

2019:0152 - Åpen

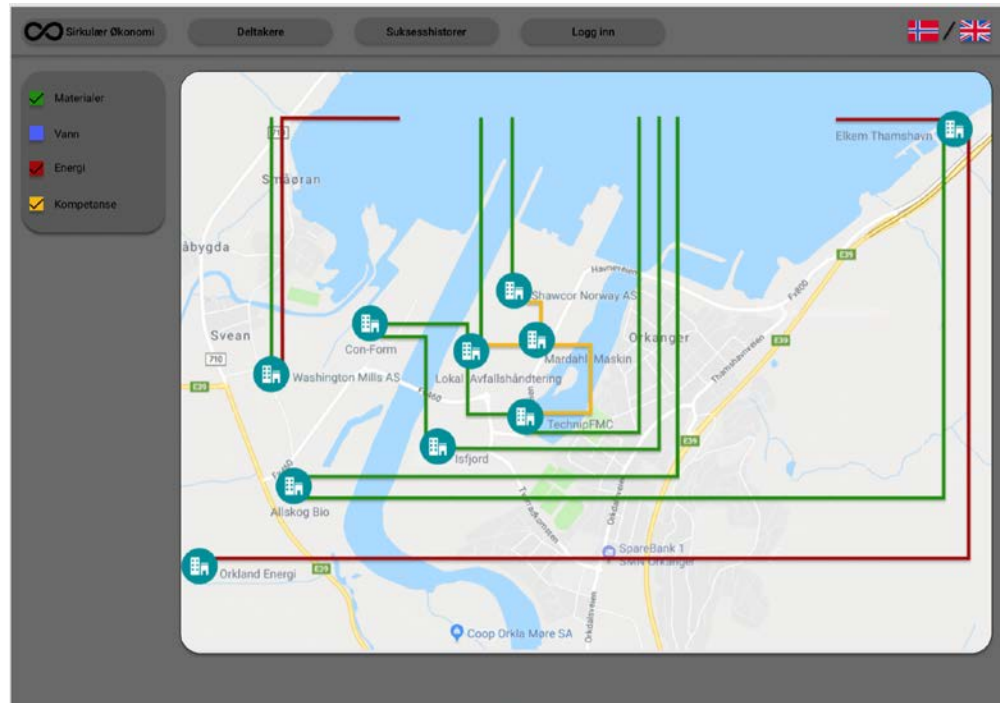
# Rapport

## Visualiseringsverktøy av bistrømmer for bedriftene i Orkanger/Thamsklyngen

Videreføring av forprosjekt og sommerrapport

### Forfatter(e)

Stian Rosvold Tønnessen, Åshild Tiller  
Adrian Werner



# Rapport

## Visualiseringsverktøy av bistrømmer for bedriftene i Orkanger/Thamsklyngen

Videreføring av forprosjekt og sommerrapport

**EMNEORD:**Sirkulær økonomi,  
Industriell symbiose,  
Visualiseringsverktøy,  
KPI, Datagrunnlag, Tillit,  
Suksesshistorier**VERSJON**

1.0

**DATO**

2019-10-05

**FORFATTER(E)**Stian Rosvold Tønnessen, Åshild Tiller  
Adrian Werner**OPPDRAGSGIVER(E)**

Trøndelag Fylkeskommune

**OPPDRAGSGIVERS REF.****PROSJEKTNR**

102021059

**ANTALL SIDER OG VEDLEGG:**

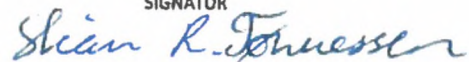
44

**SAMMENDRAG**

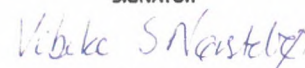
Orkanger industriområde i Trøndelag er et industriområde som satser på sirkulær økonomi. De har ambisjoner om å danne en bio-sirkulær industrikllynge slik at ressursene kan utnyttes i større grad og skape både økonomiske og miljømessige fordeler. Et interaktivt visualiseringsverktøy skal være et verktøy som kan hjelpe dem å nå denne ambisjonen. Det skal knytte bedriftene sammen og gjøre det lettere å bruke lokale ressurser. Det er allerede eksisterende industrielle symbioser i Orkanger, men det er potensiale for å etablere flere og nye. Visualiseringsverktøyet skal gjøre det lettere for bedriftene å identifisere nye industrielle symbioser og samarbeid, og det skal bidra til å nå ambisjonen om en bio-sirkulær industrikllynge. Bedriftene må bidra med å utbedre datagrunnlaget som verktøyet skal bygges på slik at det kan bygges en ressursbank av biproduktene som er tilgjengelig i regionen som kan benyttes til å etablere nye industrielle symbioser. KPIer er en mulighet for å se verdien av verktøyet og se om graden av sirkularitet øker i regionen.

**UTARBEIDET AV**

Stian Rosvold Tønnessen, Åshild Tiller

**SIGNATUR****KONTROLLERT AV**

Vibeke S. Nørstebø

**SIGNATUR****GODKJENT AV**

Jack A. Ødegård

**SIGNATUR****RAPPORTNR**

2019:0152

**ISBN**

978-82-14-06378-3

**GRADERING**

Åpen

**GRADERING DENNE SIDE**

Åpen

# Historikk

---

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1.0	2019-10-05	

# Innholdsfortegnelse

1 Introduksjon .....	5
2 Bedriftsoversikt.....	8
3 Material- og energistrømmer .....	10
4 Gode historier.....	13
4.1 Samarbeid i Industriparker .....	14
4.2 Samarbeid på tvers av sektorer .....	14
4.3 Eksisterende oversikter over IS.....	15
5 Sirkulær business model .....	17
6 Tillit til deling av data.....	19
7 Sirkulære indikatorer - KPI.....	21
7.1 Klyngenivå - makro og meso .....	21
7.2 Klassifisering av tilgjengelige indikatorer .....	23
7.3 Indikatorer basert på grunnpilarene i bærekraftig utvikling .....	24
8 Visualiseringsverktøy .....	28
8.1 Bruksområder for verktøyet .....	29
8.2 Innhold i visualiseringsverktøy.....	29
9 Datastruktur .....	34
9.1 Dataestimering .....	37
10 Veien videre.....	38
11 Konklusjon .....	40
12 Referanser .....	41

## BILAG/VEDLEGG

[Skriv inn ønsket bilag/vedlegg]

## Sammendrag

Denne rapporten presenterer resultatene fra et samarbeid med Trøndelag Fylkeskommune, Thamsklyngen og Næringshagen i Orkdalsregionen der Orkanger industriklynge er hovedfokus. Dette er en videreføring av studentprosjektene av Limi og Lønvik (2017) og Dahl, Olsson, Bjerland, Lea og Vågen (2018). Målet med prosjektet er å produsere et kvalitativt visualiseringsverktøy som danner et grunnlag for industrielle symbioser. Verktøyet skal være et interaktivt verktøy som skal visualisere eksisterende industrielle symbioser og identifiserer potensielle nye industrielle symbioser og samarbeid. Det skal legges til rette for selvrappotering slik at verktøyet også kan ha mer en kvantitativ funksjon som kan fungere som en materialbørs for bedriftene. Verktøyet skal legge til rette for at SMB skal inkluderes, og det skal også gjøre det lettere for potensielle nye bedrifter å etablere seg ut fra behovet i regionen.

Orkanger industriområde i Trøndelag er et industriområde som satser på sirkulær økonomi. De har ambisjoner om å danne en bio-sirkulær industriklynge slik at ressursene kan utnyttes i større grad og skape både økonomiske og miljømessige fordeler. Et visualiseringsverktøy skal være et verktøy som kan hjelpe dem å nå denne ambisjonen. Det skal knytte bedriftene sammen og gjøre det lettere å bruke lokale ressurser. Det er allerede eksisterende industrielle symbioser i Orkanger, men det er potensiale for å etablere flere og nye industrielle symbioser. De gode historiene som eksisterer, skal brukes for å skape motivasjon og inspirasjon for å danne nye industrielle symbioser og skal vise bedriftene verdien av en mer sirkulær økonomi.

Denne rapporten tar for seg hva som bør ligge til rette for at et slikt visualiseringsverktøy skal være nyttig og hva som bør inkluderes. Det må legges til rette for en sirkulær business modell, og det må bygges opp tillit mellom bedriftene for at de skal dele informasjon med hverandre. Bedriftene må aktivt bruke verktøyet og være åpen for å kommunisere med hverandre. De må bidra til å utbedre datagrunnlaget slik at de industrielle symbiosene kan identifiseres og kartlegges. Det er nødvendig å utarbeide en god datastruktur for å matche bedriftenes råmateriale med avfall og bi-produkter. Gode indikatorer av sirkularitet kan hjelpe bedriftene å se verdien av verktøyet, og for å se om Orkanger industriområde som helhet kommer nærmere sin ambisjon om å være en bio-sirkulær industriklynge. Rapporten presenterer også et mulig forslag til hvordan et slikt visualiseringsverktøy kan utformes og hvordan data kan struktureres. Det skisseres også en mulig vei videre for verktøyet.

## 1 Introduksjon

Sirkulær økonomi (SØ) handler om å holde ressursene lenger i økonomien, minimere kvalitets- tapet av ressursene og utnytte potensialet til råvarene gjennom gjenbruk. Ressurser kan bli brukt flere ganger og noe som anses som avfall for noen kan anses som en verdifull ressurs for andre. God infrastruktur må ligge til rette for å kunne gjenbruke råvarer på en effektiv måte som fører til både økonomiske og miljømessige gevinster. The Ellen MacArthur Foundation (n.d.) påpeker at det eksisterer utrolig mange teknologiselskaper der ute som kan akselerere skiftet mot SØ, men nevner at de fleste av suksesshistoriene ikke var avhengig av avansert teknologi for å realisere industrielle symbioser (IS). De fleste av suksesshistoriene baserer seg på en gradvis evolusjon av prosesser og forståelse av energi- og ressursstrømmer. Det er nettopp denne tankegangen som er utgangspunktet for prosjektet der vi ønsker å belyse bistrømmer, kompetanse og suksesshistorier for å øke graden av samarbeid og endringsvilje hos bedrifter i Orkdalsregionen. Denne endrings- viljen og gründertankegangen hos bedriftene er nemlig ofte hovedingrediensen for gjennomfør- ingen av vellykkede industrielle symbioser. Industrielle symbioser er samarbeid mellom lokale aktø- rer der aktørenes ressurser deles og gjenbrukes for å skape verdi, avfallet til en bedrift kan bli en ressurs for noen andre. Hensikten med industrielle symbioser er å holde ressursene i systemet og minimere avfallet (EMF, 2015).

I Orkanger finner vi et av de mest sentrale industriområdene i Midt-Norge der aktørene fokuserer på overgangen fra lineær til SØ for å skape miljømessige og økonomiske gevinster. Industrien i området anvender, bearbeider og produserer produkter og ressurser i forbindelse med avfall, bio- masse, materialer, metaller og varme. Det eksisterer et pågående samarbeid på flere nivåer i indu- striklyngen for utvikling mot det sirkulære skiftet. Innovasjonsselskapet Næringshagen i Orkdals- regionen jobber med bedrifter i alle størrelser i nærområdet for å øke vekst og nyskaping i regio- nen. Samtidig jobber Thamsklyngen og deres deltagere mot mange av de samme målene der ut- gangspunktet for økt samarbeid og interaksjon er gjennom industrielle symbioser. Det er mer om bedriftene i de eksisterende samarbeidene i kapittel 2 og 3. Hovedtanken er at nettverksbygging mellom bedrifter vil danne et fundament for omstilling til det grønne skiftet, samt skape nye for- retningmuligheter og konkurransefortrinn. I den forbindelse er det opprettet kompetansegrupper for å identifisere løsninger på tvers av industrier og for forankring av kunnskap. Til tross for det nå- værende samarbeidet i Orkdalen har tidligere SINTEF-prosjekter i 2017 og 2018 avdekket at det er flere material- og energistrømmer som ikke utnyttes av bedriftene og det finnes strømmer som gir grunnlag for dannelse av nye industrielle symbioser (Lønvik & Limi, 2017, Dahl et al., 2018).

Dette arbeidet er ment som en videreførelse og utvidelse av kartleggingsarbeidet til Lønvik og Limi (2017), der målgruppen av bedriftene for visualiseringsverktøyet i hovedsak er deltagere av Thamsklyngen og øvrige bedrifter i Orkdalsregionen. Arbeidet bygger også på funn og anbefalinger i SINTEF sitt forberedende prosjekt i samarbeid med Thamsklyngen, Næringshagen i Orkdalsregio- nen og Hamos (Werner et al., 2019). En helhetlig oversikt over materialstrømmene i Orkanger kan være et godt utgangspunkt for god ressurs- og miljømessig håndtering. Det sentrale datagrunnla- get som er utarbeidet omhandler input og output i bedriftene, bistrømmer som produseres og kommunikasjonen mellom bedriftene. Under utarbeidelsen av rapporten har det blitt undersøkt hvilken informasjon som er tilgjengelig basert på det tidligere kartleggingsarbeid. Dette belyses

nærmere i kapittel 3. Resultatet av denne undersøkelsen viser at det datagrunnlaget som finnes nå er begrenset til kvalitativ data og vil per dags dato ikke kunne danne et fullstendig kvantitativt verktøy for beslutningstaking.

Suksesshistorier kan hjelpe bedriftene å se verdien av å dele data for å lettere identifisere nye industrielle symbioser, og det kan hjelpe potensielle nye aktører å finne forretningspotensiale. Det er viktig at bedriftene bruker verktøyet og ser verdien av å bruke verktøyet, og suksesshistoriene kan gi motivasjon til dette. Suksesshistoriene kan gjøre det lettere for bedriftene å se verdien av å delta i industrielle symbioser. Dette var spesielt synlig i samarbeidet mellom Norske Skog Skogn og Biokraft AS sitt samarbeid for å produsere biogass ved Fibortangen i Trøndelag (Klitkou, Fevolden & Capasso, 2019). I likhet viser bedriftene på Orkanger samarbeidsvilje gjennom de etablerte symbiosene i området og deltakelse i ulike kompetansegrupper. Eksempelvis leverer Elkem Thamshavn fjernvarme til Orkland Energi og mottar treflis fra Allskog Bio. Det står mer om de gode historiene i kapittel 4.

