og uttømming av naturressurser. Derfor er det behov for tiltak som minimerer mengden matsvinn.

Miljøutfordringer knyttet til manglende åpenhet er et annet aktuelt tema i hele matforsyningskjeden, og særlig i de senere forsyningsstegene. Mangel på åpenhet gjør det utfordrende for forbruker å ta informerte og miljøbevisste matvarebeslutninger, samt for virksomheter å overvåke eget miljøfotavtrykk. Å sikre sporbarhet og åpenhet i matforsyningskjeden er derfor en viktig forutsetning for å fremme bærekraftig praksis blant forbrukere og virksomheter.

2.2.3 Det norske dagligvaremarkedet

Dagligvaremarkedet omfatter grossist- og distribusjonsvirksomhet, og kan forenklet forstås som vareflyten fra produsent, eller leverandør, til detaljist (Skogli et al., 2020). I det norske dagligvaremarkedet leveres den største andelen av matvarevolumene gjennom de tre store grossist- og distribusjonsaktørene; ASKO (NorgesGruppen), Coop Norge og Rema Distribusjon (Rema1000). Som illustrert i *Figur 3* nedenfor, utgjorde markedsandelene 47,3%, 29,5% og 23,2% for de tilhørende aktørene i 2019 (Nielsen, 2020). Overordnet er dagligvaregrossistene ansvarlig for aktiviteter knyttet til lagerhåndtering ved distribusjons- og sentrallagre, transport av matvarer til detaljister og opprettholdelse av krav til kvalitet, holdbarhet og temperaturnivåer.



Figur 3: Fordeling av markedsandeler per grossist (Nielsen, 2020)

2.3 Anvendelse av digitale teknologier

Stadig høyere krav til bærekraftige matvareforsyningskjeder legger press på virksomheter til å revurdere sine forsyningskjeder. For å møte kravet til bærekraftig forsyning fra myndighetene og forbrukerne, har digitale teknologier vist seg å spille en avgjørende rolle. I dette delkapitlet tar vi sikte på å gi en oversikt over noen av de mest betydningsfulle digitale teknologiene i matvareforsyningskjeden.

2.3.2 Internet of Things (IoT) og Big Data

Internet of Things (IoT) har vokst frem til å bli et av de fremste forskningsfeltene innen informasjons- og kommunikasjonsteknologi (Atzori et al., 2017). IoT kan omtales som “*et nettverk av fysiske objekter*” (Patel et al., 2016). Ved hjelp av elektronikk, programvare, sensorer og nett-tilkobling, er de fysiske objektene i stand til å koble seg til hverandre og utveksle data. Det globale nettverket tillater dermed kommunikasjon mellom menneske-og-menneske, menneske-og-ting og ting-og-ting (Madakam et al., 2015). Den store mengden data som IoT-objektene genererer, er sentralt innenfor fenomenet Big Data. Big Data innebærer innsamling og analyse av store datamengder ved hjelp av teknologier som datamodeller, mønstergjenkjenning og kunstig intelligens (Andersen & Bakkeli, 2015). Denne dataen er normalt preget av stor informasjonsvariasjon og endring over tid. IoT og Big Data er teknologier som påvirker og utfyller hverandre. Sammen synes teknologiene å være viktig for matvareforsyningskjeden ved å bidra med verdifull innsikt og sikre databasert beslutningstaking.

2.3.3 Maskinlæring

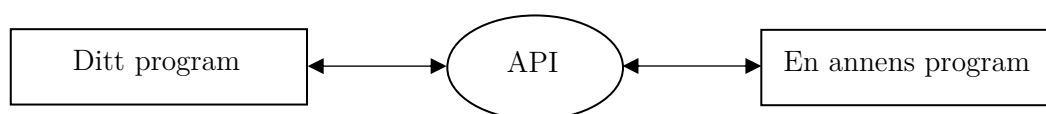
Maskinlæring er en form for kunstig intelligens (AI), og innebærer metoder som lar en maskin eller et system identifisere mønstre i store datamengder (PwC, u.å.). Det kan forenklet forstås som en maskin sin evne til å lære fremfor å bli spesifikt programmert til det (Samuel, 1959). Ved hjelp av AI-systemer og maskinlæring, er maskinlæringsalgoritmer i stand til å utvikle analysemodeller ut fra treningsdata. Effektive algoritmer forutsetter tilgang til et mangfold av data, som historiske salgstall, sesongvariasjoner, værforhold og annen informasjon (Thoresen, 2020). Tilgang til mer

mangfoldig data gir modellene mulighet til å avdekke sammenhenger i komplekse data. Det åpner for verdifull innsikt, og bedre beslutningsgrunnlag. Samtidig muliggjør maskinlæring økt effektivitet gjennom automatiserte driftsprosesser, og mer selvstyrede operasjoner. Sammenlignet med for eksempel finans- og helsesektoren, er det utført mye mindre forskning på bruk av maskinlæring i matvareforsyningskjeden.

2.3.4 Digital plattform

Fremveksten av digitale plattformer åpner for nye måter å organisere økonomiske og sosiale aktiviteter på, og utfordrer tradisjonelle organisasjonsstrukturer (Asadullah et al., 2018). Digitale plattformer beskriver infrastrukturer som formidler interaksjoner mellom ulike brukergrupper (Iden et al., 2021). Ved å anvende informasjonsteknologi, som databaser, skytjenester og dataanalyse, legger digitale plattformer til rette for utveksling av data og tjenester mellom flere brukere. Avhengig av formålet, kan de fungere som en økonomisk markedsplass der kjøpere og selgere kobles sammen (f.eks. Finn.no), en teknologisk markedsplass der digitale produkter selges (f.eks. PayPal), eller en sosial kanal for å samhandle og dele erfaringer og meninger (f.eks. Facebook) (Iden et al., 2021). Digitale plattformer gir viktige fordeler, som effektiv forretningsdrift, raskere utvikling og vekst, lavere transaksjonskostnader og positive nettverkseffekter. I arbeidet med å skape åpne matvareforsyningskjeder, synes plattformene å ha en viktig funksjon i å legge til rette for effektiv kommunikasjon og samarbeid.

Flere digitale plattformer er avhengig av et eller flere API (Application Programming Interface). Ved hjelp av et API, kan programmene få tilgang til og utveksle data med hverandre på en enkel og standardisert måte. På den måten tillater API kommunikasjon mellom to eller flere programmer. *Figur 4* nedenfor gir en enkel illustrasjon av hvordan et program interagerer med et annet program gjennom API-et;



Figur 4: Illustrasjon av API (Iden, 2022)

3. Metode

Dette kapitlet tar sikte på å forklare den kvalitative metoden brukt for å utforske forskningsspørsmålet. Formålet er å redegjøre for studiens forskningsdesign, prosessen for datainnsamling, og hvordan dataen er strukturert og analysert. Ved å presentere og begrunne valg av metode, kan leseren bedre forstå hvordan dataen er fremskaffet og vurdere kvaliteten av forskningsarbeidet.

3.1 Forskningsdesign

Forskningsdesign er en overordnet beskrivelse av hvordan en samler inn og analyserer data for å besvare forskningsspørsmålet (Saunders et al., 2012). Ut fra forskningsspørsmålets karakter og formål, har vi valgt å bruke et eksplorerende design. Forskningsspørsmålet er åpent, noe som muliggjør en bredere forståelse av hvordan digitale teknologier bidrar til mer bærekraftige matvareforsyningskjeder i Norge. I tillegg finnes det begrenset med forskning på dette området, noe som taler for et eksplorerende forskningsdesign.

Å ta utgangspunkt i et eksplorerende forskningsdesign har flere fordeler. Samtidig som det muliggjør grundig analyse av forskningsspørsmålet, gir det oss fleksibilitet til å justere forskningsprosessen underveis (Saunders et al., 2012). Et eksplorerende design kan derimot resultere i ustrukturert forskning, fordi høy fleksibilitet gjør det vanskeligere for oss å tolke omgivelsene (Saunders et al., 2012). I tillegg kan det være utfordrende å definere analysenivået, fordi fokuset vårt kan endre seg underveis i forskningsprosessen. Derfor er det behov for klarhet i forskningsspørsmålet, og at vi tydelig definerer studiens omfang.

3.2 Forskningsmetode

For å besvare forskningsspørsmålet har vi benyttet en kvalitativ forskningsmetode. Gjennom innsamling og analyse av data, har hensikten vært å få en helhetlig forståelse av betydningen digital teknologi har for å fremme matvareforsyningskjeder med lavere miljøavtrykk. Miljøeffekter er i tillegg vanskelig å tallfeste, og dataen er derfor basert på refleksjoner og kunnskap fra aktører i matbransjen. Videre er en kvalitativ metode godt egnet for eksplorerende forskningsdesign (Saunders et al., 2012). Etablering av miljørettede teknologier i norske matvareforsyningskjeder kan hevdes å være i en relativt tidlig fase. Samtidig finnes det begrenset med empirisk data om miljøeffekten av nylig innførte digitaliseringstiltak. Saunders et al. (2012) argumenter for at en kvalitativ forskningsmetode er godt egnet ved slike forhold.

En kvalitativ forskningsmetode er tilpasningsdyktig, og tillater oss å utføre en mer dynamisk forskningsprosess (Saunders et al., 2012). Metoden åpner for en bredere tilnærming, som gir oss mulighet til å undersøke flere aspekter ved forskningstemaet. Å velge en kvalitativ forskningsmetode kan imidlertid være utfordrende. Metoden er tid- og ressurskrevende, og resultatene er ofte vanskelig å systematisere. Derfor er det viktig at vi er bevisste på å ikke overse betydningsfulle faktorer.

3.3 Forskningstilnærming

Kvalitativ forskning kan ha en induktiv eller deduktiv forskningstilnærming (Saunders et al., 2012). Vi har valgt en induktiv tilnærming fordi vi tar sikte på å samle inn data for å utforske trender og mønstre basert på kunnskap og refleksjoner fra informanter. I tillegg finnes det manglende eksisterende teori og empiri om det spesifikke forskningstemaet, og derfor få hypoteser å teste holdbarheten av. Det tyder på at en induktiv tilnærming er mest egnet for vår studie.

3.4 Forskningsstrategi

Forskningsstrategi refererer til en plan for hvordan forskeren vil besvare forskningsspørsmålet (Saunders et al., 2012). Casestudiemetoden, beskrevet som en grundig undersøkelse av et fenomen i virkelige omgivelser, samsvarer godt med kvalitativ forskning. Vi har valgt å utføre en casestudie fordi det åpner for å analysere brede og mer komplekse forhold (Yin, 2018). Samtidig gir denne forskningsstrategien oss en dyp forståelse av samspillet mellom forholdene i omgivelsene og forskningstemaet (Saunders et al., 2009). Det gir verdifulle, empiriske beskrivelser av fenomenet som undersøkes.

Vi bruker en casestudiemetode med flere caser. Å utforske forskjellige aspekter gir mulighet for en helhetlig forståelse av den norske matbransjen, og bidrar med tilstrekkelig grunnlag for å besvare forskningsspørsmålet. Derfor har vi utført intervjuer med flere markedsaktører innenfor ulike deler av matvareforsyningskjeden, der hver aktør blir håndtert som ett case. Det styrket vår innsikt om forskningstemaet, og muliggjorde en bredere sammenligning som tar hensyn til flere aspekter.

3.5 Datainnsamling

Datainnsamling er en viktig del av forskningsarbeidet fordi det gir oss relevant data for å besvare forskningsspørsmålet. Saunders et al. (2012) skiller mellom to kilder til data; primærdata og sekundærdata. Primærdata er data som forskeren selv samler inn, mens sekundærdata er data som allerede er samlet inn for andre formål (Saunders et al., 2012). For å besvare forskningsspørsmålet valgte vi å bruke semistrukturerte dybdeintervjuer, der utvalget består av 8 intervjuer med informanter fra bedrifter innenfor den norske matvarebransjen. De fleste forskningsprosjekter krever en kombinasjon av primærdata og sekundærdata for å svare utfyllende på forskningsspørsmålet (Saunders et al., 2012). Derfor har vi også valgt å bruke sekundærdata i form av ulike dokumenter.

3.5.1 Intervjuer

Primærdataen har vi samlet inn ved hjelp av semistrukturerte dybdeintervjuer. Gjennom den semistrukturerte intervjumetoden har vi mulighet til å stille både strukturerte og ustrukturerte spørsmål (Saunders et al., 2012). De strukturerte spørsmålene er forhåndsdefinerte, følger en bestemt struktur og sørger for å dekke temaer som er relevante for vår forskning. Til sammenligning er de ustrukturerte spørsmålene åpne og uten begrensninger, og gir informantene frihet til å uttrykke egne tanker. En fordel med den semistrukturerte intervjumetoden er å fremme en fleksibel forskningsprosess. I tillegg gir intervjumetoden oss mulighet til å avdekke uventede aspekter som vi ikke har reflektert over tidligere. Det gir oss ny og verdifull innsikt for forskningen. Metoden tillater samtidig mer utfyllende og detaljerte svar, som er nyttig i kvalitative studier der en ønsker å forstå komplekse fenomener grundig. Siden metoden også lar oss stille oppfølgingsspørsmål, unngås store misforståelser.