Samspeillet mellom bedriftene er kritisk for å realisere effektiv anvendelse og deling av ressurser og bistrømmer, samt identifisere nye bruksområder for materialstrømmene i industriklyngen. Det må legges til rette for en sirkulær business modell, dette belyses nærmere i kapittel 5. Ved en kvantitativ bruk av verktøyet må det bygges tillit mellom bedriftene slik at de deler informasjonen med hverandre. En mulighet til å logge inn i verktøyet der bedriftene kan velge selv hvilken informasjon de deler og hvem som kan få tilgang til denne informasjonen krever tillit, og bedriftene vil være mer fortrolig med å dele informasjonen desto mer tillit de har til hverandre. Kapittel 6 går nærmere inn på tillit og viktigheten av å bygge tillit mellom bedriftene for å dele informasjon og spesielt sensitiv informasjon. Visualiseringsverktøyet baseres i første omgang på kvalitative aspekter med mulighet for å videreutvikle til en mer kvantitativ tilnærming gjennom blant annet selvrapportering. En mer kvantitativ tilnærming av verktøyet gir mulighet til å måle graden av sirkularitet ved bruk av key performance indicators (KPI). Dette belyses nærmere i kapittel 7.

Et visualiseringsverktøy av bistrømmene i industriområdet kan forbedre samspeillet mellom bedriftene, og danne grunnlaget for en bio-sirkulær industriklynge og tiltrekke nyetableringer til regionen. Et verktøy som kartlegger samarbeidet innad i industriklyngen kan være med på å realisere forbedringspotensialene og assistere Thamsklyngen og Næringshagen til å oppnå målene sine. Visualiseringsverktøyet skal være på et kart slik at det gir mulighet til å se geografisk beliggenhet, og det skal være mulighet til å filtrere ut hvilken informasjon man ønsker å se på. Kapittel 8 belyser nærmere hva et visualiseringsverktøy bør inneholde og hvordan det kan gjennomføres, samt et forslag på hvordan visualiseringsverktøyet kan se ut. Verktøyet skal kunne brukes av bedriftene for å visualisere eksisterende industrielle symbioser og identifisere potensielle nye industrielle symbioser. Det skal være et rammeverk for å belyse og kartlegge samhandlinger i industriparken, gi informasjon, gi eksempler på suksesshistorier, danne et grunnlag for SØ og tiltrekke nye bedrifter. Kapittel 9 går nærmere inn på hvordan datastrukturen i et slikt verktøy kan settes opp, og hvordan man kan estimere data.

Rapporten er utarbeidet i samarbeid med Trøndelag fylkeskommune, Thamsklyngen og Næringshagen i Orkdalsregionen i forbindelse med SINTEF-prosjektet "Grønne og bærekraftige sommerjobber 2019". Vi ønsker å takke for interessante diskusjoner og innspill i prosessen.



## 2 Bedriftsoversikt

Målgruppen av bedrifter er som nevnt tidligere i hovedsak deltakerne i Thamsklyngen. Limi & Lønvik (2017) har tidligere utarbeidet en enkel skisse over kjernevirksomheten til de sentrale aktørene på Grønøra. Prosessindustri, offshore og næringsmiddelindustrien er sterkt representert. Dette er synlig i figur 1. Denne oversikten inkluderer kun mange av de største bedriftene i området. Etter ønske fra Trøndelag fylkeskommune, Næringshagen i Orkdalsregionen og Thamsklyngen er det utarbeidet en revidert oversikt over bedriftene i regionen. Den reviderte oversikten inkluderer en del mindre aktører og også bedrifter som leverer varer og tjenester i regionen. Figur 2 illustrerer den reviderte lista, men det understrekes at visualiseringsverktøyet er tenkt til å inkludere flere bedrifter enn de som blir listet opp under dette kapittelet. Denne utvidelsen er ment som en opplysning over hvilke industrisektorer som er representert og hvilke tjenester og kunnskap som er tilgjengelig.



















<b>Isfjord Norway</b> <b>Kjernevirksomhet:</b>  Foredling av laks og ørret	<b>Washington Mills</b> <b>Kjernevirksomhet:</b>  Produserer silisiumkarbid	<b>Elkem Thamshavn</b> <b>Kjernevirksomhet:</b>  Produserer silisium og mikrosilika	<b>Shawcor</b> <b>Kjernevirksomhet:</b>  Produserer termoiseringskappe på rør
<b>TechnipFMC</b> <b>Kjernevirksomhet:</b>  Produksjon av subsea-rør	<b>Con-Form</b> <b>Kjernevirksomhet:</b>  Produserer forskalingslementer	<b>Allskog Bio</b> <b>Kjernevirksomhet:</b>  Produserer treflis	<b>Orkdal Fjernvarme</b> <b>Kjernevirksomhet:</b>  Leveranse av fjernvarme, strøm
<b>Mardahl Eiendom</b> <b>Kjernevirksomhet:</b>  Rørhåndtering, grunnarbeid kjøretøy reparasjoner	<b>NG Metall</b> <b>Kjernevirksomhet:</b>  Sortering av metaller levert til gjenvinning	<b>Retura</b> <b>Kjernevirksomhet:</b>  Avfallsløsninger for offentlig og private, henting av avfall	<b>Hamos</b> <b>Kjernevirksomhet:</b>  Avfallshåndtering for privatpersoner og bedrifter
<b>Salvesen &amp; Thams</b> <b>Kjernevirksomhet:</b>  Aktivt eierskap i bedrifter, eiendomsutvikling.	<b>Amfi</b> <b>Kjernevirksomhet:</b>  Salg av varer til kunder	<b>Coop Orkla Møre</b> <b>Kjernevirksomhet:</b>  Salg av dagligvarer og byggevarer	

Figur 1: Kjernevirksomhetene på industriområdet i Orkanger (Limi & Lønvik, 2017).

Ifølge NHO (u.å.) utgjør de små og mellomstore bedriftene (SMB) mer enn 99 prosent av alle bedrifter i Norge og står for rundt halvparten av den årlige verdiskapningen i landet. Vi skjønner derfor at de er sentrale bidragsyttere for lokalsamfunnet. Det virker også logisk at eventuelle nyetableringer i Orkanger vil havne innenfor denne kategorien av bedrifter. SMB møter utfordringer når det kommer til innovasjon og med tanke på reduksjon av miljøfotavtrykket (Patricio et al., 2017). Flere av disse bedriftene har ikke nok kapital til restrukturering av bedriften mot en miljøvennlig produksjon. Dermed er det viktig å tilrettelegge og være fasilitator for gjennomføring av IS mellom SMB og andre bedrifter. Hovedmotivasjonen for å delta i slike samarbeid vil være bedre økonomisk og miljømessig gevinst. På toppen av dette finnes det flere bedrifter, både små og store, som ikke deler avfallet sitt per dags dato. Grunnen til dette kan være mangel på kunnskap, informasjon, finansiering, tid eller den enkle grunnen at det er vanskelig å lokalisere potensielle bedriftspartne-

re. Visualiseringsverktøyet vil forhåpentligvis spare bedriftene for denne tidsbruken og øke kunnskapsnivået om eksisterende muligheter.

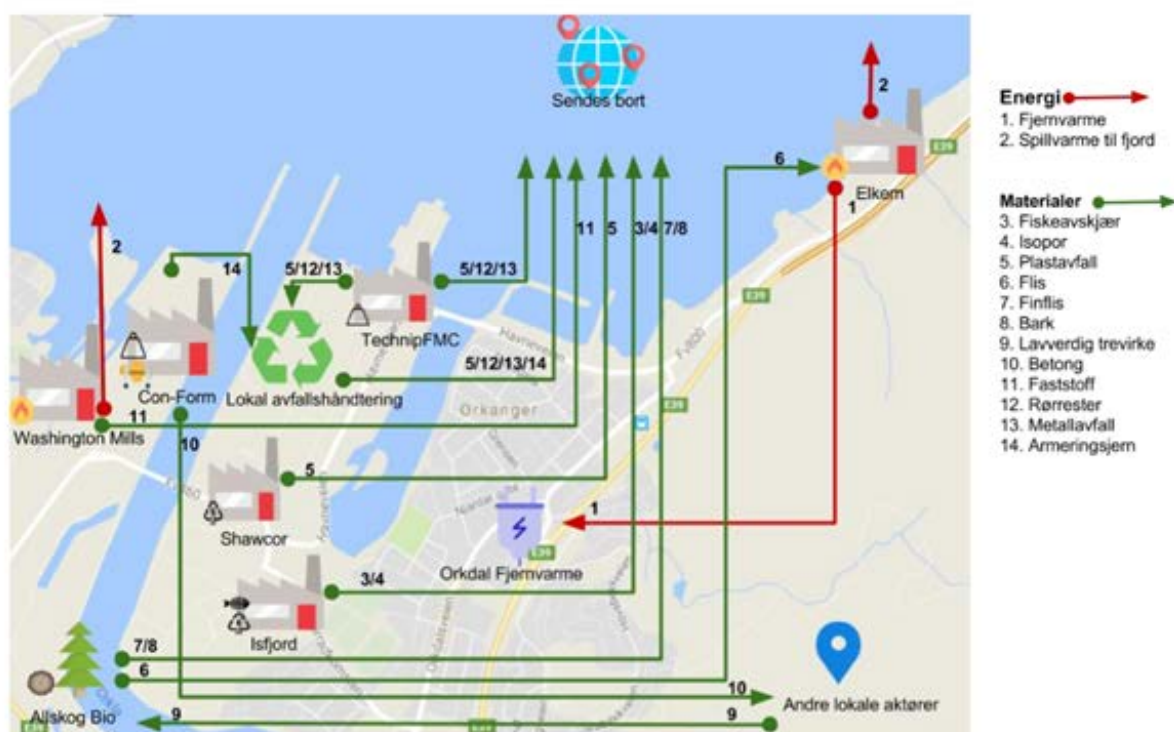
SMB er viktige for norsk økonomi, for det lokale samfunnsliv og for omstillingsevnen. Selv om en bedrift har få ansatte vil den kunne skape større ringvirkninger. Ringvirkningene kan for eksempel være inntekter til andre bedrifter og inntekter til staten og kommuner som igjen gir økt velferd. I tillegg er SMB essensielle for større bedrifter da de er viktige underleverandører av varer og tjenester. Vi kan si at SMB og større bedrifter har et gjensidig avhengighetsforhold der større bedrifter og offentlig sektor er viktige kunder for SMB i form av trygghet. Dette er noe vi har hatt i bakhodet ved arbeidet med denne oppgaven. Vi ønsker å tilrettelegge for at SMB skal være en del av visualiseringsverktøyet. Sannsynligvis vil disse bedriftene produsere mindre mengde av biprodukter, men det vil minst være like relevant å vise til hvilken kompetanse bedriftene innehar og hvilke varer og tjenester de kan bistå andre bedrifter med.

<p><b>Norsk Kylling</b> </p> <p><b>Kjernevirksomhet:</b> Kyllingproduksjon</p>	<p><b>Nutrimar</b> </p> <p><b>Kjernevirksomhet:</b> Produserer oljer, proteiner og mel av biprodukter fra laks</p>	<p><b>Stena Recycling</b> </p> <p><b>Kjernevirksomhet:</b> Avfallshåndtering for bedrifter</p>	<p><b>Sodvin</b> </p> <p><b>Kjernevirksomhet:</b> Gruppe selskaper. Elektrisk kraft, IT, bredbånd, økonomi og eiendom</p>	<p><b>TrønderEnergi</b> </p> <p><b>Kjernevirksomhet:</b> Energiselskap med forretningsområdene produksjon, nett og marked</p>
<p><b>Exigo</b> </p> <p><b>Kjernevirksomhet:</b> IT-tjenester til industri og tjenesteytende næring</p>	<p><b>Tangvik Transport</b> </p> <p><b>Kjernevirksomhet:</b> Transportoppdrag</p>	<p><b>Orkel</b> </p> <p><b>Kjernevirksomhet:</b> Utvikler og produserer landbruksmaskiner og industrimaskiner</p>	<p><b>Elpro</b> </p> <p><b>Kjernevirksomhet:</b> Tilbyr produkter og løsninger tilpasset industrier</p>	<p><b>Orkla Stålkonsult</b> </p> <p><b>Kjernevirksomhet:</b> Stål, sveising, tømring, snekring, kjerneboring, betongarbeid og blikkenslagerarbeid</p>
<p><b>Simpro</b> </p> <p><b>Kjernevirksomhet:</b> Produserer høyteknologisk elektronikk og elektromekanikk</p>	<p><b>Vigor Industrier</b> </p> <p><b>Kjernevirksomhet:</b> Personell innenfor fagområdene mekanisk, plate, rør og sveis</p>	<p><b>Næringshagen i Orkdalsregionen</b> </p> <p><b>Kjernevirksomhet:</b> Innovasjons- og utviklingsselskap som arbeider for vekst og nyskaping</p>	<p><b>Orkdal kommune</b> </p> <p><b>Kjernevirksomhet:</b> Lokalt ansvar</p>	<p><b>Trondheim Havn</b> </p> <p><b>Kjernevirksomhet:</b> Forvalter havnevirksomheten</p>
<p><b>Orkla Sparebank</b> </p> <p><b>Kjernevirksomhet:</b> Bank</p>	<p><b>Sparebank 1 SMN</b> </p> <p><b>Kjernevirksomhet:</b> Bank</p>	<p><b>Varig Orkla Forsikring</b> </p> <p><b>Kjernevirksomhet:</b> Forsikring for privat- og bedriftsmarkedet</p>		

Figur 2: Viser de bedriftene som tilhører Thamsklyngen som ikke er nevnt i figur 1.

### 3 Material- og energistrømmer

Denne rapporten bygger videre på arbeidet fra sommerprosjektet “Orkanger industriområde. Ledende på sirkulær økonomi?” utarbeidet av Lønvik og Limi (2017) og forprosjektet “Beslutningsstøtteverktøy for etablering av en bio-sirkulær industriklynge i Orkdalsregionen” av Werner et al. (2019). Det er ambisjoner om å danne en bio-sirkulær industriklynge i Orkanger slik at ressursene kan utnyttes i større grad og skape både økonomiske og miljømessige fordeler. De eksisterende synergiene mellom noen av aktørene på Grønøra ble kartlagt i 2017 (Lønvik & Limi, 2017). Resultatet av arbeidet er synlig i figur 3 som indikerer energi- og materialstrømmer mellom bedriftene på Orkanger.



Figur 3: Materialstrømmer mellom bedrifter på Orkanger (Lønvik & Limi, 2017).

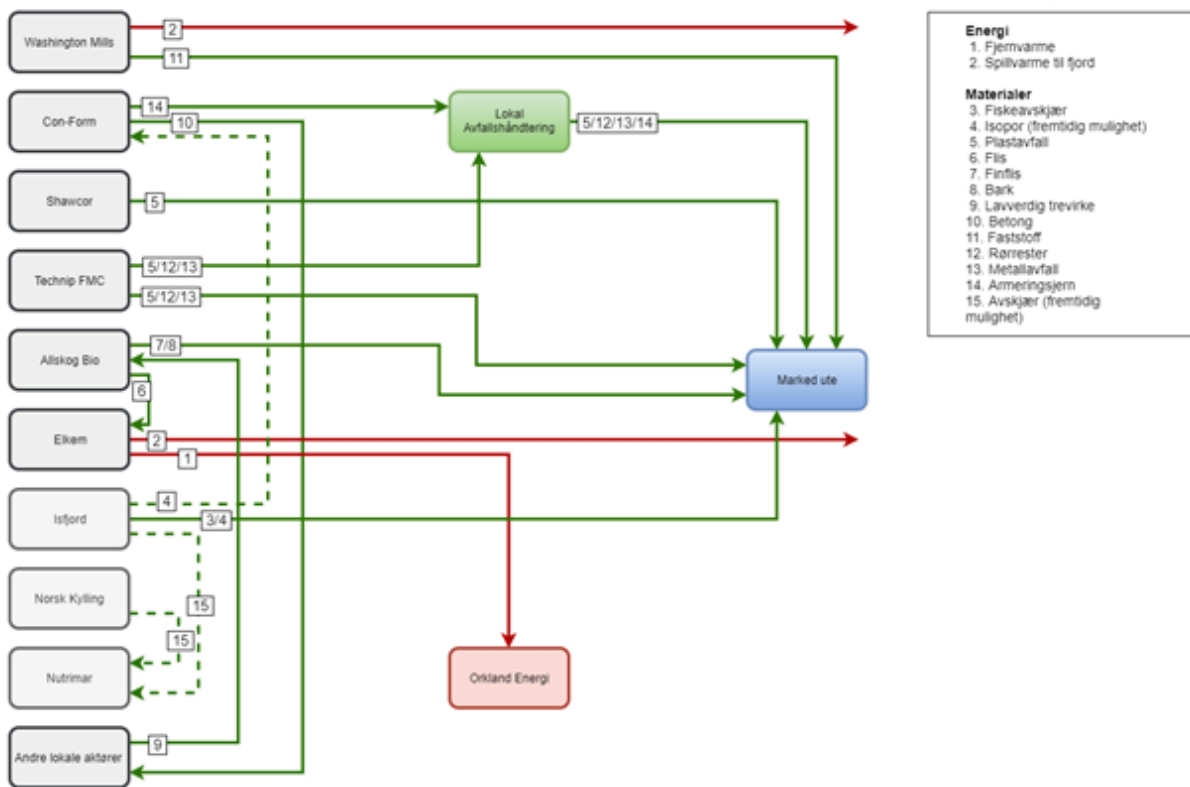
Næringslivet i Orkdalsregionen er sammensatt av ulike aktører, og er spesielt kjent for prosessindustri og offshore med bedrifter som Elkem, Washington Mills og TechnipFMC. Nå er det klart at Norsk Kylling og Nutrimar skal etablere seg i Orkanger i 2021 og det kan danne starten av en næringsmiddelklynge sammen med Isfjord som allerede flytter produksjonen sin dit i 2019. Dette indikerer at det vil komme nye tilflyttere til Orkanger. Det er planlagt at fabrikken til Nutrimar skal plasseres strategisk ved siden av Norsk Kylling sine anlegg da de er i gang med å undersøke hvordan restprodukter kan anvendes til å produsere dyrefor. Isfjord sin fabrikk får rundt 100 ansatte og vil produsere fiskeavskjær som kan leveres for videre prosessering hos Nutrimar. I tillegg har Isfjord samarbeid med Con-Form der de utvikler isolasjonsprodukter gjennom gjenbruk av isopor-kasser. Con-Form lager også betongklosser av restbetong som selges til entreprenører lokalt. Rester fra armeringsjern leveres til en lokal avfallshåndtering. Con-Form har sett på muligheter for

å redusere dette avfallet ved anskaffelse av et anlegg for optimal kapping og bøyning av materialene.

Figur 3 viser at Allskog Bio tar imot lavverdig treverk fra lokale skogeiere og selger flis til Elkem Thamshavn. Finflisen sendes til Statkraft som produserer fjernvarme i fliskjeler. Barken leveres til et bio-kraftvarmeanlegg i Östersund som tilhører Jämtkraft. Den grove barken anvendes som restmasse til oppfylling av voller og grøfter, utgjevning av skiløyper, skytebaner og bygging av parkeringsplasser. Elkem leverer sin spillvarme til Orkland Energi, men de har i tillegg utnyttet spillvarme i ulike temperaturer som går ut i fjorden. Overskuddsvarmen fra Elkem står for hele 97 prosent av fjernvarmeforsyningen. Samtidig er Orkland Energi i gang med å øke kapasiteten til de nye produksjonsfasilitetene. Produksjon av biogass og bioolje kan potensielt være en erstatning for gasskjelen. De nærmeste biogassfabrikkene ligger i Soknedal og på Skogn.

Washington Mills selger faststoff, men har også varme som ikke blir utnyttet og går ut i fjorden. Con-Forms sine betongelementer som krever tørking kan være en potensiell samarbeidspartner her. Shawcor leverer termoisolasjon til rørene hos TechnipFMC. TechnipFMC har rørrester, avkapp av metall og plastavfall som blir solgt hvis volumet er stort nok, hvis ikke blir det sendt til avfallshåndtering. Betong Øst leverer betong til Con-Form. Mardahl Maskin leier ut personell og selger maskiner til TechnipFMC. Axess leverer inspeksjonstjenester til TechnipFMC. Andre selskaper som er en del av Thamsklyngen leverer produkter i form av ulike tjenester innenfor for eksempel IT, vedlikehold og økonomisk rådgivning, se figur 1 og 2 i seksjonen over.

Arbeidet til Dahl et al. (2018a) belyste flere muligheter for gjennomføring av IS for etablerte aktører og for nyetableringer i regionen. Figur 4 under belyser mange av de samme forholdene som figur 3, men viser i tillegg muligheter mellom de planlagte nyetableringene Nutrimar, Norsk kylling og Isfjord. For en fullstendig oversikt over IS-muligheter henvises det til rapporten "Industrielle symbioser og sirkulærøkonomisk innovasjon i Thamsklyngen" (Dahl et al., 2018a).



Figur 4: Viser et sammendrag av bistrømmene i industriområdet ved Orkanger. De stiplede linjene indikerer forslag til industrielle symbioser mellom nyetablerte aktører i regionen.

## 4 Gode historier

Sommeren 2019 ble det klart at Frevar FK og flere andre industribedrifter på Øra i Fredrikstad får støtte på rundt fire millioner kroner fra Oslofjordfondet til prosjektet "Bærekraftig innovasjon gjennom industriell symbiose" (Fredrikstad Blad, 2019). Bedriftene i området skal samarbeide for å utnytte avfallsprodukter fra materialer, vann og energi. Dette skal gjennomføres ved å opprette en database som kontrollerer og gir oversikt over ressursstrømmene i området. Aktørene håper og ønsker at arbeidet med restprodukter vil skape flere nye arbeidsplasser og muligheter i regionen. Prosjektet i Fredrikstad kan ses i sammenheng med vårt arbeid med bedriftene rundt Orkanger da tankegangen om å opprette en dynamisk database er overlappende. De gode historiene på IS og SØ vil fungere som et fundament for identifikasjon av gode praksiser som forklart nærmere i kapittel 9. Hovedtanken er at en kunnskapsbank vil åpne muligheter for flere samarbeid mellom bedrifter. Ettersom bedrifter får øynene opp for økonomiske og miljømessige effekter ved slike historier vil forhåpentligvis samarbeidsviljen økes. Rent systematisk kan det tenkes at ulike eksempler kategoriseres etter sektorer og produkter. Dette vil gjøre at bedrifter kan filtrere ut aktuelle historier og ta lærdom av historier fra deres egen sektor eller finne bruksområder til biprodukter som bedriften innehar. Denne seksjonen undersøker videre eksempler på gode praksiser innenfor SØ og IS. I tillegg undersøkes eksisterende og tilgjengelige databaser på ulike caser innenfor IS.

Utviklingen av REMA 1000 sin energigjerrige dagligvarebutikk på Kroppanmarka i Trondheim er et eksempel til etterfølgelse. Sintef Energi ble hentet inn i prosjektet for å teste og utforme bygg-optimale løsninger basert på sin teknologiske ekspertise. Som et resultat av samarbeidet bruker butikken 30 prosent mindre strøm enn tilsvarende butikker og partene ble tildelt Energispareprisen av Trondheim kommune i 2014 (Rema 1000, 2014). Butikken anvender ulike teknologier for å spare energi slik som lagring av overskuddsvarme og bruk av CO<sub>2</sub> til kjøle- og frysedisker. Selv om dagligvarebutikken ikke inngår i IS med andre aktører, er prinsipper innenfor SØ ivaretatt basert på kunnskap om eksisterende teknologi. Det er heller ikke utenkelig at det kan oppstå IS-forhold i fremtiden ved utveksling av CO<sub>2</sub> og andre biprodukter ettersom kunnskapen om muligheter økes. For eksempel foregår det flere prosjekter i forhold til fangst og lagring av CO<sub>2</sub> i prosessindustri over hele landet. I tillegg til bruken som kjøleelement kan gassen anvendes til for eksempel produksjon av alger eller miljøvennlig produksjon av elektrisk kraft. En rapport fra Sintef har konkludert med at fangst og lagring av CO<sub>2</sub> kan gjøre norske bedrifter konkurransedyktige og skape et vesentlig antall nye arbeidsplasser i fremtiden (Størseth et al, 2018). Disse eksemplene viser at forskning og kunnskap angående miljøvennlige løsninger kan skape nye samarbeid på tvers av industrier og gi økte samfunnsnyttige effekter.

De eksisterende forholdene forklart i seksjon 3 er nettopp et utdrag av gode historier som eksisterer i Orkangerområdet den dag i dag. Det anbefales at disse historiene og de ulike IS inkluderes i det interaktive visualiseringsverktøyet som er foreslått i denne rapporten. Historiene gjør at utenforstående og bedrifter på Orkanger kan gjøre seg kjent med samarbeidet som eksisterer.

## 4.1 Samarbeid i Industriparker

Industriparken ved Kalundborg i Danmark blir ofte sett på som ledere innenfor IS der avfallsproduktene i stor grad blir ivaretatt og gjenbrukt av bedriftene innenfor industriklyngens nærområde. Det vil være utfordrende for den enkelte aktør i tungindustri å endre produksjonen mot SØ. Derfor vil det være fordelaktig å møte denne overgangen samlet som en enhet. Dette er nettopp tilfellet i Kalundborg der både private og offentlige bedrifter har kommet sammen for å skape partnerskap. Bedriftene i klyngen utveksler nesten 30 forskjellige bistrømmer av materialer, energi og vann i lukkede kretsløp. Samarbeidet startet allerede på 1960-tallet og det har utviklet seg til å gi mange positive effekter. For å vurdere effekten av partnerskapene ble det gjennomført en LCA basert på informasjonen om eksisterende ressursstrømmer i industriparken. Resultatene viser at hvert år sparer bedriftene i industriklyngen til sammen rundt 240 millioner NOK på bunnlinjen, CO<sub>2</sub>-utslippene reduseres med 635 000 tonn, vannforbruket reduseres med 3,6 millioner kubikk og forbruket av energi går ned med rundt 100 GWh (EMF, 2017a). Disse resultatene er i seg selv motiverende for aktiv deltakelse i industriklynge-nettverk og deling av data, også for industriledere med hovedfokus på bunnlinjen. Uten åpenhet, tillit, konfidensialitet og samarbeid mellom bedriftene vil det ikke være mulig å oppnå slike resultater.

IS dreier seg ikke bare om bedrifter som samarbeider mot bedre miljøløsninger, men handler i like stor grad om en kontinuerlig søken etter smartere måter å drive forretning på. Dette betyr at bedriftene må være villige til å teste ut nye løsninger eller leie inn ekstern ekspertise der bedriften mangler kompetanse. Kompetansebanken med oversikt over suksesshistorier vil derfor virke supplerende her. I tillegg vil bedrifter kunne identifisere potensielle partnere basert på deres interne kompetanse. Basert på de eksisterende samarbeidene i kapittel 3 viser bedriftene på Orkanger at en åpen tankegang allerede er tilstede. Dette var nødvendigvis ikke tilfellet for et noen år tilbake, men er noe som har utviklet seg gradvis over tid. Flere bedrifter vil også være villige til å etablere seg i nærområdet dersom de kan nyttiggjøre seg av en kultur preget av åpenhet og fokus på innovasjon. Ved å synliggjøre eksisterende partnerskapene mellom SMB og større bedrifter i et interaktivt visualiseringsverktøy vil budskapet om en slik kultur komme frem.