3.5.2 Utvalg

Vi foretok en strategisk utvelgelse av relevante informanter (Saunders et al., 2012). Strategisk utvelgelse er en prosess der utvalget er bestemt ut fra forskerens vurdering av hvilke informanter som er godt egnet til å svare på forskningsspørsmålet. Saunders et al. (2012) hevder informantene velges fordi de har fellestrekk som er relatert til forskningstemaet. Vi har derfor valgt å begrense studiens informanter til aktører som opererer i norske matvareforsyningskjeder, og som samtidig har relevant kunnskap om digital teknologi for å fremme en bærekraftig matvarebransje. Som følge av matvareforsyningskjedens omfang og kompleksitet, har vi avgrenset forskningen til de tre siste stegene i forsyningskjeden; distribusjon, detaljhandel og forbruker. Utvalget for primærdataen består av 8 intervjuer, med 2-4 aktører inkludert i hver av de tre stegene. Selv om aktører innenfor produksjon og prosessering ikke inngår i utvalget, vil funnene likevel gi et visst inntrykk av matvareforsyningskjeden som helhet. En oversikt over det strategiske utvalget er vist i *Figur 5* nedenfor;

<i>Bedrift</i>	<i>Rolle</i>	<i>Varighet</i>
<i>Distribusjon</i>		
ASKO Sentrallager	Distribusjonssjef	01:03:00
ASKO Sentrallager Kjøl	Markeds- og logistikksjef	00:25:00
ASKO Transport	Markeds- og logistikksjef	00:27:10
Bama Logistikk	Driftssjef	00:25:45
<i>Detaljhandel</i>		
NorgesGruppen	Bærekraftsdirektør	00:36:10
GS1 Norway	Seniorrådgiver	00:20:00
<i>Forbruker</i>		
Throw No More (TNM)	Driftsdirektør	00:29:50
Nofima	Seniorforsker	00:55:20

Figur 5: Oversikt over utvalget av informanter

3.5.3 Intervjuprosessen

For å lykkes med intervjuprosessen er grundige forberedelser viktig (Saunders et al., 2012). Tilstrekkelig kunnskap om den norske matbransjen er nødvendig for å etablere et godt grunnlag for valg av informanter, og for å kartlegge relevante temaer. Vi begynte derfor prosessen med å studere artikler fra tidsskrifter, rapporter, nyheter og andre publikasjoner. Å lese relevante dokumenter ga oss en god forståelse for forskningstemaet, og bidro til å øke studiens troverdighet og pålitelighet. I tillegg motiverte det informantene til å gi mer utfyllende refleksjoner av temaet som ble diskutert (Saunders et al., 2012).

I forkant av intervjuet utarbeidet vi en oversikt over relevante spørsmål og temaer. For å få en klar forståelse av sammenhenger delte vi oversikten inn i tre overordnede seksjoner; “bærekraftsutfordringer”, “digitale teknologier” og “miljøeffekter”. Å intervju aktører fra både distribusjon (ASKO, Bama), detaljhandel (NorgesGruppen, GS1) og forbruker (TNM, Nofima) ga oss dermed god innsikt i de største

miljøutfordringene i de ulike stegene, og hvordan bruk av digitale teknologier er forskjellig mellom dem. For å innhente utfyllende informasjon, varierte spørsmålene og temaene innenfor hver av seksjonene ut fra intervjuobjektets bakgrunn. For eksempel ble spørsmål om transportaktiviteter rettet mot distribusjons-aktører, mens spørsmål om matsvinn i større grad ble rettet mot forbruker-aktører.

Informantene ble kontaktet over mail eller telefon, avhengig av hvilken kontaktinformasjon som var tilgjengelig for oss. Vi beskrev formålet med studien, og formidlet en forespørsel om intervjudeltakelse. Når en forespørsel ble godtatt, fastsatte vi et tidspunkt for intervju. Flere av informantene ønsket å få tilsendt spørsmålene i forkant av intervjuet. På den måten kunne informanten stille mer forberedt, og følgelig bidra til å øke studiens kvalitet. Intervjuene ble utført digitalt over Microsoft Teams, som ga oss større fleksibilitet til å utføre intervjuer på en enkel og effektiv måte. Saunders et al. (2012) hevder et intervju bør utføres i omgivelser der informanten er trygg og komfortabel. Dette tok vi hensyn til ved å utføre digitale intervjuer. En utfordring med digitale intervjuer er derimot å opprettholde en naturlig flyt i samtalen, i tillegg til at tekniske feil kan inntreffe. Videre tok vi taleopptak av alle intervjuene. Det økte vår evne til å fokusere fullt på informantens svar, og formulere gode oppfølgingsspørsmål. Taleopptakene hindret i tillegg relevant informasjon fra å gå tapt. Alle intervjuene ble utført i uavbrutte omgivelser, og varte i 20-60 min.

3.5.4 Innsamling av sekundærdata

Formålet med sekundærdata er å bidra med økt kunnskap om forskningstemaet (Saunders et al., 2012). Å bruke sekundærdata ga oss et godt grunnlag for å undersøke effekten digitale teknologier har på bærekraftigheten til norske matvareforsyningskjeder. I tillegg ga sekundærdata oss mulighet til å analysere utvikling over tid, og bidro til å styrke påliteligheten til forskningsfunnene. Sekundærdataen ble hentet fra flere kilder, og består av data fra rapporter (bærekraftsrapporter, kartleggingsrapporter, offentlig rapporter osv.) og artikler fra Regjeringen, FN, Mattilsynet, Sintef, Norsus og forskere.

3.6 Analyse av data

Når datainnsamlingen var gjennomført, ble det behov for å organisere og analysere datamaterialet. Vi brukte transkribering og tematisk koding for å analysere den kvalitative dataen (Saunders et al., 2012). Tematisk analyse viser til en systematisk metode for analyse av kvalitativ data. Formålet er å avdekke relevante temaer, mønstre og sammenhenger i dataen (Saunders et al., 2012). Dette gjorde vi ved å strukturere datamaterialet på en systematisk måte. Analyse av data er en viktig del av forskningsarbeidet, og er nødvendig for å gi et pålitelig svar på forskningsspørsmålet.

Vi begynte analysearbeidet med å transkribere taleopptakene fra intervjuene. For å bli godt kjent med dataen valgte vi først å lese og analysere de transkriberte intervjuene hver for oss (Saunders et al., 2012). Det ga oss mulighet for å gjøre egne refleksjoner og tolkninger av dataen, uten at vi ble påvirket av den andre. På den måten la vi til rette for en nøyaktig og objektiv analyse av datamaterialet, noe som er viktig for å øke forskningens troverdighet. Etter å ha studert dataen individuelt, samlet vi oss for å sammenligne, diskutere og samordne refleksjoner og funn i dataen. Vi utvekslet tanker og oppfatninger, og drøftet likheter og forskjeller. Samlet bidro dette til å styrke vårt analytiske arbeid.

Det transkriberte datamaterialet ble analysert ved hjelp av tematisk koding. Kodene har til formål å reflektere betydningen av datamaterialet, og gi grunnlag for å identifisere sentrale mønstre og temaer (Saunders et al., 2012). Robson et al. (2016) hevder tematisk koding er godt egnet for analyse av kvalitativ data, fordi metoden gir forsker fleksibilitet til å avklare koder underveis i forskningsarbeidet. Kodene vi benyttet var tilknyttet relevante ord, fraser, setninger eller avsnitt funnet i datamaterialet (Anker, 2020). For hver av de tre stegene i forsyningskjeden (ref. distribusjon, detaljhandel og forbruker), samlet vi inn kodene i tre overordnede temaer; "Bærekraftig utfordringer", "Digitale teknologier" og "Miljøeffekter". De overordnede temaene var sammensatt av flere koder, og kodene ble videre kategorisert i relevante undertemaer. Bruk av koder og kategorisering tillot sammenligning på tvers av bedrifter og steg i forsyningskjeden, og var viktig for å forstå det komplekse datamaterialet.

4. Funn

I dette kapittelet vil relevante og fremtredende funn presenteres. Inndelingen av kapittelet tar utgangspunkt i de tre siste stegene i matvareforsyningskjeden; distribusjon, detaljhandel og forbruker. Kapittelet er videre utformet med den hensikt å presentere i) hva de største bærekraftsutfordringene er, ii) hvilke digitale teknologier som benyttes og iii) hvilke miljøeffekter teknologiene gir, innenfor hvert av de tre stegene.

4.1 Distribusjon

4.1.1 Bærekraftsutfordringer

Funnene våre, i kombinasjon med tidligere litteraturgjennomgang, viser at distribusjon omfatter flere sentrale miljøutfordringer. En av utfordringene er matsvinn som følge av overflødige lagerbeholdninger ved sentrallagrene, i tillegg til lang ledetid og kort holdbarhet for kjøle- og ferskvarer. Matvarer som går tapt til svinn innebærer unødvendig bruk av ressurser og klimagassutslipp. Beregnet matsvinn i distribusjonsleddet er imidlertid lavt sammenlignet med den totale matomsettingen (Stensgård et al., 2023). En annen sentral miljøutfordring forbundet med distribusjon, er utslipp fra transportaktiviteter. Kjøretøyene som benyttes til å transportere matvarer over lange avstander bruker primært fossilt drivstoff og energi, noe som påvirker miljøet uheldig (Caputo et al., 2013). I tillegg bidrar dårlig utnyttelse av samlasting og lave fyllingsgrader på lastebilene til flere kjøreturer enn nødvendig, og dermed unødvendig klimagassutslipp. Å opprettholde riktige temperaturnivåer under lagring og transport utgjør også en belastning for miljøet fordi varme, kjøle- og frysefasilitetene i stor grad er energi- og ressurskrevende. For å møte miljøutfordringene i distribusjonsleddet har bruk av teknologi vist seg å spille en viktig rolle.

4.1.2 Anvendelse av teknologier

Teknologi for bedre lagerstyring - og logistikk

Grossist- og distribusjonsvirksomhetene i norsk dagligvare har beveget seg mot stadig mer automatiserte planlegging- og lagerstyringssystemer. Ved hjelp av prognoseteknologi og avanserte algoritmer bidrar teknologisystemene til forutsigbare etterspørselsprognoser for fremtidig lagerbeholdning og bestillingsbehov. Prognosene baserer seg på analyse av store mengder data, som f.eks. salgsdata, lagernivå, kampanjer, sesongvariasjoner, værforhold, konkurrenter og endring i markedstrender. Gjennom mer effektiv informasjonsflyt sørger systemene for å redusere usikkerhet ved å bidra til bedre samsvar mellom vareforsyning og etterspørsel. Flere av informantene med innsikt om distribusjon understreker betydningen av automatiserte planlegging- og lagerstyringssystemer for å minimere mengden matsvinn som følger av overflødige lagerbeholdninger og utgåtte varer. Regjeringen og den norske matvarebransjen har fastsatt klare mål for å redusere matsvinnet, og distribusjonssjef ved ASKO Sentrallager uttaler følgende;

“Vi arbeider aktivt for å nå målet om å halvere matsvinnet innen 2025 i tråd med NorgesGruppens overordnede klimamål. I dette arbeidet har det automatiske vareforsyningssystemet, NG Flyt, vært et av de viktigste grepene”

NG Flyt, beskrevet som NorgesGruppen sitt verktøy for automatisk vareforsyning, bidrar til bedre vare- og informasjonsflyt mellom leverandørene, distributørene og dagligvarebutikkene. Systemet sørger for mindre overproduksjon, riktig volum i butikk og færre antall returer. Ved hjelp av NG Flyt er dagligvarebutikkene bedre egnet til å foreta mer treffsikre bestillinger. *“Forsyningssystemet gjør at dagligvarebutikkene har akkurat det som blir etterspurt i hyllene – hverken for mye eller for lite”*, blir det uttalt. I tillegg varsler systemet når en matvare nærmer seg utgått på dato, som gir dagligvarebutikken den digitale informasjonen den trenger for å unngå svinn ved å senke prisen på varen. Det automatiske vareforsyningssystemet, som i dag er tatt i

bruk av over 1000 norske dagligvarebutikker, har dermed en viktig funksjon for å nå målet om å halvere matsvinnet innen 2025 sammenlignet med 2015.