## 4.2 Samarbeid på tvers av sektorer

Som det er blitt nevnt tidligere består mye av industrien på Orkanger av prosessindustri, næringsmiddelindustri og leverandører av løsninger til offshoreindustri. Dermed kan det være interessant å undersøke gode historier angående IS innenfor disse respektive sektorene. I tillegg eksisterer det flere større og små bedrifter som opererer innenfor treindustri i Trøndelag. Denne industrien har vært fokusområde i BIS-prosjektet etter ønske fra Næringshagen. Samtidig er treindustrien viktig for Norge, Sverige og Finland. Paper Province i Karlstad i Sverige er et eksempel på en større tre-klynge. Her har de for eksempel brukt rester fra trevirke til å produsere miljøvennlig kjøkkenutstyr. Skapelse av verdi i treindustrien består av mer enn produksjon av papir og papirmasse. Som allerede nevnt leverer Allskog Bio flis til Elkem sin produksjon. I tillegg kan annen verdi oppstå ved samarbeid med konstruksjon av treverk, produksjon av biogass eller flytende biogass og produksjon av lignocellulosiske kjemikalier og materialer. Klitkou et al. (2019) presenterer flere forskjellige suksesshistorier av IS innenfor disse områdene. For eksempel har treklyngen i Hønefoss sett på

mulighetene for å integrere trevareproduksjon ved å sage treverk for konstruksjon av hus, samle massevirke av tre til produksjon av cellulose, lignin og sukker i bioraffinerier og hente ut avfall og bistrømmer til produksjon av bioenergi. Dette er også i tråd med anbefalingene fra Dahl et al. (2018a) om å inkludere et bioraffineri for industrien ved Orkanger. I tillegg undersøkes det etter muligheter for å produsere brikketter og bioolje på Hønefoss. Et annet case forklarer samarbeidet mellom Norske Skog Skogn og Biokraft AS i produksjon av flytende biogass ved å kombinere restprodukter fra treindustri og lakseoppdrett. Endringsvilje og gründertankegang hos bedriftene i området var essensielt for gjennomføring av samarbeidet slik som det argumenteres for tidligere i denne seksjonen.

Utfordringen i dagens marked ligger i å utnytte biprodukter og avfall som ikke har økonomisk verdi. Dette gjelder spesielt prosessindustrien som er en presset og konkurranseutsatt industri. Prosessindustrien møter økonomiske, markedsmessige, tekniske og regulatoriske barrierer som gjør arbeidet med SØ utfordrende. Mulighetsstudiet utarbeidet av Norsk industri (2016) konkluderer med fem rammebetingelser og virkemidler som vil fremme SØ i årene fremover:

- Harmonisering og forenkling av EU-regelverk
- Opprettholde og utvikle dialog mellom norske miljømyndigheter og prosessindustri
- Økt etterspørsel etter miljø- og ressurseffektive produkter
- Forskning og utvikling som fremmer SØ
- Tilrettelegging for samarbeid i industrien

Flere av disse punktene er diskutert i denne rapporten gjennom klassifiseringer av avfall, tilrettelegging ved deltakelse i databaser osv. Likevel vil prosessforbedringer og utnyttelse av biprodukter uten økonomisk verdi kreve langsiktige prosjekter og engasjement over tid. I prosessindustrien i dag finnes det en rekke eksempler på SØ og IS. Slagg kan utnyttes som grus og fyllmasse, som tilslagsmateriale i asfaltproduksjon eller i sementproduksjon. Andre eksempler viser hvordan finrester og restprodukter blandes inn i øvrige råvarer. Det eksisterer også flere eksempler på at overskuddsenergi fra prosessindustrien brukes som energikilde til nabobedrifter eller som oppvarming. Elkem Thamshavn leverer blant annet overskuddsenergi til folkehelsesenteret og fotballbaner for oppvarming. SØ i prosessindustrien vil utelukkende ofte handle om å identifisere sidestrømmer som kan anvendes av andre industribedrifter eller utnyttes i egen produksjon.

### 4.3 Eksisterende oversikter over IS

Det er allerede utarbeidet flere oversikter og databaser som inneholder suksesshistorier om eksisterende IS eller case-studier for forslag til nye samarbeidsområder. Disse oversiktene kan anvendes til oppdagelse av nye gjennomførbare IS. Dermed kan det være nyttig for industrien i Orkanger å opprette et slikt dokument. Dette kan enkelt settes opp ved en Excel-oversikt som kan inkludere lenker til en avisartikkel, webside eller annet. Videre vil det være oversiktlig dersom historiene kategoriseres etter sektorer som er involvert og hvilke produkter som utveksles. Dette forslaget kan ses på som et lavterskeltiltak sammenlignet med en opprettelse av innlogging for Thamsklynngens deltakere i som det står om i seksjon 8.2. Eventuelt vil det kunne være en forløper til innsamling av relevante case-studier for videre implementasjon i databasen. Denne oversikten vil også kunne brukes som basis for utvikling av visualiseringsverktøyet. Excel-oversikten vil kunne inkludere



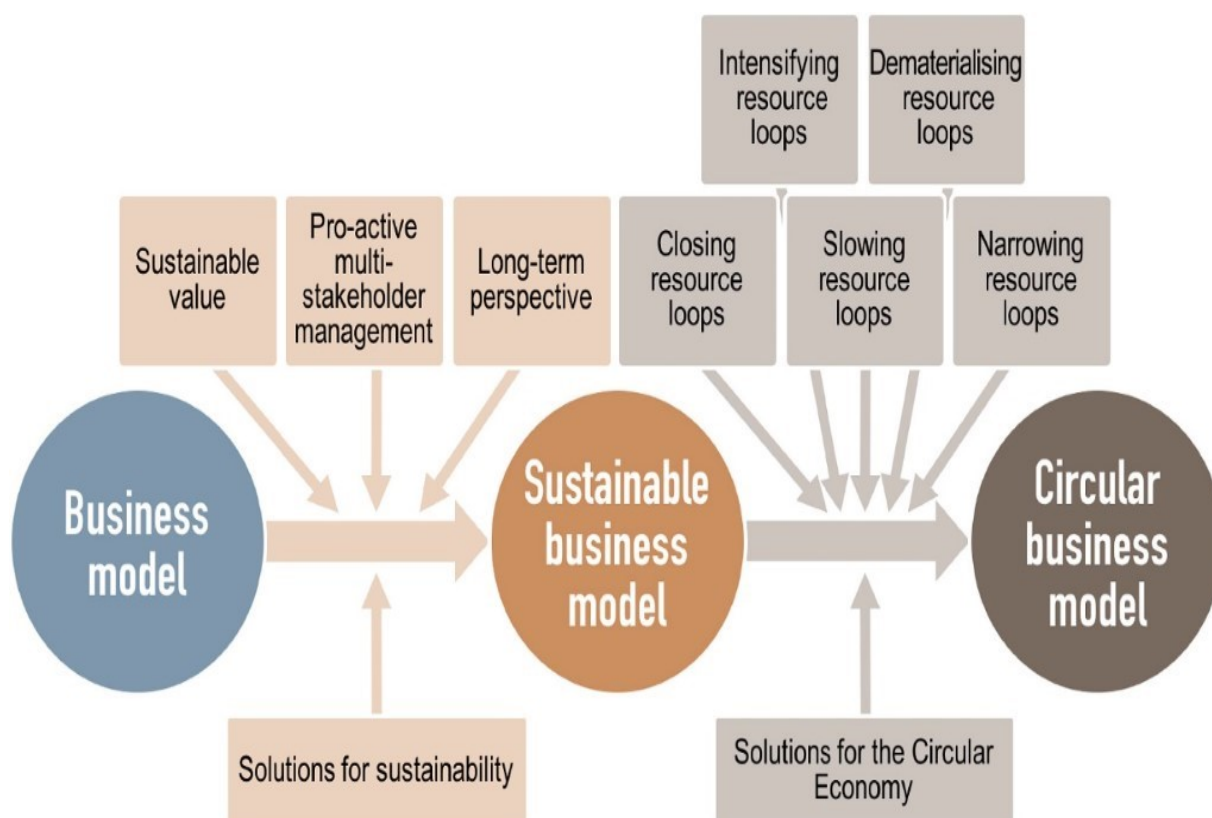
re anbefalinger mot kunnskaps- og forskningsmiljøer som har gode erfaringer med utvikling av nye løsninger for de respektive materialene.

Eksempler over eksisterende IS-databaser og henvisninger (se referanser for websider og akademiske journaler):

- Industrial Symbiosis Data (ISDATA)
- Litteraturstudie på IS-caser (Puente et al., 2014)
  - National Industrial Symbiosis Programme (NISP)
  - Library of industrial symbiosis case studies and linked exchanges
  - MAESTRI prosjekt

## 5 Sirkulær businessmodell

I en sirkulær businessmodell må det legges til rette for industrielle symbioser og deling av ressurser. Ved å etablere en sirkulær businessmodell legges det til rette for å endre det tradisjonelle økonomiske systemet *“take-make-dispose”*. En sirkulær businessmodell kan hjelpe bedriften å skape verdi ved å gjenbruke materialer eller eksisterende produkter slik at ressursbruken minimeres (Hofman, 2019). Innovasjon av businessmodellene er en viktig komponent for å holde bruken av materialer, energi og vann mer bærekraftig. Sirkulære businessmodeller er en ny type businessmodell som bygger på å holde verdien i produktet etter bruken og lete etter nye markedsmuligheter for den (Rosa, Sassanelli & Terzi, 2019). Sirkulære businessmodeller kan defineres som bærekraftige businessmodeller som gjennom en sirkulær verdikjede og justering av interessentenes insentiver finner løsninger for en SØ. En bærekraftig businessmodell er en businessmodell som gjennom å skape ytterligere verdi ved proaktiv ledelse og langsiktige perspektiv har løsninger for bærekraftig utvikling som mål, se figur 5 (Geissdoerfer, Morioka, de Carvalho & Evans, 2018). Bærekraftige businessmodeller skaper konkurransefordeler gjennom kundeverdi og bidrag til en bærekraftig utvikling av både bedriften og samfunnet.



Figur 5: Viser overgangen fra en tradisjonell forretningsmodell, til en bærekraftig forretningsmodell til en sirkulær forretningsmodell (Geissdoerfer, Morioka, de Carvalho & Evans, 2018).

Det finnes ulike klassifiseringer av bærekraftige og sirkulære businessmodeller som bidrar til et sirkulært økonomisk system, og ulike strategier for å nå dette (Fraccasica, Giannoccaro & Albino, 2019). Ellen MacArthur foundation (2015) har identifisert seks tiltak bedrifter og myndigheter kan gjøre for å bevege seg mot en SØ, nemlig ReSOLVE rammeverket. ReSOLVE rammeverket kan ikke bli referert til som en klassifiseringsmetode, men mange klassifiseringsmetoder tar utgangspunkt i disse tiltakene (Rosa, Sassanelli & Terzi, 2019). ReSOLVE rammeverkets tiltak er *regenerate, share, optimise, loop, virtualise og exchange*. For å gå fra en lineær til en SØ er disse tiltakene et verktøy bedriftene og myndighetene kan bruke. Disse tiltakene handler om å bruke en høyere andel fornybar energi og materialer, dele på eiendelene, gjenbruk, øke effektiviteten, resirkulere, bruke mindre materialer og bruke ny teknologi (EMF, 2015).

Å legge til rette for en forretningsmodell som bygger på sirkulær økonomi kan skape forretningsmuligheter for hele regionen som kan være gunstig både økonomisk og miljømessig. Ved å ha en funksjon der bedriftene kan legge inn om de har restmaterialer, spillvann og overskuddsenergi kan dette bli en markeds plass for å beholde ressursene i regionen. Dette kan også være en arena der bedriftene kan legge inn om de for eksempel har ledig lagringsplass slik at plassutnyttelsen blir effektivisert. Dette blir en type børs for bedriftene som skal legge til rette for gjenbruk av ressursene ved å gjøre det lettere å få oversikt over hva som er tilgjengelig. En utfordring med dette er å bygge nok tillit mellom bedriftene til at de ønsker å dele informasjon med hverandre. For at bedriftene skal se verdien av en slik børs må de kjenne eierskap til verktøyet, gradvis bygge opp tillit til hverandre og ikke minst se positive resultater og høre om de gode historiene fra industrielle symbioser.

## 6 Tillit til deling av data

Ramsheva, Prosman & Wæhrens (2019) argumenterer for at det kreves et visst nivå av tillit i en industriell symbiose. Ved handel av biprodukter og avfall krever det enda høyere tillit siden man forventer en lavere leverandørytelse enn når det gjelder kjerneproduktet til bedriften. Evnen og viljen en leverandør har til å levere kvalitet på biproduktet og avfallet er derfor mer usikker. Fleksibilitet kan være med å motvirke den opplevde risikoen, men etter hvert som prosessene blir optimert blir de også mindre fleksible når det gjelder kvalitet på biproduktene og avfall. Hvis bedriftene ikke har innsikt i hverandres virksomhet kan det være vanskelig å avgjøre kvaliteten på biproduktene og avfallet til andre noe som også fører til et økt behov for tillit. Økt tillit korresponderer med økt deling av sensitiv informasjon.