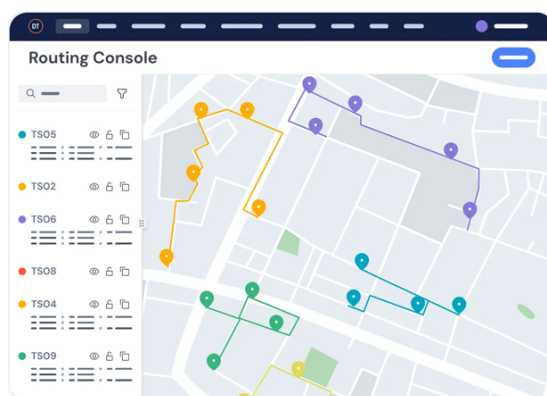
Markeds- og logistikksjef ved ASKO Sentrallager Kjøl trekker også frem betydningen av NG Flyt i arbeidet med å redusere matsvinn. Informanten understreker effekten systemet har for å sikre distribusjon av ferske matvarer med lang gjenværende holdbarhet til forbruker. *“For å forhindre matsvinn er det viktig at varer får lengst mulig tid hos forbruker og minst mulig tid på våre lagre”*, blir det uttalt. I tillegg til effektive vareforsyningsystemer, har utvikling fra manuelle til stadig mer automatiserte sentrallagre en viktig funksjon i håndtering av ferske matvarer med korte holdbarheter. ASKO sitt sentrallager for kjølevarer er utstyrt med flere avanserte teknologier, alt fra roboter for plukking, sortering og stabling av varer, til sensorer for overvåking av temperaturer, fuktighet og lysforhold. *“Økende grad av automatisering i våre lagerfunksjoner gjør oss i stand til å redusere ledetiden og forbedre holdbarheten til ferske kjølevarer”*, presiserer informanten videre. Som et resultat av et mer automatisert sentrallager har holdbarheten til ferske kjølevarer så langt økt med en hel dag. Forbedring av holdbarhet understrekes av informanten å være avgjørende for å redusere matsvinnet. I tillegg til å minimere matsvinn, er redusert energibruk en viktig miljøambisjon for ASKO. Derfor har ASKO investert i solcelleanlegg, berg- og jordvarme og gjenbruk av overskuddsenergi fra kjøl- og fryseanlegg.

Teknologi for effektiv og utslippsfri transport

Distribusjon av matvarer gjennom transportaktiviteter er en av de største miljøutfordringene i forsyningskjeden (Aronsson & Høge Brodin, 2006). Funnene våre viser at utvikling av miljøvennlige og teknologiske transportløsninger muliggjør store reduksjoner i utslipp fra transportaktivitet. *“ASKO har et mål om utslippsfri varetransport innen 2026”*, uttaler markeds- og logistikksjef ved ASKO Transport. For å nå målet benytter ASKO hovedsakelig fornybare alternativer til drivstoff og anvender batteri- og hydrogenelektriske lastebiler. *“Per i dag har vi rundt 40 biogassdrevne distribusjonsbiler og 70 elektriske lastebiler, og tallene fortsetter å vokse”*, påpeker informanten. Bruk av biogassdrevne lastebiler for å minimere utslippene trekkes tilsvarende frem som et viktig miljøtiltak for Bama, ifølge driftssjef

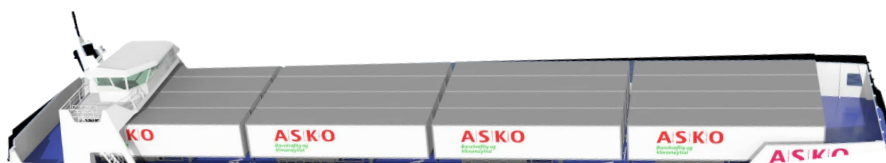
ved Bama Logistikk. Begge informantene fremhever utfordringer forbundet med høye totalkostnader for miljøvennlig kjøretøy og behovet for et mer effektivt ladenettverk med flere ladepunkter.

For å dra fullt nytte av kjøretøyene, har systemer for transport- og ruteplanlegging en viktig funksjon. Ved hjelp maskinlæring og GPS-teknologi, bidrar slike systemer til å kartlegge de mest egnede kjørerutene basert på analyse av relevant data. Dette inkluderer data om alt fra antall leveranser, leveringssteder og tidspunkter, til trafikkforhold, fartsgrenser og drivstofforbruk. Ved å finne effektive kjøreruter bidrar transport- og ruteplanleggingssystemer til å redusere antall kjørte kilometer, og følgelig til lavere utslipp av forurensende stoffer. Samtidig bidrar bedre ruteplanlegging til enklere tilrettelegging for økt samlasting av varer. Å optimalisere lastekapasiteten vil senke behovet for antall kjøreturer, og dermed medføre ytterligere utslippsreduksjon. Informanten fra ASKO Transport understreker også betydningen ruteplanleggingsverktøy har for økt leveringseffektivitet. *“I tillegg til høyere krav om lavere klimaavtrykk, er det også en forventning om at ferske matvarer leveres rask, ofte og innenfor begrensede tidsrammer. Å effektivisere leveransekjeden er derfor helt nødvendig.”*, uttaler informanten avslutningsvis. Hvordan ruteplanleggingsverktøy er tilpasset og utformet varierer fra en distributør til annen. *Figur 6* gir en enkel illustrasjon av hvordan verktøyet potensielt ser ut;



Figur 6: Enkel illustrasjon av et verktøy for ruteoptimalisering (DT, 2022)

Etter hvert som teknologien utvikles, har distribusjonsvirksomheter tatt i bruk stadig mer avansert teknologi i deres miljøarbeid. Et eksempel er ASKO sin nylige etablering av elektriske sjødroner for å sikre effektiv og utslippsfri varetransport (se *Figur 7*). Sjødronene inngår som et sentralt ledd i ASKO sin nullutslipp-strategi, og har til hensikt å frakte varer mellom øst-og vestsiden av Oslofjorden. *“Dette er en verdensteknologi for å fremme bærekraftige og innovative logistikk-løsninger”*, påpeker bærekraftsansvarlig ved NorgesGruppen. I samtalen uttales det videre at de elektroniske sjødronene vil kunne bidra til å redusere antall veikilometer med en million, minske CO_2 -utslippene med 5000 tonn per år, samt gi betydelig lavere transportkostnader. Selv om sjødronene per i dag er førerstyrt, har ASKO et mål om førerløse sjødroner innen 2024. De mulighetene elektriske vannfartøy og førerløse transportalternativer tilbyr er til stor fordel for aktører i andre bransjer, både i Norge og i utlandet.



Figur 7: Illustrasjon av sjødrone (Stensvold, 2019)

Teknologi for temperaturovervåking

«Riktig temperatur er en avgjørende faktor for levetiden til matvarer», uttaler markeds- og logistikksjef ved ASKO Transport. Å sørge for stabile og spesifikke temperatur- og fuktighetsnivåer under lagring og transport er viktig for å opprettholde matvarenes kvalitet og holdbarhet, og følgelig forhindre unødvendig matsvinn. Derfor stiller Mattilsynet detaljerte krav om grundig temperaturovervåking og kontroll for norske distribusjon- og transportvirksomheter (Mattilsynet, 2016). Generelt er kravene de samme uavhengig av om varene oppbevares ved et lager eller transporteres i distribusjonskjeden. Derimot stilles det strengere krav til matvarer som er lett bederlige (kjølte varer og ferskvarer), enn til de som bedre evner å motstå forringelse

(tørrvarer). *“Å opprettholde riktige temperaturer for kjølte varer og ferskvarer er i større grad miljøbelastende da kjøle- og fryseprosesser er mer energi- og ressurskrevende”*, forteller informanten fra ASKO Sentrallager Kjøøl. Bruk av innovativ kjøle- og fryseteknologi er derfor avgjørende for å sikre mer miljøvennlige temperatursystemer. Informanten fra Bama Logistikk uttaler følgende;

“Våre lastebiler bruker moderne kjøleaggregater, som benytter et resirkulert og rensset kuldemedium. Denne kjøleteknologien gjør aggregatene våre mer miljøvennlige.”

Flere av distribusjonsbilene til de store grossist- og distribusjonsaktørene i Norge anvender i dag kryogene kjøle- og fryseaggregater fremfor tradisjonelle dieseldrevne aggregater (Meland, et al., 2015). Kjøleteknologien benytter nøytrale og utslippsfrie kuldemedier, og blir omtalt som *“et teknologisk og bærekraftig fremskritt”*. Samtidig som kryogen nedkjøling bidrar til miljøfordeler som lavere klimagassutslipp og redusert energiforbruk, sørger det også for rask nedkjøling, korrekt temperatur, bedre kvalitet, lengre holdbarhet og mindre støy (Meland, et al., 2015). Både Rema Distribusjon og ASKO er ledende i bruk av klimavennlig CryoTech-teknologi for nedkjøling. Per i dag er rundt 96% av lastebilene til Rema Distribusjon og over 200 av distribusjonsbilene til ASKO utstyrt med aggregater som benytter kryogen kjøleteknologi (Rema 1000, 2020). *“Selv om kuldemediene som anvendes er utslippsfrie, er kjøleaggregatene fremdeles dieseldrevne”*, understreker informanten fra Bama Logistikk. Likevel er det lite tvil om at inntreden av mer avansert kjøleteknologi har stor betydning for å minimere totale miljøpåvirkninger.

For å overvåke at riktig temperatur og kvalitet opprettholdes i distribusjonskjeden er kjøleaggregatene normalt utstyrt med sensorer som muliggjør automatiserte temperaturlogger. Sensorene samler inn temperaturdata i sanntid, og overfører dataen automatisk til temperaturloggene. Det gir mulighet for temperaturlogger som kontinuerlig registrerer, lagrer og overvåker temperaturer på en pålitelig og oversiktlig måte. Følgelig hjelper loggene distribusjonsaktørene med å sikre riktig temperaturforhold og opprettholde matvarenes kvalitet og holdbarhet. I tillegg gjør

loggene det enklere å oppdage og foreta nødvendig tiltak hvis avvik skulle oppstå. Bama Logistikk er en av aktørene som aktivt anvender automatiserte temperaturlogger. Ifølge driftssjefen, er loggene tilknyttet en skytjeneste som muliggjør deling av relevant data på tvers av virksomheter. Informanten understreker betydningen dette har for å sikre bedre samarbeid og økt åpenhet i hele distribusjonsskjeden.

4.1.3 Miljøeffekter

Analyse av dataen viser at teknologiske løsninger er av stor betydning for å sikre mer miljøvennlig distribusjon av matvarer. For det første har mer nøyaktige etterspørselsprognoser, redusert ledetid og forbedret holdbarhet til forbruker resultert i betydelig mindre matsvinn. Ifølge informanten fra ASKO Sentrallager Kjøl, er matsvinnet i dagligvaremarkedet redusert med over 30% siden 2015. Dette som følge av blant annet automatiserte planlegging- og lagerstyringssystemer, som sørger for bedre lagerstruktur og informasjonsflyt, samt teknisk avanserte sentrallagre. Investering i fornybare energikilder, som etablering av solcellepaneler på lagrenes tak, gir også klare miljøeffekter. *“Sett bort fra transport, er ASKO i dag selvforsynt med fornybar energi”*, uttaler informanten fra ASKO Sentrallager.

Videre har mer miljøvennlige og teknologiske transportløsninger muliggjort store reduksjoner i utslipp av CO_2 og andre forurensende stoffer. Fra 2008 til 2019 har ASKO, som en av Norges største transportbedrifter, redusert utslippene per transporterte varevolum med hele 69% (NorgesGruppen, u.å). En sentral pådriver for reduksjonen er overgang fra dieseldrevne til stadig flere batteri- og biogassdrevne lastebiler, samt teknologi som tilrettelegger for effektive kjøreruter, bedre samlasting og høyere fyllingsgrader. I tillegg til å bidra med miljøfordeler som lavere klimagassutslipp, har miljøtiltakene resultert i lavere transportkostnader og følgelig høyere lønnsomhet.

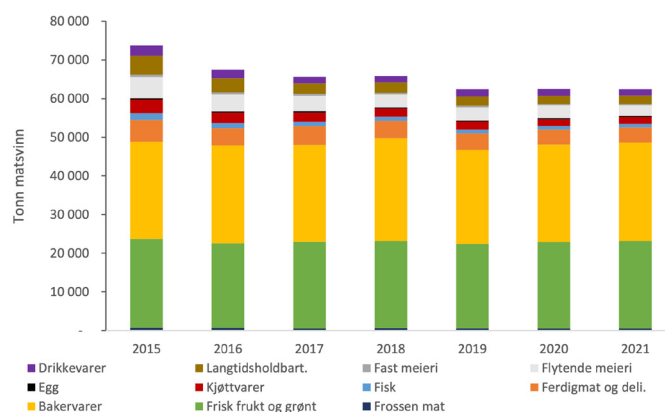
Samtidig har utvikling av klimavennlige kjøle- og fryseteknologier, og introduksjon av innovative temperaturovervåkingssystemer, vist å ha flere positive effekter på miljøet. Ved å ta i bruk mer energieffektive og CO_2 -nøytrale kuldemedier i kjøle- og fryseanlegg

bidrar distribusjonsaktørene til å redusere klimautslipp som fører til global oppvarming. Videre sørger automatiserte temperaturovervåkingssystemer for redusert energiforbruk ved å forhindre overdreven bruk av kjøle- og fryseanlegg. Systemene kan også bidra til å redusere matsvinn ved å overvåke og forsikre at matvarene oppbevares og transporteres ved optimale temperaturnivåer uten avvik.

4.2 Detaljhandel

4.2.1 Bærekraftsutfordringer

Sammenlignet med *distribusjon*, ansees prosesser innen *detaljhandel* å være mindre miljøbelastende (Yakovleva, 2007). Ifølge våre funn, og kunnskap fra tidligere litteraturgjennomgang, omfatter likevel detaljhandel noen sentrale miljøutfordringer. For det første krever drift og vedlikehold av utsalgssteder et høyt energiforbruk, både til varme- og kjøleanlegg for oppbevaring, belysning, oppvarming av lokalet og andre energikrevende aktiviteter. Bevissthet om energiforbruk og iverksettelse av energibesparende tiltak er derfor nødvendig for å redusere miljøpåvirkningene fra energibruk. I tillegg til høyt energiforbruk er detaljhandel ansvarlig for store mengder matsvinn. Ifølge en rapport fra Norsk Institutt for Bærekraftsforskning, Norsus, står detaljhandel for 15% av det totale matsvinnet i Norge (Stensgård, et al., 2023). Av matsvinnet, viser *Figur 8* nedenfor at “bakevarer” og “frisk frukt og grønt” utgjør de største varegruppene. Rapporten fra Norsus fremhever overbestilling, feilaktige prognoser, utgåtte holdbarhetsdatoer, redusert kvalitet og feil oppbevaringsforhold som hovedårsaker til matsvinnet. Flertallet av de norske dagligvarebutikkene anvender derfor teknologi, i varierende omfang, for å redusere matsvinnet i detaljhandel-steget.



Figur 8: Matsvinn fordelt på varegruppe (Stensgård et al., 2023)

4.2.2 Anvendelse av teknologier

Teknologi for økt miljøovervåkning og lavere energiforbruk

Norsk detaljhandel arbeider aktivt med å redusere energiforbruket i dagligvarebutikkene. I dette arbeidet har teknologi vist seg å være virkningsfullt. En av teknologiene som anvendes er digitale miljøovervåkningssystemer. Systemet sørger for automatisk loggføring av energiforbruk, temperaturer, luftkvalitet og fuktighet. *“På den måten tillater systemet større grad av kontroll, og bidrar til optimalisering og forbedring av energieffektiviteten”*, uttaler Bærekraftsansvarlig i NorgesGruppen. Verktøyet gjør det enklere å identifisere og rette opp i avvik, som f.eks. overdreven energibruk. På den måten begrenses uønskede miljøpåvirkninger. Ut over miljøovervåkningssystemer, benytter flertallet av de norske dagligvarebutikkene både energibesparende LED-belysning, miljøvennlig varme- og kjøleanlegg og moderne ventilasjonssystemer. Installering av solcelleanlegg for å forsyne butikkene med fornybar energi er også et viktig initiativ i detaljhandel. I tillegg til å være en bærekraftig kilde til energi, gir solcelleteknologi dagligvarebutikkene en økonomisk fordel som følge av lavere energikostnader.

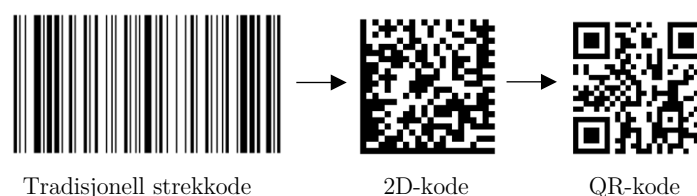
Teknologi for mer effektiv logistikkflyt

Å ta i bruk teknologi for å formidle produktinformasjon er et viktig tiltak for å redusere matsvinnet i detaljhandel. Dynamisk informasjon i strekkoden, såkalt todimensjonale strekkoder (2D-koder), er et eksempel på et digitalt verktøy som nylig ble introdusert i norsk dagligvarehandel med formål om å redusere matsvinn. Dette ved å tilrettelegge for økt åpenhet og sporbarhet i forsyningskjeden. Todimensjonale strekkoder skiller seg fra tradisjonelle lineære strekkoder ved å inkludere mer informasjon om matvaren, som holdbarhetsdato, identifikasjonsnummer, ingrediensopphav og merkevareprodusent. Ved å bruke 2D-koder får dagligvarebutikkene samtidig en digital oversikt over matvarene, fordi varene registreres både ved butikkens varelager, påfylling i hylle og salg i kasse (Menkerud, 2023).

Å dra nytte av egenskapene til 2D-koder gir mulighet for konkrete matsvinn-tiltak. Med mer detaljert data om hvor lenge matvarene oppbevares i butikk, kan dagligvarebutikkene bedre tilpasse lagerbeholdningen. Gjennom mer nøyaktig lagerhold unngår butikkene overfylte lagre med utgåtte matvarer, og hindrer dermed unødvendig matsvinn. Bærekraftsansvarlig ved NorgesGruppen trekker videre frem muligheten 2D-koder gir for dynamisk nedprising ut fra varens holdbarhetsdato, og uttaler følgende;

“Siden 2D-koder sørger for mer presis informasjon om når varene i hyllene nærmer seg utløpsdato, vil dagligvarebutikkene enklere klare å nedprise alle varene som står i fare for å bli kastet – og følgelig redusere svinnet.”

Overgangen fra lineære til todimensjonale strekkoder i Norge er resultatet av et lengere samarbeid mellom NorgesGruppen, Matvett og GS1 Norway (GS1 Norway, 2023). Flere av NorgesGruppens egne merkevarer, tilgjengelig i butikker som Meny, Kiwi, Spar og Joker, inkluderer 2D-koder. *“Håpet er at resten av matbransjen og markedet vil følge etter”*, uttaler informanten fra NorgesGruppen. På sikt er målet å kombinere 2D-koder med et verktøy for forbrukerinformasjon, kalt Digital Link, i en QR-kode som påføres matvaren (GS1 Norway, 2023). Med en QR-kode vil forbrukere, gjennom en enkel mobilskanning, kunne få tilgang til detaljert sanntidsinformasjon om matvarene og deres livssyklus. Dermed er forbrukerne bedre egnet til å ta informerte og miljøvennlige matvarevalg. Å integrere kodeteknologi krever betydelige ressurser forbundet med oppdatering, håndtering og vedlikehold av både programvare, skannere og kassesystemer.



Figur 9: Fra lineær strekkode og 2D-kode – på vei mot QR-kode

Andre digitale tiltak er også iverksatt i norsk detaljhandel for å redusere matsvinnet. Siden “bakevarer”, først og fremst brød, er en av varegruppene med høyest forekomst av matsvinn (se *Figur 8*), er automatiske stekeverktøy innført som et initiativ for å forebygge brødsvinn i Meny's butikker. Det digitale verktøyet er basert på maskinlæring og avanserte algoritmer, og benytter blant annet historiske salgsdata, sesongvariasjoner og kampanjeeffekter for å forutsi hvor mange brød hver enkelt dagligvarebutikk bør produsere. *“Tanken er å optimalisere vareflyten og sikre bedre samsvar mellom tilbud og etterspørsel av brød”*, uttaler Bærekraftsansvarlig i NorgesGruppen. Informanten beskriver videre teknologien som *“nyskapende og fremtidsrettet”*, og fremhever at *“målet er å redusere antall brød med 30% i løpet av et år, noe som tilsvarer en million brød”*.

Teknologi for sirkulære emballaseløsninger

Emballasje har en viktig funksjon i å gi beskyttelse av matvarer, og tilfredsstillende økende krav til holdbarhet, kvalitet og mindre matsvinn (Emballasjeforeningen, 2019). Samtidig representerer forbruk av plastemballasje et omfattende energi- og avfallsproblem i alle ledd i forsyningskjeden. For å møte miljøproblemet, la EU-kommisjonen i 2022 frem et forslag til en ny forordning om emballasje (European Commission, 2022). Målet med forordningen er å forhindre emballasjeavfall, unngå overdreven emballasjebruk og utforme emballasje egnet for materialgjenvinning. *“Her vil anvendelse av teknologi være helt essensielt”*, understreker seniorrådgiver ved GS1 Norway. For å dra nytte av emballasjeavfallet, anvender Norge nyere gjenvinningsteknologi for innsamling, sortering og ombruk av emballasjematerialer. Som et eksempel har Norge et av Europas mest innovative og avanserte sorteringsanlegg (Deloitte, 2019). Det helautomatiske anlegget anvender sensorteknologi, som ved hjelp av infrarød varmestråling, gir mulighet for å avlese, analysere og kategorisere type materiale og materialkvalitet (Deloitte, 2019). Det resirkulerte materialet kan igjen brukes til å fremstille plastemballasje og andre produkter. På den måten skapes et sirkulært system for emballasje.

4.2.3 Miljøeffekter

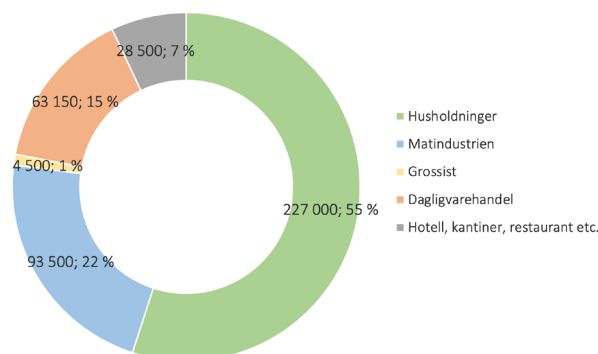
Våre funn viser at teknologi har en stor betydning i arbeidet mot en bærekraftig detaljhandel. For det første bidrar miljøovervåkningssystemer, sammen med blant annet energisparende LED-belysning, innovative varme- og kjøleanlegg og solcelleteknologi, til et lavere samlet energiforbruk. Å etablere bærekraftig energiteknologi reduserer utslipp fra energiproduksjon ved å bidra til en mer ressurseffektiv energiforsyning. Samtidig gir slike teknologier mulighet for økonomiske besparelser gjennom høyere kostnadseffektivitet. I tillegg til mer etablerte energiteknologier, har utvikling av nyere teknologi et stort potensial for å sikre ytterligere miljøeffekter. Ifølge Bærekraftsansvarlig i NorgesGruppen er introduksjon av dynamisk strekkode et viktig tiltak for å øke tilgjengelighet av informasjon og redusere matsvinn i detaljhandel. Resultater fra et pilotprosjekt med 2D-koder i Meny viste en reduksjon av matsvinn tilsvarende 18%, målt i omsetning. *“Vi er foreløpig kun i en startfase”* uttaler informanten, og hevder *“resten av dagligvaremarkedet må følge etter for å dra full nytte av potensialet til 2D- og QR-koder”*. Flere av informantene, på tvers av ledd i forsyningskjeden, trekker frem miljøproblemer forbundet med emballasje. Til tross for innovativ teknologi for gjenvinning av emballasje, har Norge fremdeles en vei å gå i utvikling av mer intelligent matvare-emballasje.

4.3 Forbruker

4.3.1 Bærekraftsutfordringer

Ifølge en rapport fra Norsus, står forbrukere for over halvparten av det beregnede matsvinnet i Norge (Stensgård et al., 2020). Som vist i *Figur 10*, var forbrukere ansvarlig for 227 000 tonn matsvinn i 2019, tilsvarende 55% av det totale matsvinnet. *“Hvis matsvinn var et land, ville det vært den tredje største kilden til klimagassutslipp”*, står det i en rapport fra FNs miljøprogram (Forbes et al., 2021). I tillegg til å utgjøre 8%-10% av de globale klimagassutslippene, belaster matsvinn avfallshåndteringssystemer, forverrer matsikkerheten, og bidrar til tap av natur og biologisk mangfold (UNEP, 2021). Samtidig medfører matsvinn økonomiske utfordringer fordi ressursene lagt inn i produksjon og distribusjon går tapt. Derfor har FNs bærekraftsmål 12.3 til hensikt å halvere matsvinnet innen 2030 (Regjeringen,

u.å.). Det er flere årsaker til hvorfor forbrukere står for den største andelen av matsvinnet. Passert holdbarhetsdato og begrenset kunnskap trekkes frem som sentrale hovedgrunner. En annen utfordring er forbundet med mangel på åpenhet om matvarenes livssyklus og klimaavtrykk. Forbrukere blir stadig mer miljøbevisste. Begrenset tilgang på informasjon gjør det derimot vanskelig for forbrukere å ta informerte og miljøvennlige matvarevalg.



Figur 10: Totalt matsvinn i Norge fordelt på verdikjedeledd (Stensgård et al., 2020)

4.3.2 Anvendelse av teknologier

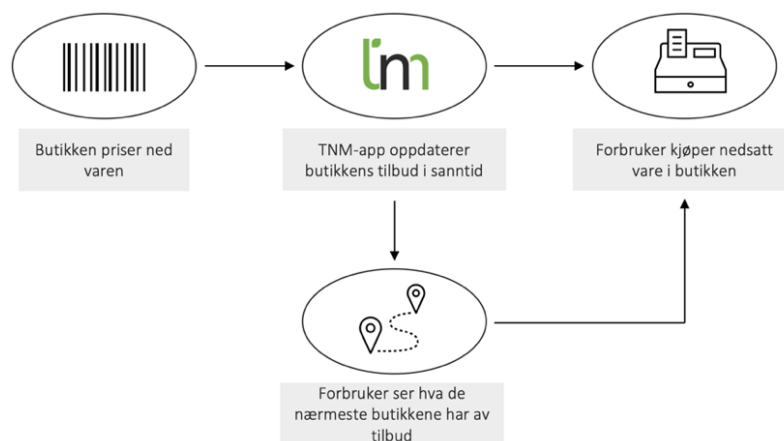
Teknologi for markedsføring av nedprisede varer

Som følge av økende fokus rettet mot å redusere matsvinn, vokser stadig nye digitale forretningsmodeller frem. For å møte FNs bærekraftsmål om å halvere matsvinnet innen 2030, har fremtreden av digitale plattformer spilt en viktig rolle. Felles for flere er at de digitale plattformene brukes til markedsføring av nedprisede matvarer. Et av de viktigste og mest effektive tiltakene for å minimere matsvinn er å tilby forbruker matvarer, som nærmer seg utgått på dato eller er overskuddsvarer, til lavere pris enn utsalgspris (Stensgård, et al., 2020). *Throw No More (TNM)* og *Too Good To Go (TGTG)* er eksempler på digitale plattformer som bidrar til å begrense matsvinn ved å dra nytte av forbrukernes ønske om lavere matpriser. Dette ved at applikasjonene forbinder aktører og forbrukere gjennom en felles markedsplass.