Ramsheva, Prosman & Wæhrens (2019) deler utviklingen av tillit opp i tre kategorier; kalkuleringsbasert tillit, kunnskapsbasert tillit og identifikasjonsbasert tillit. Kalkuleringsbasert tillit er tillit basert på økonomiske kalkulasjoner av kostnader og fordeler ved at forretningspartneren bryter eller opprettholder forretningsavtalen, og hva sannsynligheten er for at forretningspartneren overholder sin del av avtalen. Når de potensielle fordelene som kommer ved et partnerskap er større en kostnadene vil kalkuleringsbasert tillit etableres. Etterhvert som bedriftene blir kjent vil kunnskapsbasert tillit utvikles. Kunnskapsbasert tillit er tillit basert på kunnskap om den andre bedriften slik at man kan forstå og forutse adferden dens. Identifikasjonsbasert tillit handler om å identifisere seg med hverandre og internalisere hverandres preferanser i virksomheten. For å utvikle identifikasjonsbasert tillit må bedriftene være mer motiverte for å oppnå felles resultater enn å maksimere sin egeninteresse. Dette er den sterkeste formen for tillit av de tre. Det er ulike strategier for å skape tillit mellom bedriftene, og Ramsheva et al. (2019) legger frem boundary-spanners og felles identitet som mulige strategier. Boundary-spanners handler om å innhente og dele informasjon om strategiske intensjoner, og slik oppnå åpenhet mellom potensielle aktører for industrielle symbioser. Felles identitet handler om å etablere felles mål og normer som tilliten kan bygge på. En bedrift som identifiserer seg som del av en gruppe vil i større grad ønske å handle på en måte som gagnar de andre deltakerne i gruppa.

Fraccasica & Yazan (2018) deler opp i plattform for deling av ikke-sensitiv informasjon og plattform for deling av sensitiv informasjon. Å definere hva som er sensitiv informasjon vil være individuelt fra bedrift til bedrift. Fraccasica & Yazan (2018) har beskrevet en plattform for deling av ikke-sensitiv informasjon som en plattform der bedriftene deler mengde produsert og nødvendig avfall fra hver bedrift, og om bedriftene allerede er involvert i industrielle symbioser og om de er tilgjengelig for å starte nye industrielle symbioser. En plattform for deling av sensitiv informasjon har ifølge Fraccasica & Yazan (2018) all den nevnte informasjonen ovenfor og i tillegg må det deles informasjon om kostnaden ved avfallshåndtering, innkjøpskostnader og merkostnad ved å behandle det produserte avfallet. Plattformen kan foreslå potensielle partnere for industrielle symbioser, og med mer informasjon vil matchingen være bedre kalkulert og den økonomiske gevinsten mer realistisk. En plattform vil redusere kostnaden for søk etter potensielle partnere for industrielle symbioser.

Fraccasica & Yazan (2018) viser at informasjonsdeling ved bruk av online plattformer øker både økonomisk og miljømessig ytelse i industriklynger. Det oppfordres til informasjonsdeling da deling av sensitiv informasjon på plattformen har en større positiv effekt både økonomisk og miljømessig enn kun deling av ikke-sensitiv informasjon. Informasjonsdeling vil også redusere usikkerhet og dermed gjøre det lettere å bygge en tillitsfull relasjon selv om bedriftene kan oppleve risiko ved å dele informasjon.

Et alternativ for å redusere terskelen for å dele informasjon er å legge informasjonen inn i plattformen, men velge om den informasjonen skal være tilgjengelig for andre bedrifter eller om den kun skal brukes av plattformen som kan kalkulere de beste samarbeidsstrategiene basert på dette. For at plattformen skal fungere optimalt må bedriftene stole på at informasjonen lagres trygt. Bedrifter kan også prøve å implementere en industriell symbiose basert på begrenset informasjon om de potensielle partnere og etterhvert dele mer informasjon ettersom de får en mer tillitsfull relasjon.

En plattform for informasjonsdeling skal hjelpe bedriftene å identifisere potensielle partnere for industrielle symbioser på en systematisk og lite ressurskrevende måte. Bedriftene får lettere tilgang på informasjon og kan dermed velge sine potensielle partnere for å maksimere sin økonomiske og miljømessige gevinst. Et større utvalg i bistrømmer og avfall, samt muligheten til flere industrielle symbioser reduserer sårbarheten til bedriften. Det kan være ressurskrevende i oppstartsfasen å bygge opp tillit, men etter hvert som tillit bygges kan ressursmatchingen optimaliseres og bedriftene får maksimalt utbytte av verktøyet.

## 7 Sirkulære indikatorer - KPI

Implementering av prinsipper innenfor SØ er tiltak bedrifter kan gjøre for å oppnå bærekraftige mål. Det er ikke utelukket at myndigheter vil innføre strengere krav på rapportering av avfall og bistrømmer i fremtiden. Dette kan virke som motivasjon for en høyere grad av selvrapporing for bedrifter. Samtidig kan bedrifter oppnå bærekraftig utvikling innenfor økonomiske forhold, sosiale forhold og miljøforhold. Innførelse av sirkulære indikatorer eller key performance indicators (KPI) kan være et slikt tiltak for selvrapporing. Disse indikatorene har en målbar verdi som viser hvor effektivt en organisasjon, prosess eller et prosjekt oppnår ønsket effekt eller hvor langt en bedrift er kommet i forhold til et fastsatt mål. Det finnes ingen indikator som alene kan brukes som måleenhet for SØ. Grunnen til dette kan for eksempel være at det finnes ulike definisjoner på hva SØ er eller forskjellige prosesser og produkter på tvers av industrier. Som et resultat av dette har det oppstått utallige forslag til ulike indikatorer og en variasjon sektor-spesifikke indikatorer. I tillegg skiller henholdsvis mellom indikatorer på makro-, meso- og mikronivå. For regional interesse vil derfor meso- og mikronivå være mest aktuelt. Dette avsnittet undersøker hvilke sirkulære indikatorer som eksisterer og ser på aktuelle kandidater for industrien rundt Orkanger.

### 7.1 Klyngenivå - makro og meso

De siste årene har det vært økende oppmerksomhet rundt SØ, spesielt innad i den Europeiske unionen. I 2015 publiserte den Europeiske Kommisjonen (EC) en "Action Plan" som inneholder mål om utvikling av et rammeverk for overvåking av SØ ved hjelp av sirkulære indikatorer (EC, 2015). Dette rammeverket skal måle progresjon og evaluere effektiviteten av initiativer vedrørende overgangen til SØ i EU og medlemsstatene. Dermed er det ment at verktøyet skal indikere om disse initiativene og prosjektene gir forventede resultater eller om det trengs ytterligere forbedring. EC publiserte i 2018 et forslag på 10 indikatorer innenfor de fire kategoriene production and consumption, waste management, secondary raw materials og competitiveness and innovation (EC, 2018). Disse er synlig i figur 6 og data er tilgjengelig online for land innad i EU og deres medlemsstater (EC, 2019).

**Table 1**

<b>Production and consumption</b>	
1	EU self-sufficiency for raw materials
2	*Green Public Procurement
3	Waste generation
3a	Generation of municipal waste per capita
3b	Generation of waste excluding major mineral waste per GDP unit
3c	Generation of waste excluding major mineral waste per domestic material consumption unit
4	*Food waste
<b>Waste management</b>	
5	Recycling rates
5a	Recycling rate of municipal waste
5b	Recycling rate of all waste excluding major mineral waste
6	Recycling / recovery for specific waste streams
6a	Recycling rate of overall packaging waste
6b	Recycling rate of plastic packaging waste
6c	Recycling rate of wooden packaging
6d	Recycling rate of electrical and electronic waste (e-waste)
6e	Recycling of biowaste per capita
6f	Recovery rate of construction and demolition waste
<b>Secondary raw materials</b>	
7	Contribution of recycled materials to raw materials demand
7a	End-of-life recycling input rates
7b	Circular material use rate
8	Trade in recyclable raw materials
<b>Competitiveness and innovation</b>	
9	Private investments, jobs and gross value added related to circular economy sectors
9a	Gross investment in tangible goods
9b	Number of persons employed
9c	Value added at factor cost
10	Number of patents related to recycling and secondary raw materials

Figur 6: Oversikt over 10 forslag til indikatorer fra EC (EC, 2018).

De sirkulære indikatorene i figur 6 er relevant på nasjonalt nivå, men det er likevel prinsipper som kan overføres til regionalt nivå. I forhold til waste management presenterer SSB tall på næringsavfall og resirkuleringsgrad for ulike grupper på landsbasis, men det er utfordrende å kartlegge på fylkesnivå da Fylkesmannen ikke deler sensitiv data til det offentlige. Dermed er det utfordrende å kartlegge avfallsstrømmer innad i Trøndelag på nåværende tidspunkt og det vil kreve endringer fra myndigheter og avfallsselskaper for å endre dette (Dahl et al., 2018). Under kategorien sekundærmaterialer i figur 6 finner vi indikatorer som dreier seg om hvordan resirkulerte materialer erstatter uthentelse av nye råmaterialer, hvor mye av det resirkulerte materialet faktisk blir inkorporert tilbake i økonomien og handel i resirkulerte materialer. Indikator 7a i figur 6 tar for seg spesifikke råmaterialer som brukes som input i produksjon, mens 7b større grupper av materialer som gjenbrukes. Begge disse indikatorene kan virke som komplementerende informasjon til materialstrømmene og resirkuleringsstrømmene i Sankey diagrammer i seksjon 10 og til børsmodellen foreslått i seksjon 8.2. Indikatorene kan brukes mot en børsmodell da de har klare korrelasjoner med etterspørselen i en region. Indikator 7b, circular material use rate (CMU), krever mindre datainnsamling

og er dermed mest aktuell. Denne indikatoren måles ut ifra mengde sekundærmaterial (U) over det totale forbruket i en region (DMC) justert for import og eksport av avfall:

$$CMU = U / (DMC + U)$$

Eventuelt kan det settes opp en indikator som måler hvor stor andel sekundærmaterialer eller bi-strømmer bidrar til input i ulike produksjonsprosesser. Dette kan være på produktnivå for den enkelte bedrift eller for hele regionen og vil kunne gi en enkel indikasjon på hvor mye en bedrift sparer på å bruke slike materialer istedenfor å kjøpe nye råmaterialer. I tillegg vil indikatoren gi indikasjoner på økonomiske besparelser og redusert miljøfotavtrykk.

## 7.2 Klassifisering av tilgjengelige indikatorer

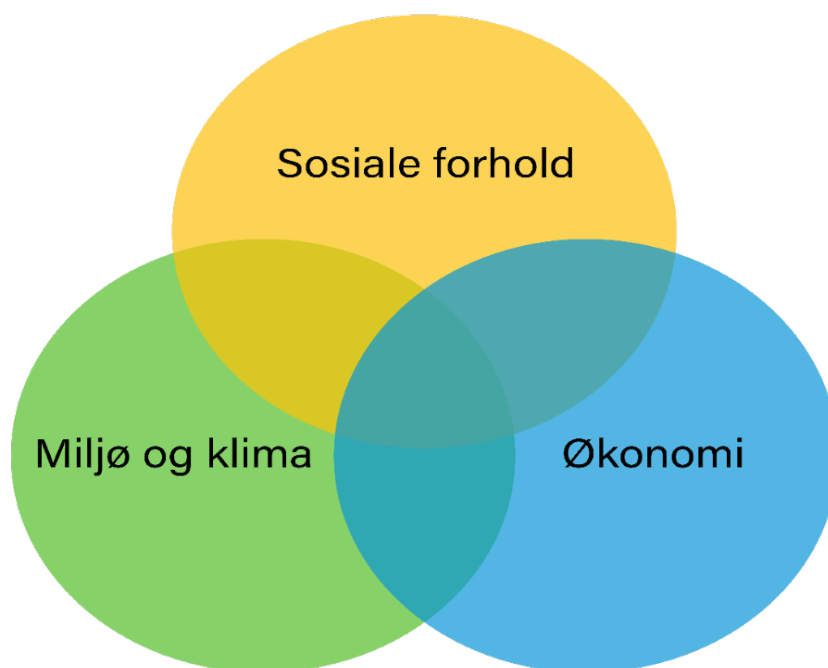
Hvordan måler vi fremgangen mot en SØ? Hvordan måler og overvåker vi ytelsen av våre tiltak når målsettingene for SØ er forskjellig fra de i den tradisjonelle lineære økonomien? Hvordan burde vi gå frem for å måle bærekraft og sirkularitet på produktnivå? Hva er det egentlig vi ønsker å måle? Slike spørsmål kan oppstå blant akademikere og industriprofesjonelle i jakten på aktuelle sirkulære indikatorer og KPI'er. Samtidig er det blitt utviklet overveldende mange forslag til indikatorer for SØ. Derfor har Saidani et al. (2018) utviklet en oversikt over 55 forskjellige sirkulære indikatorer som kan tas i bruk av nasjoner, industriklynger og enkeltbedrifter. Oversikten beskriver hvilket implementasjonsnivå som er aktuelt for hver enkel indikator (mikro, meso og makro), hvilket prinsipp indikatoren følger i forhold til avfallspyramiden (avoid, reduce, reuse, recycle, energy recovery og disposal), den nødvendige dataen som må ligge til grunn for å implementasjon av en indikator og potensielle bruksområder for indikatorene (informasjon, beslutningstaking, kommunikasjon og læring). Den fullstendige lista er inkludert i appendiks for lesere med en dypere interesse. I tillegg er Excel-dokumentet tilgjengelig online.

Hvis en sammenligner figur 6 med lista i appendiks er det synlig at det er flere av indikatorene som går igjen, for eksempel recycling rates og end-of-life recycling rates. Dette viser at prinsipper fra forskning, organisasjoner og industrien er gode kilder for adaptasjon av sirkulære indikatorer. På den andre siden inneholder klassifiseringen flere sektorspesifikke indikatorer og som kun er implementert og testet i denne typen industri. Dette inkluderer spesielt prosessindustri, avfallshåndtering (for eksempel plastikk) og bygge- og anleggsvirksomhet. Dermed er det ikke nødvendigvis relevant eller hensiktsmessig å anvende samme indikatorer på tvers av industrier. Alternativt foreslår Mantese & Amaral (2018) å bruke en kombinasjon av ulike IS-indikatorer for en helhetlig evaluering av en industripark. Likevel er det utviklet sirkulære indikatorer som er fleksible og kan anvendes på ulike nivåer i en bedrift og på tvers av industrier. Material circularity indicator utviklet av EMF er en slik indikator som fokuserer på graden av gjenbruk for materialstrømmer på produkt- og bedriftsnivå (EMF, 2017b).