Norske *Throw No More* er en av flere nyoppstartede aktører med formål å redusere matsvinn. *“Dagligvarebutikkene mangler en måte å nå ut til forbrukere når de har overskuddsvarer. De har markedskanaler for kampanjer og tilbud, men ingen kanal for*

varer som nærmer seg utgått på dato eller settes ned av andre grunner”, uttaler teknologiselskapets driftsdirektør. Dette har *TNM* løst ved å koble dagligvarebutikk og forbruker sammen. *TNM*-appen, som anvendes av over 680 dagligvarebutikker i Norge, blir beskrevet som et digitalt utstillingsvindu for matvarer med kort holdbarhet. Det gir forbruker kontinuerlig oversikt over hva som finnes av nedprisede varer i en nærliggende dagligvarebutikk. *“Fordelen er at forbruker kan kjøpe datovarer uavhengig av tidspunkt. De kan selv plukke det de vil ha, slik at de enkelt kan planlegge”*, understreker informanten. Med *TNM*-appen kan forbrukere bidra til å redde matvarer som står i fare for å bli kastet.

TNM-appen er en tjeneste som baserer seg på databehandling og forbrukerelektronikk. *“Vi er et SaaS-selskap, eller Programvare som en Tjeneste, som betyr at vi leverer en applikasjon over Internett – som en tjeneste”*, uttaler informanten videre. *Throw No More* fungerer som et behandlingssystem og en utgiver av data levert av eksterne systemer, der dataen mottas, behandles og legges ut i sanntid. Den digitale plattformen er fullt integrert, ved bruk av API, med NorgesGruppens systemer. Gjennom plattformen kan dagligvarebutikker legge inn varer som nærmer seg utgått på dato til prosentvis rabatterte priser. Denne informasjonen videreføres til *TNM* sitt back-end system, før den automatisk vises i *TNM*-appen og synliggjøres for forbruker. I tillegg til å vise rabattert pris, er varene påført en strekkode. Når strekkoden scannes ved betaling, vil matvaren automatisk fjernes fra *TNM*-appen. Dermed er forbruker til enhver tid oppdatert om hvilke nedprisede matvarer som er tilgjengelig. *Figur 11* nedenfor gir en enkel illustrasjon av hvordan den digitale tjenesten fungerer;



Figur 11: Illustrasjon av hvordan TNM-appen fungerer

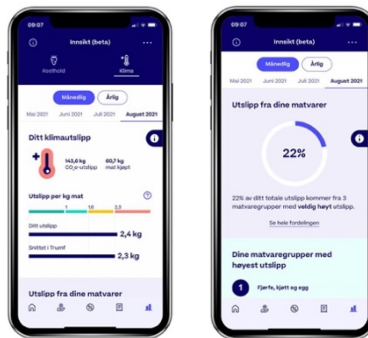
Som teknologiselskap arbeider *TNM* aktivt med å ta i bruk nye og mer avanserte teknologier. En av teknologiene som ansees å ha stort fremtidig potensial, ifølge *TNM*, er 2D-koder. Derfor skal *TNM*, i et forskningsprosjekt med Nofima, Matvett og GS1, undersøke hvilke muligheter produktinformasjon i 2D-koder kan gi. “*Det som er gøy med 2D-koder er at de inneholder mye mer informasjon om produktene enn tidligere strekkoder*”, uttaler informanten. Formålet med forskningsprosjektet er dermed å utforske hvorvidt synliggjøring av mer produktinformasjon, f.eks. holdbarhet, innholdsfortegnelse og identifikasjonsnummer, bidrar til redusert matsvinn. I tillegg kan 2D-koder være en viktig kilde til data for maskinlæring fordi det bidrar med mer detaljerte data (Jain, et al., 2020). Ifølge driftsdirektøren benytter ikke *TNM* maskinlæring per i dag. “*I fremtiden håper vi å kunne bruke maskinlæring for å bedre utnytte innsikten *TNM* får om datovarer*”, understreker informanten avslutningsvis.

En mer etablert digital plattform, som deler det samme målet som *Throw No More*, er *Too Good To Go*. “*Mens *TNM* er leddet i dagligvarebutikkene, er *TGTG* det etterfølgende leddet rett før matvarene må kastes*”, uttaler *TNM* sin driftsaktør. Som en ledende matsvinn-app globalt, har *TGTG* en sentral rolle i å redusere matsvinnet helt i enden av matvareforsyningskjeden. Ved hjelp av teknologi kobler *TGTG*-appen restauranter, kafeer og dagligvarebutikker som har overskuddsvarer, med forbrukere som ønsker matvarer til en lavere pris. På den måten bidrar appen til å møte *TGTG* sin visjon om å konsumere alle matvarer som produseres (Condamine, 2020). I 2022 ble det solgt nærmere 2800 tonn overskuddsvarer for 35 millioner kroner over *TGTG*-appen (Jordheim, 2023). Det indikerer en økning på 23% fra 2021. “*Høyere matvarepriser gir mer prisbevisste forbrukere*”, antyder informanten fra *TNM*. Betydningen av digitale plattformer, som *TNM* og *TGTG*, blir dermed større fordi de gir forbruker mulighet til å redusere matutgiftene og samtidig forebygge matsvinn.

Teknologi for økt åpenhet

Stadig flere forbrukere etterspør tilgang til mer detaljert informasjon om matvarenes miljøpåvirkning, som reiserute, energiforbruk og CO_2 -utslipp. En av flere digitale tjenester som tar sikte på å gi forbruker nøyaktig informasjon om matvarenes miljøavtrykk, er *Klimainnsikt* relatert til Trumf-appen. *Klimainnsikt* er et digitalt

verktøy for å informere forbrukere om matvarenes klimaavtrykk, og veilede til mer klimavennlige matvarevalg. I samarbeid med forskningsinstituttet RISE har NorgesGruppen estimert CO_2 -avtrykket til over 720 matvaregrupper basert på grundig vurdering av varenes livssyklus (RISE, 2022). Ved å koble Trumf-data om kjøpshistorikk med tilhørende CO_2 -avtrykk for varene kan forbruker få innsikt i sine største utslippskilder. *“Formålet med Klimainnsikt er å gi forbrukere oversikt over matvarenes klimagassutslipp, slik at de enklere kan redusere miljøpåvirkningene av deres matforbruk”*, uttaler Bærekraftsansvarlig ved NorgesGruppen. Figur 12 nedenfor illustrerer hvordan den digitale tjenesten er utformet, og viser forbruker sitt klimautslipp til venstre og hvilke matvaregrupper som gir prosentvis høyest utslipp til høyre.



Figur 12: Utklipp fra Klimainnsikt

4.3.3 Miljøeffekter

Analyse av dataen viser at teknologiske løsninger er til stor nytte både for å redusere matsvinnet og øke informasjonstilgangen i forbrukerleddet. Ifølge driftsdirektøren fra *TNM*, bidro appen til at over 8 millioner nedsatte datovarer ble solgt i 2022, tilsvarende 2 129 tonn dagligvarer. *“Det har aldri blitt solgt så mange nedsatte datovarer som det ble i 2022”*, uttaler informantene. Miljøtiltak, som matsvinn-appene *TNM* og *TGTG*, har følgelig resultert i betydelig reduksjon av matsvinn. Ifølge kartleggingsrapporten fra Norsus, er matsvinn per innbygger i mat- og serveringsbransjen redusert med 14% fra 2015 til 2021 (Stensgård, et al., 2023). Redusert matsvinn har flere miljøeffekter, inkludert redusert klimagassutslipp, mindre

belastning på avfallssystemer og bevaring av natur og biologisk mangfold. Etablering av matsvinn-apper muliggjør samtidig økonomiske fordeler. Dette ved at digitale plattformer, som *TNM* og *TGTG*, gir dagligvarebutikker, restauranter og kafeer mulighet til å øke salgsomsetningen ved å selge matvarer de ellers ville kastet. “*Våre samarbeidspartnere har økt salget med 46% etter at de begynte å anvende TNM-appen*”, uttaler driftsdirektøren fra *TNM* avslutningsvis.

Teknologi som gir økt åpenhet om matvarenes livssyklus bidrar også til positive miljøeffekter. Ved å synliggjøre matvarenes miljøpåvirkning, gjennom digitale tjenester som *Klimainnsikt*, er forbrukere bedre egnet til å ta informerte matvarevalg. Det kan resultere i lavere klimagassutslipp fordi flere forbrukere vil velge matvarer med lavt klimaavtrykk. NorgesGruppen har et mål om å redusere klimaavtrykket til matvarer som selges med 60 000 tonn CO_2 (NorgesGruppen, 2020). For å nå målet vil teknologi som bidrar til å spre kunnskap om matvarens klimapåvirkning være nødvendig. Til tross for flere miljøfordeler forbundet med digitale verktøy, som *TNM*, *TGTG* og *Klimainnsikt*, hevder Driftsdirektør fra *TNM* at det fortsatt er en lang vei å gå. Store mengder matsvinn og uvitenhet om matvarenes klimaavtrykk utgjør fremdeles sentrale miljøutfordringer i forbrukerleddet. Å fortsette å utvikle innovativ teknologi vil være avgjørende for å møte disse utfordringene.

4.3 Oppsummering

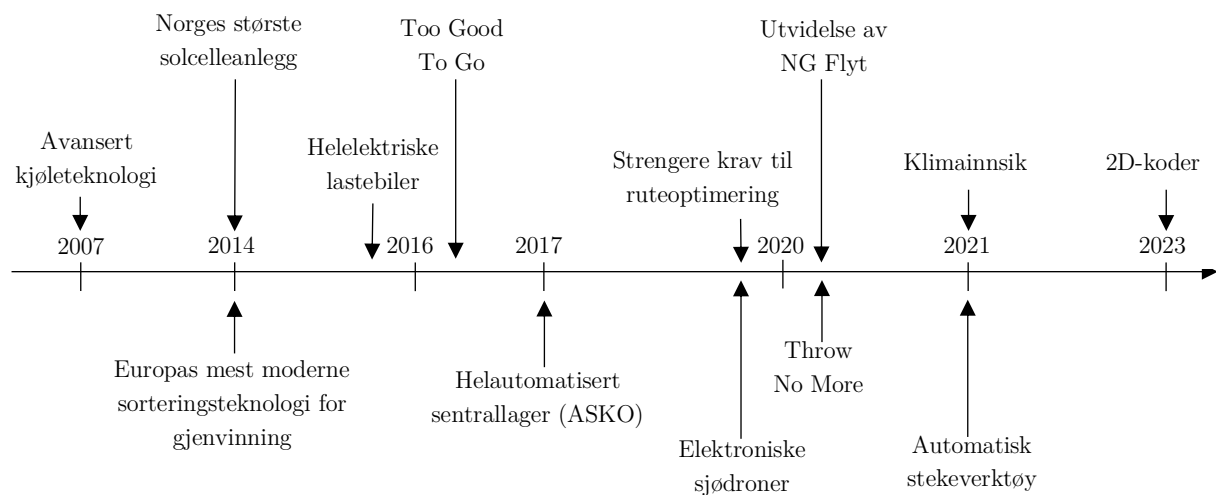
	Bærekraftsutfordringer	Digitale teknologier	Miljøeffekter
Distribusjon	<ul style="list-style-type: none"> - Matsvinn pga. overflødig lagerbeholdning ved sentrallagre - Ressurskrevende langringsfasiliteter - Klimagassutslipp fra transportaktiviteter - Energikrevende fryse- og kjøleaggregater under transport 	<ul style="list-style-type: none"> - Automatiserte vareforsyningsystemer (NG Flyt) - Helautomatiserte sentrallagre (roboter, sensorer osv.) - Biogassdrevne og elektriske distribusjonsbiler - Digitale verktøy for ruteoptimalisering - Elektroniske sjødroner - Avansert kjøleteknologi (CryoTech) 	<ul style="list-style-type: none"> - Bedre holdbarhet og redusert matsvinn - Mer energieffektiv transport, og redusert CO₂- utslipp - Lavere transportkostnader, og høyere lønnsomhet - Energieffektivisering av fryse- og kjøleanlegg
Detaljhandel	<ul style="list-style-type: none"> - Høyt energiforbruk forbundet med drift og vedlikehold av utsalgssteder - Matsvinn pga. overfylte lagre og utgåtte matvarer - Høyt matsvinn av "ferske bakevarer" - Avfall fra plastemballasje 	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisk miljøovervåkningssystem - Energiteknologi (LED-belysning, innovative varme- og kjøleanlegg, solceller osv.) - Dynamisk strekkodeteknologi (2D-koder) - Automatiske stekeverktøy basert på maskinlæring - Gjenvinningsteknologi (automatisk sorteringsanlegg osv.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Lavere energiforbruk, samt energikostnader - Høyere kostnadseffektivitet, og økonomiske besparelser - Økt åpenhet, og dermed redusert matsvinn - Mindre brødsvinn - Redusert ressursforbruk, avfall og forurensning fra emballasje
Forbruker	<ul style="list-style-type: none"> - Matsvinn som følge av kort holdbarhet - Mangel på informasjon som matvarenes klimaavtrykk 	<ul style="list-style-type: none"> - Digitale plattformer (Too Good To Go, Throw No More) - Digitale tjenester tilknyttet etablerte apper (Klimainnsikt i Trumf-app) 	<ul style="list-style-type: none"> - Redusert matsvinn og lavere klimagassutslipp - Økt salgssomsetning i dagligvarebutikker

5. Diskusjon

I dette kapittelet vil vi diskutere studiens funn opp mot presentert litteratur. Ved å vurdere implikasjoner av funnene, tar kapittelet sikte på å gi grunnlag for å besvare forskningsspørsmålet. Innledningsvis vil vi drøfte forsyningskjedenes digitale status i Norge, før vi går over til å diskutere digitale muligheter. Avslutningsvis vil vi vurdere hva som må til for å lykkes med digitalisering av forsyningskjedene for å fremme økt bærekraft.

5.1 Digital status

De siste ti årene har det blitt gjort betydelige fremskritt i bruk av digitale teknologier i Norge for å fremme en mer bærekraftig matvarebransje. Flertallet av de norske markedsaktørene har satt ambisiøse mål for å møte de miljøutfordringene forsyningskjedene står overfor. Tidligere litteratur, i kombinasjon med våre funn, viser at digitale teknologier er avgjørende for å imøtekomme disse målene.



Figur 13: Tidslinje over etablering av sentrale teknologier

I dag anvendes et bredt spekter av miljørettede teknologier i norske matvareforsyningskjeder. Tidslinjen vist i *Figur 13* gir oversikt over utvikling og etablering av betydningsfulle teknologier anvendt i Norge innen distribusjon, detaljhandel og forbrukerleddet. Flere av teknologiene, som sorteringsteknologi for

gjenvinning og ASKO sitt helautomatiserte sentrallager, utmerker seg blant Europas fremste og mest moderne. Samtidig er Norge et av få land i verden som har tatt i bruk 2D-koder i detaljhandel for å fremme mer åpne matvareforsyningskjeder. I tillegg har de elektroniske sjødronene langs Oslofjorden fått stor internasjonal oppmerksomhet, og blitt omtalt som *“en verdensteknologi for innovative logistikk-løsninger”*. Samlet kan Norge hevdes å ha tatt store skritt i utvikling og bruk av innovativ teknologi for å fremme mer bærekraftig forsyning av matvarer.

De miljørettede teknologiske løsningene i forsyningskjeden resulterer i klare miljøfordeler. Selv om teknologiene er rettet mot ulike deler av forsyningskjeden, utfyller og støtter de hverandre. Flere av teknologiene deler et felles mål. Mens noen tar sikte på å forebygge matsvinn, har andre som mål å redusere utslipp fra transport. Ut fra dataen bidrar teknologier som matsvinn-apper, avanserte stekeverktøy, strekkoder og automatisk vareforsyning til mindre matsvinn. Samlet har teknologiene bidratt til å redusere matsvinnet i norsk dagligvare med 30% siden 2015. Det er lite tvil om at slike teknologier er viktige for å nå målet om å halvere matsvinnet innen 2030 i tråd med FNs bærekraftsmål. På samme måte bidrar teknologier som elektriske kjøretøy, ruteoptimaliseringsverktøy og sjødroner til mer effektiv varetransport, og dermed mindre forurensing. Andre teknologier, som solceller, miljøovervåkning, kjøleteknologi og LED-belysning, bidrar til mer klimanøytrale forsyningskjeder ved å redusere energiforbruket. Samlet kan det argumenteres for at det brede spekteret av dagens teknologier er med på å bygge forsyningskjeder som fremmer en bærekraftig utvikling.

Det finnes i dag en rekke aktører i den norske matvarebransjen som tar sikte på å støtte utviklingen mot bærekraftige forsyningskjeder. Analyse av dataen viser at både etablerte aktører, som ASKO, NorgesGruppen og Bama, og mer nyoppstartede aktører, som Throw No More, har en viktig rolle i å sikre grønnere forsyningskjeder. Introduksjon av nye aktører bidrar til å utfordre etablerte forretningsmodeller, og åpner for innovative løsninger på miljøutfordringene. I tillegg til store og små aktører, har forskningsinstitutter en viktig funksjon i å forske på og dele kunnskap om bruk av teknologi i matvarebransjen. Til tross for ulike mål, har alle en viktig funksjon i å fremme fremtidsrettede og bærekraftige matvareforsyningskjeder.

Det er liten tvil om at teknologi er et verdifullt virkemiddel for å bidra til mer effektive og miljøvennlige matvareforsyningskjeder. Selv om analyse av dataen viser at bruk av teknologi har resultert i mindre matsvinn, lavere energiforbruk, mer effektive transportløsninger, bedre håndtering av emballasjeavfall, økt åpenhet og økonomiske fordeler, er det fortsatt en lang vei igjen å gå. Store mengder matsvinn og utslipp fra transport er fremdeles blant de mest omfattende miljøutfordringene innen distribusjon, detaljhandel og forbrugerleddet. Å fortsette arbeidet med å møte miljøutfordringene er derfor avgjørende for å oppnå mer bærekraftige forsyningskjeder.

5.2 Digitale muligheter

For å nå fremtidige bærekraftsmål, er det behov for å utvikle nye digitale teknologier. Som en av de mest miljøbelastende bransjene globalt, er matbransjen avhengig av å se fremover. Utvikling av mer avanserte teknologier åpner for nye muligheter til å skape bærekraftige matvareforsyningskjeder. Tre teknologier som hevdes å kunne ha stor innvirkning på norske forsyningskjeder fremover, er blokkjedeteknologi, RFID-teknologi og QR-kode. Hvorvidt teknologiene bør etableres er mye omdiskutert, ettersom de også byr på utfordringer.

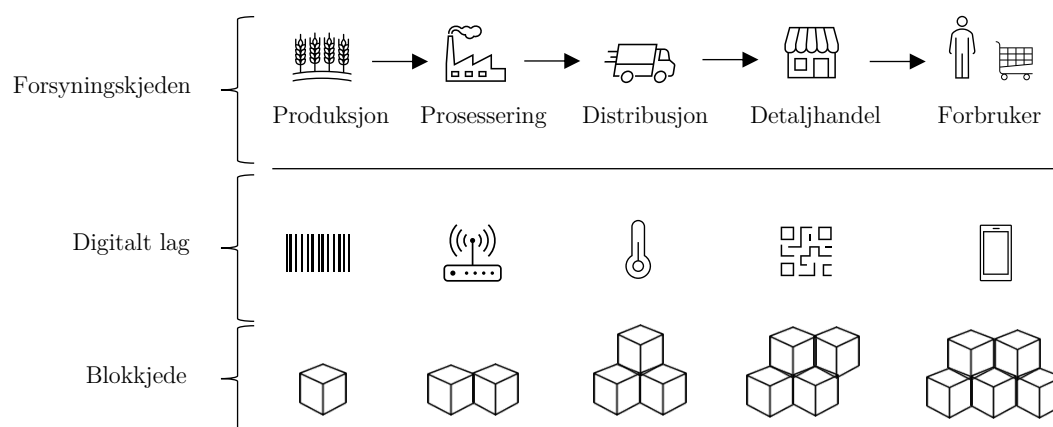
5.2.1 Muligheter blokkjeder gir

En teknologi som har tiltrukket seg økt oppmerksomhet fra forskere de siste årene, både nasjonalt og internasjonalt, er blokkjedeteknologi. Selv om blokkjeder er lite utbredt i norsk matvarebransje i dag, hevder det norske matforskningsinstituttet, Nofima, at teknologien har stor mulighet for å fremme mer bærekraftige forsyningskjeder i fremtiden (Olsen et al., 2019).

Blokkjedeteknologi fungerer ved å lagre informasjon i datablokker som kobles sammen til en kjede, der hver blokk omfatter flere transaksjoner. Når en transaksjon oppstår blir den bekreftet av et nettverk av datamaskiner som sørger for at informasjonen er gyldig. Transaksjonen blir deretter lagt til i en ny blokk, og koblet til blokkjeden. Måten blokkene er sammenkoblet resulterer i et unikt, digitalt “fingeravtrykk” av dataen. Det betyr at et forsøk på å forandre en transaksjon i en tidligere blokk vil

resultere i et nytt “fingeravtrykk”, og enkelt kunne oppdages. På denne måten muliggjør blokkjede-teknologien registrering og sporing av transaksjonene, samtidig som åpenhet, sikkerhet og integritet til dataen sikres.

Teknologiens mulighet for å bidra til bærekraftige matforsyningskjeder har mottatt økende anerkjennelse de siste årene (Cao et al., 2023). Forsyningskjeder for matvarer hevdes å bli stadig mer komplekse og globale (Kaya & Turgut, 2019). Hver dag produseres og transporteres milliarder av matvarer gjennom sammensatte forsyningskjeder. I en omfattende matforsyningskjede er det derfor utfordrende å ha en helhetlig forståelse og oversikt over alle transaksjoner som utføres. Før matvarene når forbruker, beveges varene vanligvis gjennom et nettverk av både produsenter, leverandører, distributører og forhandlere som deltar i produksjon, levering og salg. Det resulterer ofte i at informasjon lagres flere steder i kjeden, og kun er tilgjengelig for den enkelte enheten (Abeyratne & Monfared, 2016). Ved hjelp av blokkjede-teknologi vil derimot alle stegene i matforsyningskjeden, fra produksjon til forbruker, registreres i form av transaksjoner som legges til en blokk i blokkjeden, vist i *Figur 14*. På den måten vil det være mulig å innhente, lagre og overføre informasjon om hele livssyklusen til matvaren i forsyningskjeden. Dette på en åpen og tillitsfull måte.



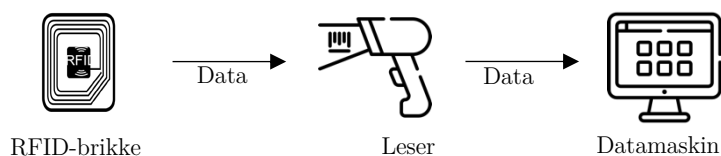
Figur 14: Blokkjede i matvareforsyningskjeden. Inspirert av Kamilaris et al., 2019

Forskere hevder blokkjeder har stort potensial til å skape mer bærekraftige matforsyningskjeder (Høgh-Jensen et al., 2020). Teknologiens egenskaper gir mulighet for å kontrollere flyten av matvarer i hele forsyningskjeden. Ved å registrere informasjon, som f.eks. temperatur- og fuktighetsnivåer, muliggjør teknologien økt sporbarhet av matvarens kvalitet (Mangla et al., 2022). Videre åpner blokkjeder for mer nøyaktig anslag på behovet for matvarer, slik at overskuddslagre unngås. Dette avhenger imidlertid av at aktørene i forsyningskjeden aktivt deler informasjon. Samlet vil bruk av blokkjeder dermed begrense unødvendig matsvinn i et betydelig større omfang enn det vi klarer med dagens benyttede teknologier. I tillegg til reduksjon av matsvinn, vil blokkjede-teknologi bidra til mer åpne og sikre forsyningskjeder. Med blokkjeder får forbrukere tilgang til spesifikk informasjon om varen, som reiserute, energiforbruk og CO_2 -utslipp, og kan foreta mer informerte matvarebeslutninger enn de kan med dagens teknologi. Teknologien hjelper i tillegg med å identifisere og synliggjøre bærekraftige praksiser i matvareforsyningskjeden, og følgelig insentivere virksomheter til økt ansvarlighet.

Blokkjede-teknologien har mange fordeler, men dessverre også svakheter. Blokkjede er ikke en "disruptiv" teknologi som raskt og enkelt kan erstatte tradisjonelle forretningsmodeller. Det er tvert imot en teknologi som avhenger av tett samarbeid mellom alle aktørene for å etablere åpenhet og tillitt i forsyningskjeden. Dette innebærer en langsom adopsjonsprosess som krever betydelig endringer i etablerte digitale teknologier, noe som tar tid. Det stilles samtidig stadig strengere krav til informasjonssikkerhet og personvern, og brudd på disse kan gi uheldige konsekvenser. I tillegg er det kostbart og ressurskrevende å integrere blokkjedeteknologi i forsyningskjeder, særlig for mindre virksomheter. Å adressere disse utfordringene er viktig for å realisere potensialet til blokkjede-teknologien i matvareforsyningskjeden.