## 7.3 Indikatorer basert på grunnpilarene i bærekraftig utvikling

I tillegg til indikatorer forbundet med sirkularitet i industriparker og IS, er mange indikatorer forbundet grunnpilarene i bærekraftig utvikling. Bærekraftig utvikling imøtekommer dagens behov uten å ødelegge mulighetene for å dekke behovet i fremtiden. FNs mål om bærekraft er bygget rundt disse pilarene og er en felles arbeidsplan som verden følger for å bekjempe ulikheter, utrydde fattigdom og stoppe klimaendringer innen 2030. Det kan dermed være oversiktlig å gruppere ulike indikatorer etter kategoriene naturmiljø, økonomi og sosiale forhold. Denne seksjonen utforsker en del enkle indikatorer innenfor de tre dimensjonene av bærekraft som kan implementeres for deltakerne av Thamsklyngen og andre bedrifter. Dette vil gi en indikasjon på hvilken selvrapportering som er relevant for produksjonsbedriftene.



Figur 7: Grunnpilarene innenfor bærekraftig utvikling

### 7.3.1 Sosiale indikatorer

Industrielle symbioser og andre samarbeid mellom bedrifter kan skape sosiale fordeler for industrier og det lokale samfunnet. Disse fordelene inkluderer nyskapende industrielle praksiser, lavere gjennomtrekk av ansatte i bedriftene, delt helse- og sikkerhetspraksis og økt sysselsetting. Videre forventes det at IS-initiativer vil øke den lokale økonomien og skape vekst, bidra til overføring av kunnskap og ferdigheter, skape nye forretningsmuligheter og opprette eierskap til prosjekter. Tabell 1 under viser forslag til hvordan man kan måle de sosiale effektene av IS og SØ.

Indikatorer	Forklaring
Ansettelse	Antall nye jobber skapt basert på sirkulære tiltak.
Gjennomtrekk av ansatte	Antall år ansatt i samme selskap.
Innovasjon og investering	Antall patenter skapt og teknologier overført
Sosial aksept	Prosentandel av befolkning og lokale aktører som støtter prosjekter og tiltak for IS og sirkulær økonomi.
Antall IS	Antall tilkoblinger mellom bedrifter. Dette kan også gå på delte fasiliteter eller prosesser.
Læring	Antall ansatte lært opp. Totale timer brukt på opplæring. Kostnader av opplæring.
Lokalt ansvar	Antall kompetansegrupper og fokusgrupper opprettet for å fremme samarbeid og innovasjon. Dette kan også inkludere antall bedrifter som samarbeider med hverandre.

Tabell 1: Forslag til sosiale indikatorer.

### 7.3.2 Økonomiske indikatorer

Selv om tiltak innenfor IS og SØ kan gi sosiale fordeler som diskutert ovenfor, vil bedrifter og deres beslutninger ofte drives på bakgrunn av økonomiske forhold i form av nye inntekter eller besparelser. Dette kan for eksempel dreie seg om å unngå utgifter relatert til avfallshåndtering eller øke inntektene ved handel av biprodukter. Som et utgangspunkt kan vi tenke oss at alle de foreslåtte indikatorene i tabell 2 og tabell 3 nedenfor inkluderer underkategorier som består av en total måling av kostnader eller besparelser, reduksjon eller økning i forhold til denne totalen og en relativ endring eller måling av effektivitet. For å regne ut relativ endring eller effektivitet trenger vi noe å sammenligne indikatorene med. Dette kan for eksempel være mengde produkt produsert (målt i tonn), omsetning (målt i NOK) eller net value added (målt i NOK). De Forente Nasjoner foreslår net value added som en slik basis for utvikling av øko-effektive indikatorer (UN, 2004). Dermed kan man utvikle ulike øko-effektive indikatorer der net value added brukes under brøkstreken i indikatoren. For eksempel kan man utvikle en øko-indikator som bruker mengden energi som er nødvendig i en prosess og dele dette tallet på net value added.

*Net value added = Revenue – Costs of goods and services purchased – Depreciation on tangible assets*

Indikatorer	Måleenhet	Forklaring
Basis for utvikling av øko-effektive indikatorer: mengde produkt produsert, omsetning, net value added	Tonn, NOK	Basis for inntekter til en produksjonsbedrift og utviklingen av forskjellige indikatorer. Produkt produsert gir i tillegg en indikasjon på total produksjonskapasitet.
Totale materialkostnader, totale vannkostnader, totale energikostnader	NOK	Direkte kostnader tilknyttet kildene for produksjon av bistrømmer. Sammen med kostnad for reparasjoner, arbeidskraft og leie av lokaler gir de grunnlag for totale operasjonskostnader.
Kostnadsbesparelser ved miljøtiltak	NOK	Inkluderer besparelser i forhold til avfallshåndtering, behandling av vannstrømmer, unngåelse av utslipp.
Inntekter fra salg av biprodukter og sekundærprodukter	NOK	Indikerer på hvilket nivå bedriften tar nytte potensielle muligheter for IS mellom bedriftene i området.
Indikatorer for investering og kapitalkostnader	NOK, %, år	Kapitalkostnader for investering i IS og infrastruktur relatert til dette. Andre enkle økonomiske prinsipper som return on investment (ROI), net present value (NPV) og internal rate of return (IRR) kan brukes for å evaluere prosjekter relatert til sirkulær økonomi. Denne indikatoren kan vise om det er lønnsomt å gjennomføre et samarbeid.

Tabell 2: Forslag til økonomiske indikatorer.

### 7.3.3 De grønne indikatorene

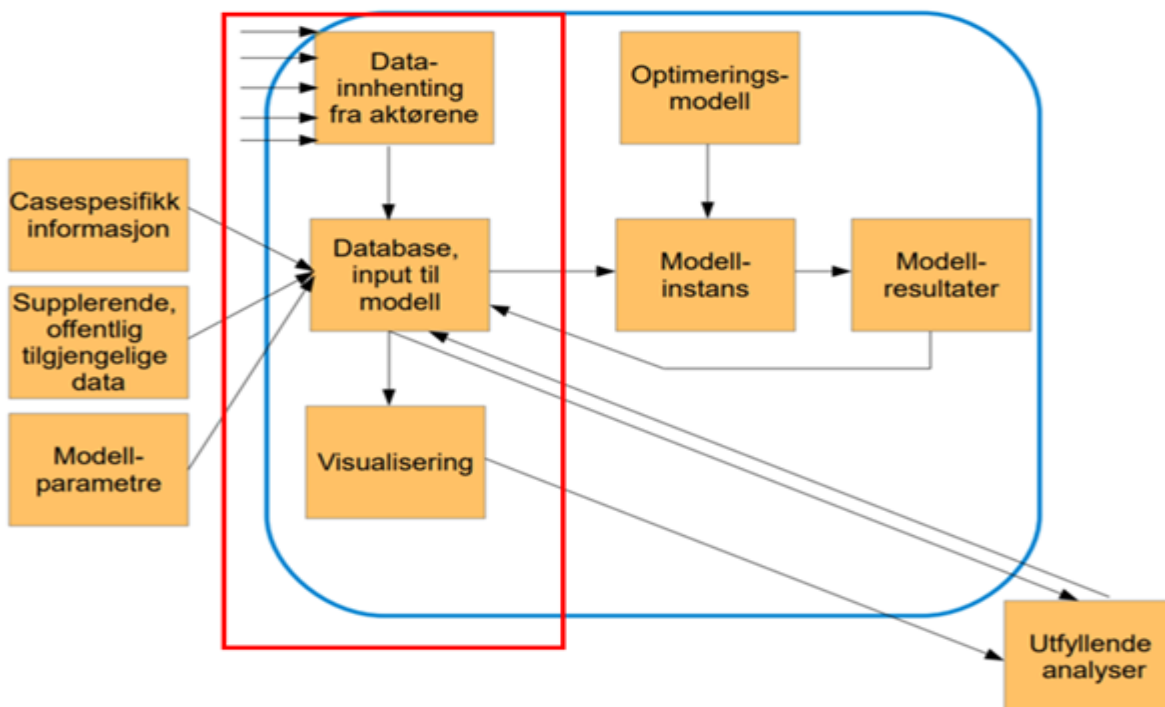
Tabell 3 viser et utkast til potensielle indikatorer med miljø som hovedfokus. Som tidligere diskutert vil disse kunne integreres med basiser for å utvikle øko-effektive indikatorer. Videre vil det være relevant å se nærmere på resultatene fra BIS-prosjektet for utfylling av disse indikatorene.

Indikatorer	Måleenhet	Forklaring
Materialforbruk av primære og sekundære materialer	Tonn, m <sup>3</sup>	Kan enkelt gi en indikasjon på effektivitet i et historisk perspektiv på økning eller reduksjon av forbruk. Er direkte tilknyttet kostnadene til bedriften.
Vannforbruk	m <sup>3</sup>	
Energiforbruk	kWh	Inkluderer elektrisitet, termisk energi og brennstoff. Nært tilknyttet indikatorene på utslipp og lavere forbruk kan gi færre utslipp
Utslipp	Tonn forurensning, tonn CO <sub>2</sub>	Inkluderer drivhusgasser og annen luftforurensing. Selektering av indikatorer for spesifikke utslipp burde knyttes til KPI'er for hver enkelt sektor.
Produksjon av avfall	Tonn	Kan kategoriseres etter farlig og ufarlig avfall. Her kan det også utvikles en indikator for deling av søppel.
Produksjon av biprodukter	Tonn	Nær tilknyttet indikatorene på materialforbruk. I tillegg til mengde produsert vil det være aktuelt å måle resirkuleringsgrad og videre anvendelse.

Tabell 3: Forslag til grønne indikatorer.

## 8 Visualiseringsverktøy

Denne seksjonen skisserer et forslag til utviklingen av et interaktivt visualiseringsverktøy for bedriftene rundt Orkdalsregionen. Forslaget baseres på ønsker fra industrien og samarbeidspartnere, innsikt i prosjektet og kompetansen innad i SINTEF. Utviklingen av verktøyet foregår i samarbeid med Exigo. Det forberedende prosjektet (Beslutningsstøtteverktøy for etablering av en bio-sirkulær industriklynge i Orkdalsregionen) utarbeidet en oversikt over hvordan det foreslåtte verktøy og analyser kan kombineres for å gi brukere enkel tilgang og brukervennlighet til avanserte funksjoner (Werner et al, 2019). Figur 8 viser dette forholdet der datainnhenting fra aktører allerede har blitt gjennomført gjennom intervjuer og det har blitt utarbeidet en foreslått databasestruktur. I forhold til figuren fokuserer dette prosjektet på selve visualiseringen av resultatene og en foreslått struktur for matching/identifisering av bistrømmer til input i produksjon. Det kan nevnes at det pågående prosjektet “Baltic Industrial Symbiosis” (BIS) kan være supplerende i forhold til datainnsamlingen da grunnlaget foreløpig er mangelfullt. BIS kartlegger residualstrømmer av materialer, vann og energi fra bedriftene gjennom utfylling av et komplekst Excel-dokument og påfylling av data til visualiseringsverktøyet kan gjennomføres etter ferdigstillelse av BIS. I forhold til BIS er det blitt avdekket at informasjon om vannstrømmer er spesielt mangelfullt, se også figur 3 i kapittel 3.



Figur 8: Representasjon av samspill og informasjonsflyt mellom forskjellige verktøy og analyser. Blå ramme indikerer brukergrensesnitt. Rød ramme indikerer hvor hovedfokus for denne rapporten ligger og tidligere rapporter har vært (Werner et al., 2019). Videre arbeid vil kunne være å integrere analyser og optimeringsmodeller.

Gjennomførelse av IS kan kategoriseres som en innovativ strategi som fremmer sirkulær økonomi. IS og industrielle synergier oppstår når bedrifter på tvers av sektorer samarbeider ved å utveksle biprodukter og kompetanse for dannelse av produkter eller annen form for verdi. Det kan være utfordrende å identifisere nye potensielle muligheter for IS, spesielt for SMB som tidligere nevnt i seksjon 2. Patricio et al. (2018) nevner tre ulike metoder som kan anvendes for identifikasjon av nye IS. Prosessoppdagelser, input-output matching og relationship mimicking nevnes som de tre populære valgene i litteraturen. Nye prosessoppdagelser er krevende i form av forskning og investering og vil derfor ikke inkluderes her. Likevel anbefales det å se på arbeidet gjort av Dahl et al. (2018a) fra tidligere studentprosjekter. Input-output matching består av å finne linker mellom input og output fra forskjellige bedrifter og kan utføres ved hjelp av workshops eller via webbaserte plattformer. Workshops har tidligere blitt gjennomført mellom deltakerne i Thamsklyngen ved dannelse av kompetansegrupper, men en plattform for interaksjon eksisterer ikke. Kapittel 9 beskriver et forslag til databasestruktur for denne typen identifisering av potensielle IS der en bedrifts avfall eller bistrømmer kan erstatte råmaterialer for input i en annen bedrift. Avsnittet knyttes opp mot relationship mimicking som fokuserer på å etterligne suksesshistorier innenfor IS for deretter å implementere konseptet til lignende organisasjoner.