5.2.2 Muligheter RFID gir

En annen teknologi som har potensial til å endre matvareforsyningskjedene i fremtiden, er radiofrekvensidentifikasjon (RFID). RFID bruker radiobølger til å overføre informasjon mellom de ulike aktørene i forsyningskjeden uten direkte kontakt. Radiobølgene plukkes opp av en leser når varen/pallen som er påført RFID-brikken ankommer lageret. Det kan sammenlignes med en bombrikke som automatisk registrerer at et kjøretøy passerer en bomstasjon. RFID-brikken er i stand til å lagre store mengder data om matvaren (opprinnelse, lagringsforhold osv.), noe tradisjonelle strekkoder ikke evner. De tradisjonelle strekkodene er samtidig avhengig av at hver enkelt vare scannes ved varemottak. Selv om RFID i seg selv ikke bidrar til direkte miljøeffekter, er teknologien et verdifullt verktøy for å redusere miljøpåvirkningene fra forsyningskjedene (Attaran, 2007).



Figur 15: Illustrasjon av RFID

Egenskapene til RFID hevdes å kunne ha stor innvirkning på bærekraftigheten til forsyningskjedene (Hvolby et al., 2010). Sammenlignet med tradisjonelle strekkoder, gir RFID tilgang til mer detaljert, utvidet og nyansert informasjon til mottaker. Teknologien er blant annet i stand til å spore og dokumentere matvarens klimaavtrykk. Med slik informasjon er mottaker bedre egnet til å foreta mer miljøbevisste valg. Informasjonen lagret i RFID-brikkene kan videre benyttes for å etablere mer effektive logistikkprosesser, og følgelig redusere varens ledetid. På den måten bidrar RFID til å sikre lengre gjenværende holdbarhet til forbruker, og følgelig mindre matsvinn. Samlet gir teknologien mulighet for flere miljøfordeler i forsyningskjeden.

Til tross for at RFID har potensial til å støtte overgangen til mer bærekraftige matvareforsyningskjeder, har teknologien noen utfordringer. For det første er det utfordrende å gjenvinne emballasjen som RFID-brikken er festet til, fordi brikken inneholder metall. RFID er dermed uegnet på emballasje som ikke er ment for å brukes flere ganger i et sirkulært system. En løsning er å feste brikken på større paller, som brukes igjen, fremfor på hver enkelt vare. En annen utfordring er forbundet med usikker overføring og lagring av data. Teknologien baseres på trådløs datautveksling, som Bluetooth, og hevdes derfor fra et IT-perspektiv å ikke være fullt datasikkert (Guizani, 2015). Videre kan teknologien hovedsakelig kun håndteres av bedrifter, og ikke av den enkelte forbruker. For å få tilgang til informasjonen lagret i RFID-brikken kreves en RFID-leser. Forbrukere er derfor avhengig av at informasjonen viderefremmes og synliggjøres på en måte som gjør at de kan dra nytte av teknologiens fordeler. I tillegg vil RFID være avhengig av støttende teknologier, som blokkjede og IoT, for å sikre autentisering og verifisering av informasjonen lagret i forsyningskjeden. Dette er viktig fordi varene beveger seg gjennom flere steg og en rekke ulike aktører.

5.2.3 Muligheter QR-kode gir

For å dra større nytte av informasjonen lagret i RFID-brikker, vil QR-koder (Quick Response code) være et verdifullt verktøy. QR-koder har flere likheter med todimensjonale strekkoder (2D-koder). Selv om begge strekkodene inkluderer mer informasjon om produktet enn tradisjonelle strekkoder, er QR-koder bedre egnet for effektiv forbrukerkommunikasjon. En QR-kode som er festet til matvaren lar seg enkelt leses av ved hjelp av mobilscanning. Denne egenskapen skiller seg fra andre strekkoder, som er avhengig av eksterne og spesifikke avlesere. QR-koder tillater derimot forbruker direkte tilgang til utfyllende informasjon om matvaren og deres livssyklus. På den måten åpner teknologien for større grad av sporbarhet, og gjør forbrukeren bedre egnet til å ta miljøbevisste matvarevalg. QR-koder er et viktig tiltak for å møte forbrukers stadig høyere informasjonsbehov.

Å kombinere QR-kode med andre teknologier vil bidra med ytterligere miljøfordeler. Som et eksempel kan QR-koder brukes med mobil-applikasjoner for å etablere et varslingsystem som gir forbruker informasjon om når innkjøpte varer nærmer seg utgått på dato. På den måten bidrar teknologiene samlet til å redusere matsvinn i forbrukerleddet. Et annet eksempel er å kombinere QR-koder og sensorteknologi. Sensorer muliggjør loggføring av matvarenes lagringsforhold i forsyningskjeden, og sikrer følgelig mer presis fastsettelse av holdbarhetsdatoer. Ved hjelp av QR-koder, vil disse datoene enkelt kunne videreformidles til forbruker. Matvarer som fremdeles er egent for bruk hindres dermed fra å bli kastet. QR-koder vil, med andre ord, kunne ha stor effekt i kombinasjon med andre teknologier.

Til tross for QR-kodenes mange fordeler, kan innføring av QR-koder være utfordrende. Som dataen også indikerer, er implementering av nyere kodeteknologi en omfattende og tidskrevende prosess. Å bytte ut tradisjonelle strekkoder med mer avansert kodeteknologi krever både oppdatering, håndtering og vedlikehold av eksisterende programvarer, skannere og kassesystemer. For å innføre QR-koder som standard på matvarer, er virksomheter derfor nødt til å investere betydelig med ressurser. Dette er trolig en av hovedgrunnene til at QR-koder ikke anvendes i stort omfang i Norge per i dag.

5.3 Avgjørende forutsetninger

Å utvikle nye digitale teknologier har ingen nytte uten evne og vilje til å omstille sin virksomhet. For å lykkes med bruk av digital teknologi for å fremme bærekraftig forsyning av matvarer, tyder dataen på at tre elementer er avgjørende; digital kompetanse, strategisk planlegging i bedriften og samarbeid mellom aktørene.

Kompetanse

For å sikre bærekraftig matvareforsyning, ved hjelp av digitale løsninger, kreves tilstrekkelig med digital kompetanse og kunnskap. Verdiskapning forutsetter at enkeltindivider har nødvendige ferdigheter til å ta i bruk digitale løsninger, samt evner å møte utfordringene ved å utvikle effektive løsninger. Flere av de miljørettede teknologiene benyttes først og fremst som et verktøy, og bidrar ikke med direkte miljøeffekter i seg selv. For å dra nytte av teknologienes egenskaper, er det behov for spesifikke utdanningsbakgrunner og grundig opplæring. Å bygge kompetanse i den enkelte virksomhet, eller delegere oppgaver til eksterne parter, ansees derfor som en nødvendighet for å lykkes med effektiv drift av etablerte teknologier i matvareforsyningskjeden.

Samarbeid

For å møte de miljøutfordringene matvareforsyningskjedene står overfor, er det behov for gode samarbeidsrelasjoner og åpen kommunikasjon i hele forsyningskjeden. Å dele erfaringer, kunnskap og informasjon mellom aktører på tvers av stegene i forsyningskjeden gir grunnlag for å ta mer informerte beslutninger. Det kan bidra til å oppnå bærekraftsprestasjoner som den enkelte aktør ikke ville klart alene. I tillegg bidrar et tett samarbeid til å styrke langsiktige relasjoner, som er viktig for å sikre stabilitet og forutsigbarhet i matvareforsyningskjeden. Tett samarbeid åpner samtidig for større innsikt, og gir en mer helhetlig forståelse for utfordringene i forsyningskjeden. Gjennom et felles engasjement, motiveres aktører til å arbeide sammen om å møte en bærekraftig matvarebransje.

Strategisk planlegging

Langsiktig og strategisk planlegging fremheves også som en viktig forutsetning for å lykkes med bærekraftige matvareforsyningskjeder. Å utarbeide klare mål basert på gode forretningsstrategier bidrar til å utvikle en felles retning, og danner et overordnet rammeverk for virksomhetens miljøarbeid. I tillegg gjør definerte mål det enklere å måle fremgang, som kan motivere aktørene til å ta ansvar for å redusere de belastningene de påfører miljøet. For å lykkes med strategisk planlegging og måloppnåelse, er det viktig å ha en sterk og effektiv ledelse innad i virksomheten. Det forutsetter gode ledere som evner å tenke langsiktig, inspirere til endring, fremme innovasjon og legge til rette for samarbeid.

6. Konklusjon

Formålet med studien har vært å utforske betydningen digital teknologi har for å støtte utviklingen av bærekraftige matvareforsyningskjeder. Det foreligger fortsatt begrenset med forskning om hvordan teknologi bidrar til denne utviklingen. Derfor har vår studie tatt sikte på å tilføre økt innsikt om forskningstemaet, og gi en helhetlig forståelse av teknologiens betydning. Hensikten med studien har dermed vært å besvare følgende forskningsspørsmål: *“Hvordan bidrar bruk av digitale teknologier i matvareforsyningskjeden til å fremme bærekraftig utvikling fra et miljøperspektiv?”*

Funnene viser at teknologi er et verdifullt verktøy for å redusere miljøpåvirkningene fra distribusjon, detaljhandel og forbruker. Innen *distribusjon*, bidrar digitale løsninger som elektriske distribusjonsbiler, verktøy for ruteoptimalisering, autonome sjødroner og avansert kjøleteknologi til mer energieffektiv og utslippsfri transport av varer. Samtidig fremheves automatiserte sentrallagre med sensorteknologi og robotikk, og systemer for automatisk vareflyt (NG Flyt), som viktige tiltak for å redusere matsvinn fra overflødige lagerbeholdning.

Sammenlignet med distribusjon, er *detaljhandel* et mindre miljøbelastende steg i forsyningskjeden. Høyt energiforbruk, i tillegg til store mengder matsvinn, utgjør likevel sentrale miljøutfordringer. For å møte et lavere energiforbruk benyttes derfor digitale løsninger som automatisk miljøovervåkningssystem, i tillegg til LED-belysning, innovative varme- og kjøleanlegg og solcelleanlegg. Nyere teknologier, som dynamiske strekkoder (2D-koder) og maskinlæringsbasert stekeverktøy, sørger for å forebygge matsvinn.

I forsyningskjedens siste steg, *forbruker*, har digitale plattformer en viktig funksjon. Plattformer, som Too Good To Go og Throw No More, bidrar til mindre matsvinn ved å tilby forbruker varer, som nærmer seg utgått på dato eller er overskuddsvarer, til lavere pris enn utsalgspris. Andre plattformer, som Klimainnsikt, tar derimot sikte på å bevisstgjøre forbruker om matvarens klimaavtrykk, og dermed veilede til mer miljøvennlige matvarevalg. Oppsummert viser studien at det benyttes et bredt spekter av ulike teknologier i forsyningskjeden med mål om å støtte en bærekraftig utvikling.

Det er liten tvil om at digitale teknologier har klar effekt på bærekraftigheten til matvareforsyningskjedene. Til tross for store fremskritt i bruk av miljørettede teknologier, står norske forsyningskjeder fremdeles overfor omfattende miljøutfordringer. Kontinuerlig utvikling og innføring av nye teknologier er derfor avgjørende for å lykkes med å sikre bærekraftig forsyning av matvarer i fremtiden. Innovative teknologier, som blokkjede-teknologi, RFID-brikker og QR-koder, utmerker seg som betydningsfulle teknologier med stort potensial til å endre forsyningskjedene fremover. For å dra nytte av teknologiene kreves evne og vilje til å omstille sin virksomhet. Det forutsetter tilstrekkelig med digital kompetanse, god strategisk planlegging og tett samarbeid mellom alle aktørene i matvareforsyningskjeden.

Bibliografi

- Alhaddi, H. (2015). Triple bottom line and sustainability: A literature review. *Business and Management Studies*, 1(2), ss. 6-10.
- Andersen, L., & Bakkeli, M. (2015). *Hva er Big Data, og hva betyr Big Data for deg?* PwC Consulting.
- Anker, T. (2020). *Analyse i praksis: En håndbok for masterstudenter (1. utg)*. Cappelen Damm Akademisk. s. 77.
- Aronsson, H., & Huge Brodin, M. (2006). The environmental impact of changing logistics structures. *The international journal of logistics management*, 17(3), ss. 394-415.
- Arowoshegbe, A., & Emmanuel, U. (2016). Sustainability and triple bottom line: An overview of two interrelated concepts. *Igbinedion University Journal of Accounting*, 2(16), ss. 88-126.
- Asadullah, A., Faik, I., & Kankanhalli, A. (2018). Digital Platforms: A Review and Future Directions. *PACIS*, s. 248.
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2017). Understanding the Internet of Things: definition, potentials, and societal role of a fast evolving paradigm. *Ad Hoc Networks*, 56, ss. 122-140.
- Aung, M., & Chang, Y. (2014). Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives. *Food control*, 39, ss. 172-184.
- Beamon, B. (1998). Supply chain design and analysis: Models and methods. *International journal of production economics*, 55(3), ss. 281-294.
- Bocken, N., Morales, L. S., & Legner, M. (2020). Sufficiency business strategies in the food industry: The case of Oatly. *Sustainability*, 12(3), s. 824
- Brundtland, G. (1987). Vår felles framtid. *World Commission on Environment and Development*.
- Burgess, J., & Barbier, E. (2001). Sustainable Development. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, s. 14352.
- Chan, E., & Lee, G. (2008). Critical factors for improving social sustainability of urban renewal projects. *Social indicators research*, 85, ss. 243-256.

-
- Chauhan, C., Dhir, A., Akram, M., & Salo, J. (2021). Food loss and waste in food supply chains. A systematic literature review and framework development approach. *Journal of Cleaner Production*, 295, s. 126438.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2019). *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation (7. utg)*. Pearson Education Limited. s. 13, ss. 513-514.
- Desiderio, E., García-Herrero, L., Hall, D., Segrè, A., & Vittuari, M. (2022). Social sustainability tools and indicators for the food supply chain: A systematic literature review. *Sustainable Production and Consumption*, 30, ss. 527-540.
- Elkington, J. (1997). *Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business*. Capstone Publishing Limited. s. 70.
- Elkington, J. (2004). *The Triple Bottom Line: Does it All Add up*. Routledge.
- Elkington, J. (2018). 25 years ago I coined the phrase “triple bottom line.” Here’s why it’s time to rethink it. *Harvard business review*, 25, ss. 2-5.
- Emballasjeforeningen. (2019). *Veikart for sirkulær plastemballasje i Norge*. Oslo: Emballasjeforeningen.
- ESCAP, UN and Scientific, Commonwealth and others. (2015). Integrating the three dimensions of sustainable development: A framework and tools. *Greening of Economic Growth Series*.
- European Commission. (2021). *European Green Deal: Commission proposes transformation of EU economy and society to meet climate ambitions*. Hentet 18.02.2023 fra European Commission:
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_21_3541
- Foy, G. (1990). Economic sustainability and the preservation of environmental assets. *Environmental Management*, 14, ss. 771-778.
- Garnett, T. (2011). Where are the best opportunities for reducing greenhouse gas emissions in the food system (including the food chain)? *Food policy*, 36, ss. 23-32.
- Goel, P. (2010). Triple Bottom Line Reporting: An Analytical Approach for Corporate Sustainability. *Journal of Finance, Accounting & Management*, 1(1).
- Hartikainen, H., Mogensen, L., Svanes, E., & Franke, U. (2018). Food waste quantification in primary production--the Nordic countries as a case study. *Waste Management*, 71, ss. 502-511.

-
- Hugos, M. (2018). *Essentials of supply chain management. (4. utg)*. John Wiley & Sons. ss. 7-14.
- Iden, J., Osmundsen, K., Costabile, C., & Øvrelid, E. (2021). Digital Platform Ecosystem Governance: Preliminary Findings and Research Agenda. *Norsk IKT-konferanse for forskning og utdanning*.
- Iden, J. (2022). *Forelesning 2: Digitaliseringsteknologier*. STR453 - Digitalisering. Hentet 12.03.2023 fra Canvas: <http://canvas.nhh.no/>
- Kosberg, N., Skauge, T., Laudal, T., & Carson, S. (2015). *Etikk for beslutningstakere*. Cappelen Damm Akademisk.
- Madakam, S., Ramaswamy, R., & Tripathi, S. (2015). Internet of Things (IoT): A literature review. *Journal of Computer and Communications, 3*(5), s. 164.
- Nielsen. (2020). *Dagligvarerapporten 2020*. Oslo: Nielsen Norge.
- Partridge, E. (2005). *Social sustainability: a useful theoretical framework*. I Australasian political science association annual conference. Institute for Sustainable Futures University of Technology. ss. 28-30.
- Patel, K., & Patel, S. (2016). Internet of things-IOT: definition, characteristics, architecture, enabling technologies, application & future challenges. *International journal of engineering science and computing, 6*(5), ss. 6122-6131.
- Pörtner, H., Roberts, D., Tignor, M., Poloczanska, E., Mintenbeck, K., Alegría, A., . . . Rama, B. (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability*. IPCC Geneva.
- Prakash, B., Kedia, A., Mishra, P., & Dubey, N. (2015). Plant essential oils as food preservatives to control moulds, mycotoxin contamination and oxidative deterioration of agri-food commodities--Potentials and challenges. *Food control, 47*, ss. 381-391.
- PwC. (u.å.). *Hva er kunstig intelligens?* Hentet 20.03.2023 fra PwC Norge: <https://www.pwc.no/no/teknologi-omstilling/digitalisering-pa-1-2-3/kunstig-intelligens.html>
- Robson, C., & McCartan, K. (2016). *Real World Research*. John Wiley & Sons. s. 470.
- Sala, S., Anton, A., McLaren, S., Notarnicola, B., Saouter, E., & Sonesson, U. (2017). In quest of reducing the environmental impacts of food production and consumption. *Journal of Cleaner Production, 140*(2), ss. 387-398.

-
- Samuel, A. (1959). Some studies in machine learning using the game of checkers. *IBM Journal of research and development*, 3(3), ss. 210-229.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2012). *Research methods for business students (6. utg)*. Pearson education. s. 82-84, s. 159, s. 160, s. 163, s. 171, s. 173, s. 180, ss. 287-289, s. 304, ss. 374-375, ss. 384-387, s. 560.
- Skogli, E., Stokke, O. M., Vikøren, S., Vennerød, Ø., & Midttømme, K. (2020). *Grossist- og distribusjonvirksomhet i norsk dagligvare: Analyse av dagens organisering og vurdering av innspill knyttet til regulering*. Oslo: Menon Economics.
- Strauss, T. (2022). *How can we protect food systems against global shocks? Here's what business leaders say*. Hentet 26.02.2023 fra World Economic Forum: <https://www.weforum.org/agenda/2022/05/protect-food-systems-against-global-shocks/>
- Thoresen, T. (2020). *Maskinlæring og kunstig intelligens i bygg- og anleggsbransjen*. Hentet 18.03.2023 fra Norconsult: <https://nff.no/wp-content/uploads/sites/2/2020/04/17-Thoresen.pdf>
- Truong, T. (2022). The impact of digital transformation on environmental sustainability. *Advances in Multimedia*.
- Turi, A., Goncalves, G., & Mocan, M. (2014). Challenges and competitiveness indicators for the sustainable development of the supply chain in food industry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 124, ss. 133-141.
- United Nation. (2015). *Post 2015 and SDGs: Nourishing people, Nurturing the planet*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Wang, Y., Yuan, Z., & Tang, Y. (2021). Enhancing food security and environmental sustainability: A critical review of food loss and waste management. *Resources, Environment and Sustainability*, 4, s. 100023.
- Wunderlich, S., & Martinez, N. (2018). Conserving natural resources through food loss reduction: Production and consumption stages of the food supply chain. *International Soil and Water Conservation Research*, 6(4), ss. 331-339.
- Yu, M., & Nagurney, A. (2013). Competitive food supply chain networks with application to fresh produce. *European Journal of Operational Research*, 224(2), ss. 273-282.

Appendiks

Sekundærdata

Abeyratne, S., & Monfared, R. (2016). Blockchain ready manufacturing supply chain using distributed ledger. *International journal of research in engineering and technology*, 5(9), ss. 1-10.

Attaran, M. (2007). RFID: an enabler of supply chain operations. *Supply Chain Management: An international Journal*, 12(4), ss. 249-257.

Cao, S., Johnson, H., & Tulloch, A. (2023). Exploring blockchain-based Traceability for Food Supply Chain Sustainability: Towards a Better Way of Sustainability Communication with Consumers. *Procedia Computer Science*, 217, ss. 1437-1445.

Caputo, V., Nayga, R. M., & Scarpa, R. (2013). Food miles or carbon emissions? Exploring labelling preference for food transport footprint with a stated choice study. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 57(4), ss. 465-482.

Condamine, P. (2020). *The Story Of Too Good To Go*. Zero Waste Europe.

Deloitte. (2019). *Sirkulær plastemballasje i Norge; Kartlegging av verdikjeden for plastemballasje*. Oslo: Deloitte AS.

DT. (2022). *Strategic Planning and Hybrid Routing*. Hentet 25.05.2023 fra Dispatchtrack: <https://www.dispatchtrack.com/use-cases/routing-planning>

European Commission. (2022). *European Green Deal: Putting an end to wasteful packaging, boosting reuse and recycling*. European Union.

Forbes, H., Quested, T., & O'Connor, C. (2021). *The UNEP Food Waste Index Report 2021*. Nairobi: United Nations Environment Programme.

GS1 Norway. (2023). *Nå starter arbeidet med å rulle ut 2D-koder i dagligvarehandelen*. Hentet 28.03.2023 fra GS1 Norway: <https://gs1.no/norgesgruppen-starter-med-2d-koder-pa-egne-merkevarer/>

Guizani, S. (2015). Security analysis of RFID relay attacks. *Journal of internet technology*, 17(2), ss. 191-196.

- Hvolby, H. H., Steger-Jensen, K., & Dukovska-Popovska, I. (2010). *RFID Technology to Support Environmentally Sustainable Supply Chain Management*. I IEEE International Conference on RFID-Technology and Applications. Electrical Engineering/Electronics, Computer, Communications and Information Technology Association. ss. 291-295.
- Høgh-Jensen, H., Dragoni, N., Wilde, A. S., & Katsikouli, P. (2020). On the benefits and challenges of blockchains for managing food supply chain. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *101(6)*, ss. 2175-2181.
- Jain, A., Patel, H., Nagalapatti, L., Gupta, N., Mehta, S., Guttula, S., . . . Munigala, V. (2020). Overview and Importance of Data Quality for Machine Learning Tasks. *Association for Computing Machinery*, ss. 3561-3562.
- Jordheim, H. M. (2023). *Too Good To Go slo egne mål etter prishopp på dagligvarer*. Hentet 20.03.2023 fra E24: <https://e24.no/naeringsliv/i/4oLowg/too-good-to-go-slo-egne-maal-etter-prishopp-paa-dagligvarer>
- Kamilaris, A., Fonts, S., & Prenafeta-Boldu, F. X. (2019). The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains. *Trends in Food Science & Technology*, *91*, ss. 640-652
- Kaya, S., & Turgut, M. (2019). Blockchain Technology in Supply Chain. *The Journal of International Scientific Researches*, *4(2)*, ss. 121-134.
- Mangla, S., Kazançoğlu, Y., Yıldızbaşı, A., Öztürk, C., & Çalık, A. (2022). A conceptual framework for blockchain-based sustainable supply chain and evaluating implementation barriers: A case of the tea supply chain. *Business Strategy and the Environment*, *31(5)*, ss. 3693-3716.
- Mattilsynet. (2016). *Krav til transport av mat*. Hentet 14.04.2023 fra Mattilsynet: https://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/transport_og_lager/frakt_og_transport/krav_til_transport_av_mat.4547
- Meland, S., Foss, T., Westerheim, H., Sund, A., Jenssen, G. D., & Stenersen, D. (2015). *Teknologi i transportsystemer for gods*. SINTEF Teknologi og samfunn.
- Menkerud, T. (2023). *De første produktene med 2D-koder er nå i butikk*. Hentet 25.03.2023 fra GS1 Norway: <https://gs1.no/2d-koder-i-ng/>
- NorgesGruppen. (2020). *NorgesGruppen års- og bærekraftsrapport 2020*. Oslo: NorgesGruppen ASA.

-
- NorgesGruppen. (u.å.). *Fornybart drivstoff*. Hentet 22.04.2023 fra NorgesGruppen: <https://www.norgesgruppen.no/barekraft/barekraft-i-norgesgruppen2/et-miljovennlig-norge/i-egen-drift/fornybartdrivstoff/>
- Olsen, P., Borit, M., & Syed, S. (2019). Applications, limitations, costs, and benefits related to the use of blockchain technology in the food industry. *Nofima rapportserie*.
- Regjeringen. (u.å.). *Bransjeavtalen om reduksjon av matsvinn: Hovedrapport 2020*. Hentet 02.05.2023 fra Regjeringen: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/bransjeavtalen-om-reduksjon-av-matsvinn-hovedrapport-2020/id2891243/?ch=3>
- Rema 1000. (2020). *Rema 1000 Årsrapport*. Oslo: Rema 1000.
- RISE. (2022). *RISE food climate database – for sustainable consumption*. RISE Forskningsinstitutt.
- Stensgård, A., Berntsen, I. C., Hohle, S. M., & Callewaert, P. (2023). *Kartleggingsrapport for matbransjen og forbrukerleddet*. Norsus.
- Stensgård, A., Prestrud, K., & Callewaert, P. (2020). *Matsvinn i Norge - Rapportering av nøkkeltall 2015-2019*. Norsus.
- Stensvold, T. (2019). *Asko får Enova-støtte til å utvikle autonome transportferger*. Hentet 25.03.2023 fra Teknisk Ukeblad: <https://www.tu.no/artikler/asko-far-enova-stotte-til-a-utvikle-autonome-transportferger/460645>
- UNEP. (2021). *Food Waste Index report 2021*. United Nations Environment Programme.
- Yakovleva, N. (2007). Measuring the sustainability of the food supply chain: a case study of the UK. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 9(1), ss. 75-100.