## 8.1 Bruksområder for verktøyet

Bruksområdene til verktøyet vil være mangfoldig. For klyngens deltakere vil verktøyet for eksempel kunne anvendes til å synliggjøre gode historier, måle grad av sirkularitet gjennom ulike indikatorer, diskutere og kontakte andre bedrifter i nærområdet, datalagring eller identifisere ubrukte potensialer. For eksterne vil verktøyet kunne gi økt informasjon om Orkdalsregionen og hvilken kompetanse bedriftene innehar, vise de gode samarbeidene mellom små og store bedrifter og gi lærdom til andre industriklynger. For eksempel kan dette gjøres ved å presentere linker til historier om hvordan bedriftene deler biprodukter eller kompetanse med hverandre. Dette kan også for eksempel være hvordan SINTEF eller NTNU bistod med forskning for å løse et problem. I tillegg kan verktøyet brukes for bedrifter og andre til å planlegge ideelle lokasjoner for nyetableringer. Forhåpentligvis vil et slikt verktøy kunne videreføres til flere industriklynger på nasjonalt nivå.

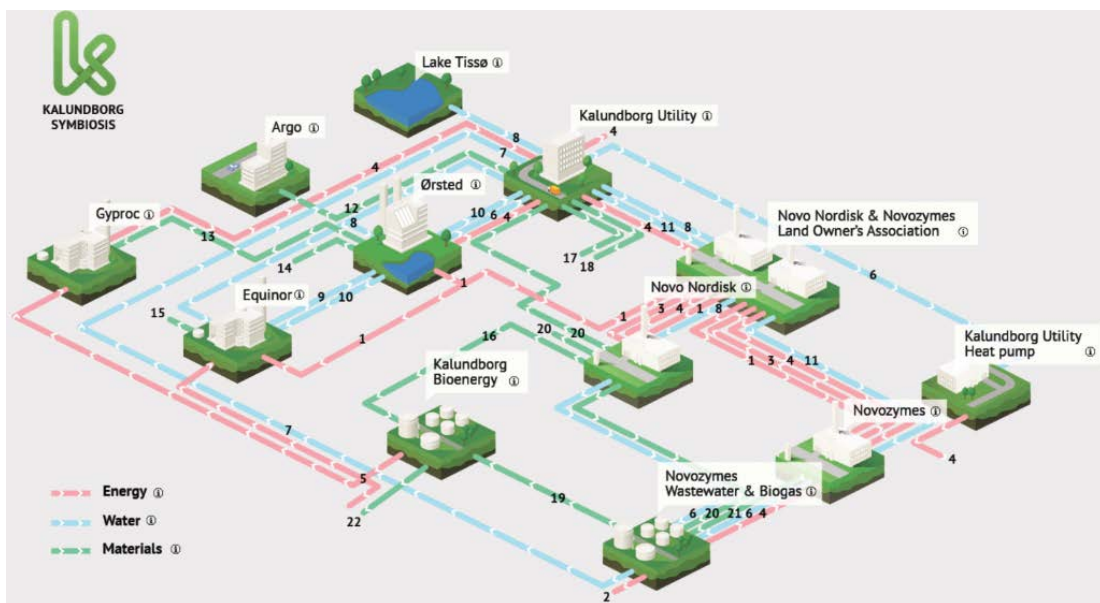
## 8.2 Innhold i visualiseringsverktøy

Visualiseringsverktøyet skal visualisere material-, vann-, energi- og kompetansestrømmene mellom aktørene. Det skal hjelpe de eksisterende bedriftene i overgangen fra lineær økonomi til sirkulær økonomi ved å legge til rette for en børs der bedriftene kan se hvilke ressurser som er tilgjengelig fra de andre bedriftene og eventuelt mengden slik at disse kan bli gjenbrukt i regionen. Det skal også hjelpe nye aktører som ønsker å komme til regionen ved å få en oversikt over tilgjengelige ressurser kan dette åpne muligheter for nyetableringer og til å holde ressursene i regionen lenger. Dette skal bidra til både miljømessige og økonomiske fordeler.

Visualiseringsverktøyet kan utformes som en interaktiv webside. Visualiseringsverktøyet burde ha en enkel fremstilling av material-, vann-, energi- og kompetansestrømmer som man kan trykke seg videre inn på for å få mer informasjon. Brukervennlighet er viktig for at visualiseringsverktøyet skal

brukes aktivt. Det skal derfor være mulighet for å filtrere den informasjonen man ønsker. Man kan for eksempel velge å kun se på materialstrømmene eller energistrømmene.

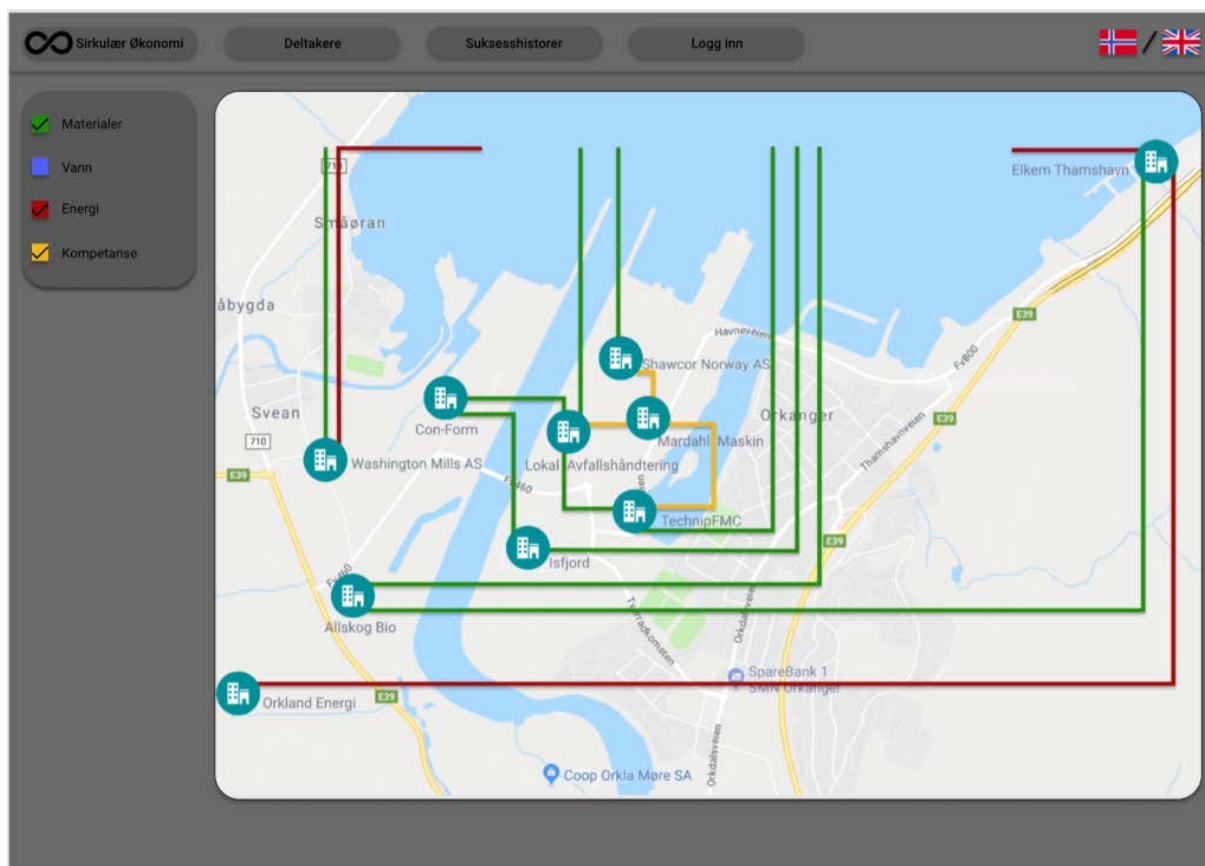
Visualiseringsverktøyet skal også inneholde informasjon om hva sirkulær økonomi er, og hvilken nytte det gir både bedriftene og samfunnet. De gode historiene skal også komme godt frem i verktøyet da dette fremmer viktigheten av å tenke sirkulært og kan ha en motiverende effekt på deltakerne. All informasjon i verktøyet skal være tilgjengelig både på norsk og på engelsk slik at flest mulig har mulighet til å bruke det. Det skal være mulighet for innlogging for bedriftene som er en del av verktøyet slik at mer sensitiv informasjon kan deles og vises der. Et eksempel på eksisterende visualiseringer av industrielle symbioser er fra Kalundborg som er illustrert i figur 9.



Figur 9: Viser en visualisering av de industrielle symbiosene i Kalundborg.

Ettersom bedriftene kontinuerlig fyller ut og oppdaterer informasjon i databasen om avfallsprodukter vil det være mulig å presentere denne informasjonen ved hjelp av et grafisk informasjonssystem (GIS). Dette er vårt forslag til bruk av et kvalitativt visualiseringsverktøy.

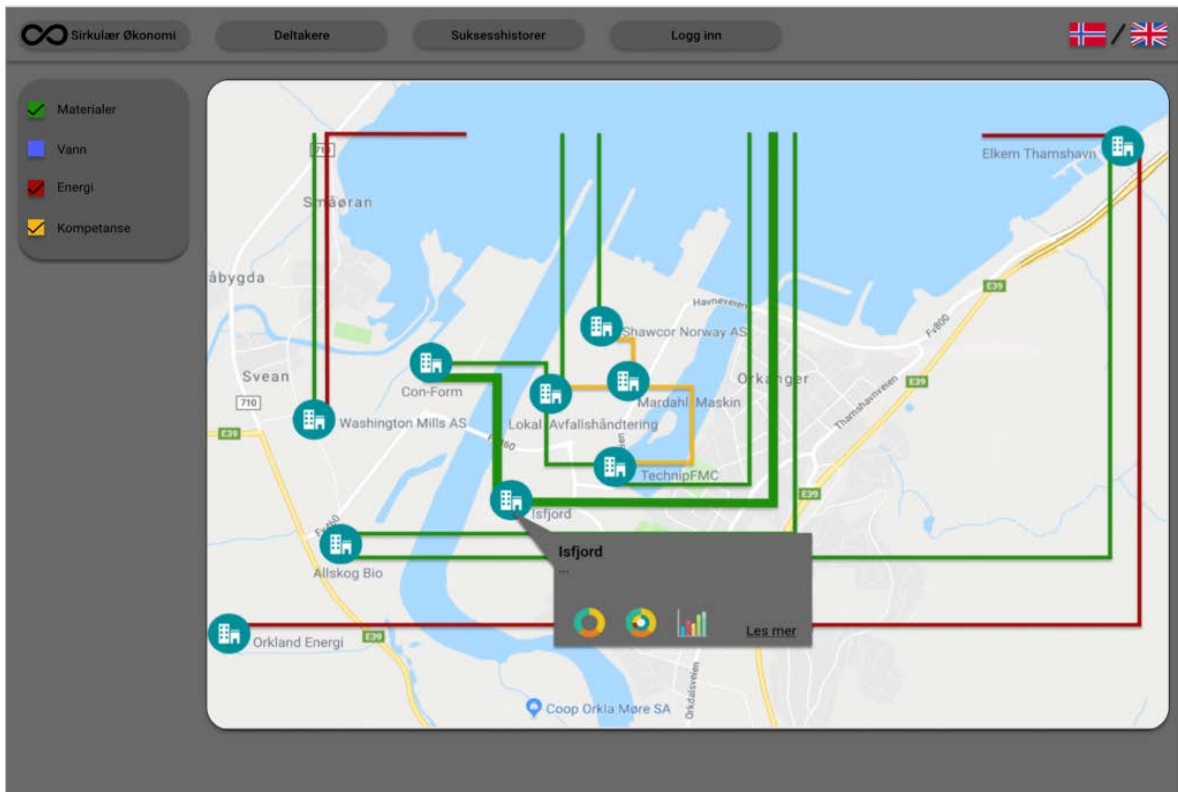
Ved å klikke på bedriftene vil det komme opp litt generell informasjon om bedriften, antall ansatte, omsetning og hva den driver med, samt en lenke til bedriftens hjemmeside hvis man ønsker å vite mer. Verktøyet kan være koblet opp mot en database, for eksempel Brønnøysundregisteret eller Proff. I figur 10 under har vi laget en visuell skisse av hvordan verktøyet kan se ut. Her vises lokasjoner til bedrifter og hvilken interaksjon de har med hverandre. Vi har valgt å gå for en enklere løsning enn i figur 9 da vi mener denne fort kan bli veldig kompleks.



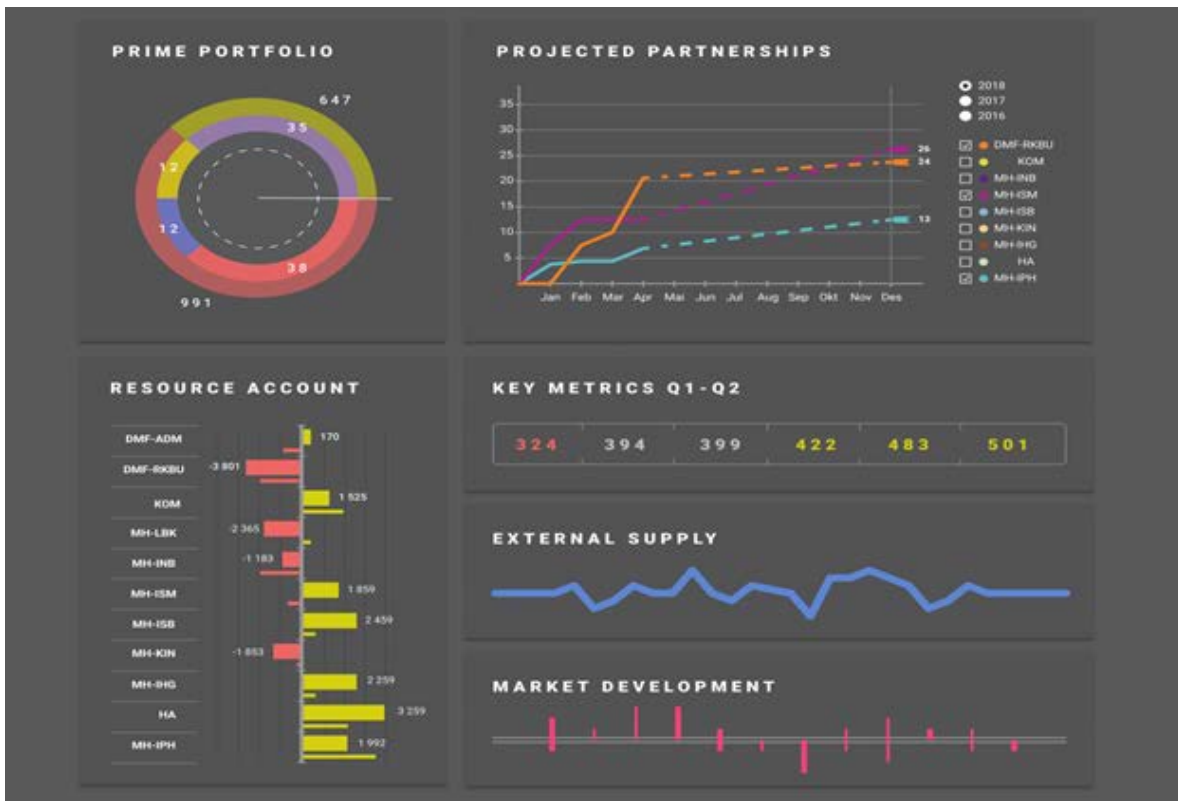
Figur 10: Visualiseringsverktøy med funksjoner.

For å kunne måle sirkularitet kan ulike KPIer velges ut til de ulike bedriftene, og disse kan visualiseres i form av sirkel- eller spindelnevdiagram når man trykker på bedriften. Alternativt kan dette komme opp på den innloggede versjonen, slik at kun bedriften selv ser dette. Når man klikker på bedriftene vil bistrømmene fra bedriften utheves slik at det er enklere å følge dem og se hvem bedriften er i interaksjon med. Ved å trykke på bistrømmene skal det komme opp informasjon om ressursen og hvordan den fraktes rundt. Denne funksjonen er illustrert i figur 11. Figur 12 viser en alternativ og mer kompleks fremstilling av KPIer og resultater.



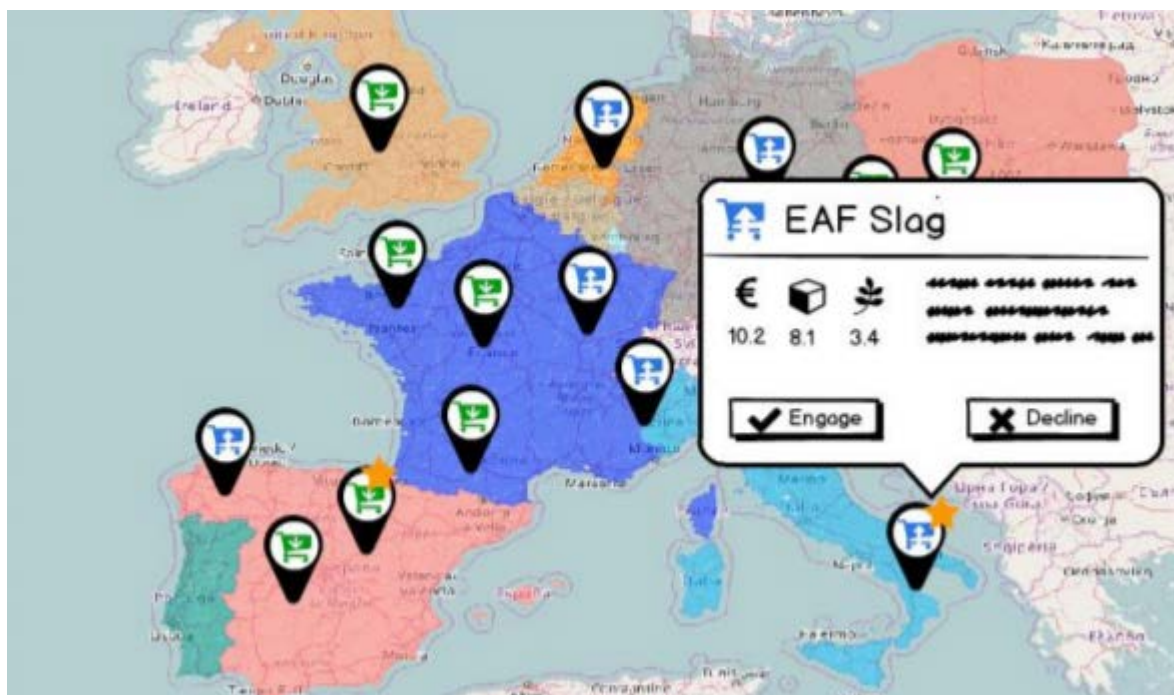


Figur 11: Illustrasjon av uthevede bistrømmer og indikatorer.



Figur 12: Visualisering av historiske resultater og indikatorer basert på Tønnessen et al. (2019).

Ved å ha mulighet til en innlogget versjon for bedriftene der hver bedrift får sin bruker legges det til rette for selvrapporing. Det skal være en mulighet for å legge inn hvilken type bistrøm bedriften har (materiale, vann og energi), hva bistrømmen er, mengden av bistrømmen og kvaliteten. Dermed får bedriftene oversikt over tilgjengelige mengder. Det blir lagt til rette for en råvarebank eller børs for tilbud og etterspørsel av ressursene. Ved selvrapporing velger bedriftene selv hvor mye informasjon de legger inn i verktøyet. Det er ideelt at så mye informasjon som mulig kommer med i verktøyet, men det må ofte bygges opp en tillit mellom bedriftene som tidligere ble diskutert. Muligheten for selvrapporing gjør visualiseringsverktøyet mer dynamisk da informasjonen om bedriftene kan oppdateres jevnere enn kun ved bruk av årlig rapportering. Det skal også gjøre det lettere å utvide kartet hvis det kommer nye bedrifter som skal inkluderes i verktøyet. Børsen skal hjelpe bedriftene med å få oversikt over hva som eksisterer av ressurser i nærområdet. Figur 13 viser en slik børs der bedrifter kan godta eller avslå tilbud av ulike varer. Disse har en mengde og en verdi.



Figur 13: Råvarebank/Børsmodell for bistrømmer (FISSAC, 2016).

Ettersom bistrømmene trenger bearbeiding før gjenbruk vil de bli fargekodet i systemet; grønn betyr at ressursen ikke trenger bearbeiding, gul betyr at den trenger litt bearbeiding, rød betyr at både ressursen må bearbeides og måten det produseres på må endres. Det vil bli en matching av hva som tilbydes og hva som etterspørres i regionen slik at det kan etableres nye industrielle symbioser. Den innloggede delen av visualiseringsverktøyet vil være et mer kvantitativt verktøy, mens den åpne visualiseringen vil være kvalitativ.

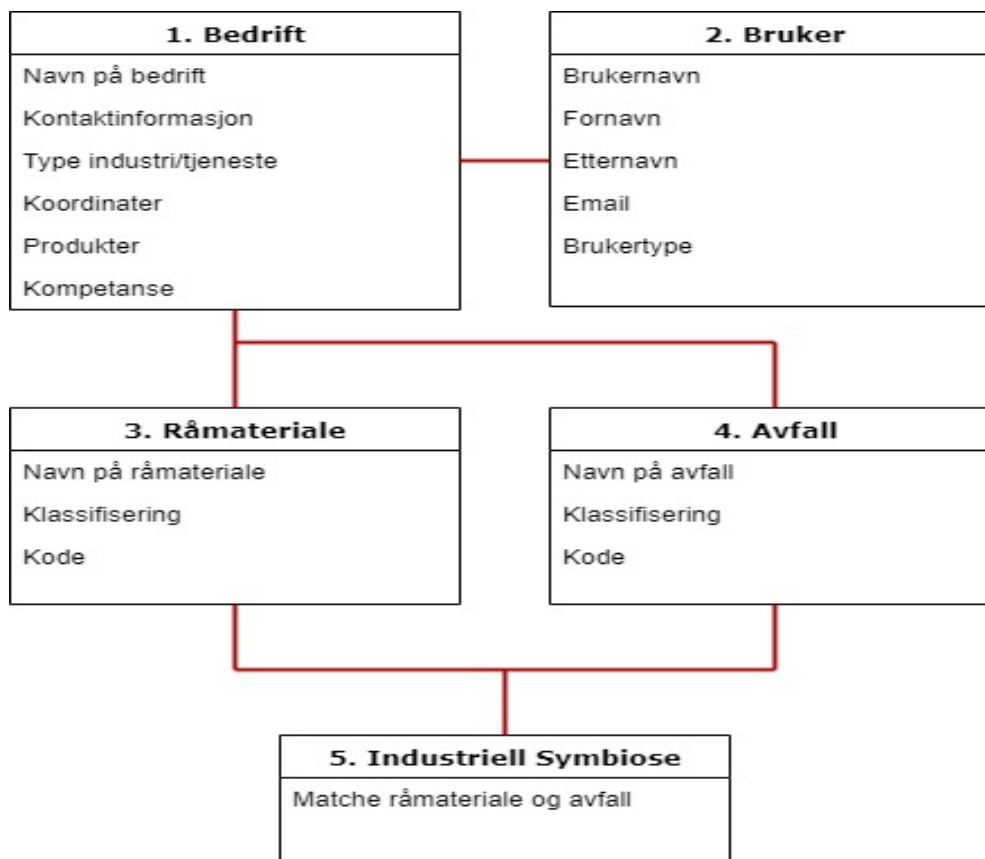
## 9 Datastruktur

For å oppdage og gjennomføre industrielle symbioser er det nødvendig med nok informasjon i databaser. Informasjon om material-, energi- og vannstrømmer må lagres slik at behandling av data og algoritmer kan oppdage potensielle utvekslinger av restmaterialer og kompetanse mellom bedrifter i lokalområdet. Werner et al. (2019) argumenterer for at det er utfordrende å lage en omfattende og systematisk oversikt over anvendelsesområder for restprodukter og nødvendige prosesser da det krever høyteknologisk kompetanse og dyp bransjekunnskap. Likevel vil det kunne være nyttig for bedriftene å motta et utgangspunkt til en oversikt som kan videreutvikles på bakgrunn av suksessfulle og eksisterende IS. Forslaget vil også gi lærdom til bedrifter om hvilke muligheter som eksisterer. På et praktisk nivå vil dette dreie seg om å ta lærdom om IS fra ulike industrier og implementere dette hos relevante regionale bedrifter. Derfor vil vi her utlede et forslag til et ontologisk rammeverk for identifikasjon av potensielle IS. Med andre ord foreslår vi en datastruktur som kan matche avfall og bistrømmer med råmaterialer som bedriftene konsumerer.

Figur 14 under viser hvordan man kan sette opp en datastruktur for å organisere data og matche bedrifters råmateriale med avfall og biprodukter. Dette forholdet er tydelig i figuren mellom tabell 3, 4 og 5. Det er ment at bedriftene selv skal fylle inn informasjon om selskapet, hvilke produkter de konsumerer, biprodukter og avfall som produseres, prosesser, eksisterende IS innad i bedriften og kompetanse. Denne informasjonen fylles inn via innlogging på web portal eller intranett for Thamsklyngens deltakere og andre bedrifter.

Bedriftstabellen i figur 14 inneholder generell informasjon om bedriftens kjernevirksomhet, prosesser, produkter, mengder osv. Her foreslås det at en klassifisering brukes for å gruppere bedriftene etter sektor på en ryddig måte. Her kan for eksempel Standard for Næringsgruppering (SN) anvendes som er utarbeidet på bakgrunn av den Europeiske standarden Nomenclature of Economic Activities (EC, 2010, SSB, 2016a, Aid et al., 2014, Álvarez & Ruis-Puente, 2016). Koordinatene til bedriftene vil kunne anvendes til å utvikle et interaktivt kart ved hjelp av geografiske informasjonssystemer (GIS) slik som illustrert i kapittel 8. I figuren er tabell 2 direkte knyttet til bedriftsinformasjonen. Det kan tenkes at to typer forskjellige brukere kan settes opp. En administrator (for eksempel en CTO) vil kunne endre tilgjengelig informasjon, mens en vanlig bruker vil bare kunne se informasjonen om bedriften. For tabell 3 er det ment at bedrifter skal fylle inn informasjon om materialer som inngår til input i produksjon og muligheten for å inkludere biprodukter. For å følge de Europeiske standardene foreslår vi å anvende classified by activity (CPA) (SSB, 2016b). I neste tabell fyller brukere inn hvilket avfall som genereres fra aktiviteten i selskapene. Her kan også SN brukes sammen med Norsk standard for klassifisering av avfall for å inkludere fordeling av material og behandling av avfallet. Eventuelt kan European Waste Catalogue anvendes (EWC, 2002). Den siste tabellen matcher råmateriale og avfall for å finne potensielle IS. Grunnlaget for dette baseres på hvilken informasjon som allerede eksisterer i tabellen. Kapittelet om de gode historiene utforsker hvilken informasjon som kan implementeres her. Denne delen av figuren er meget sentral for å identifisere potensielle samarbeidsområder mellom bedriftene. Samtidig trenger en slik struktur jevnlig oppdatering og tilsyn. Innfylling av denne tabellen kan skje etter som suksessfulle IS blir identifisert og de etablerte kompetansegruppene kan være en bidragsyter for dette. Pågående prosjekter innenfor lignende industri kan også være en kilde til identifisering

av nye forhold. Det burde nevnes at matching kan skje internt i bedriften selv dersom det produseres noe som kan anvendes.



Figur 14: Forslag til datastruktur. Industriell symbiose tar informasjon fra eksisterende og suksessfulle IS og matcher råmateriale og avfall. Strukturen er basert på Álvarez & Ruiz-Puente (2016).

Databasen bør inneholde nødvendig informasjon slik at modellene i figur 8 kan foreta gode valg. Werner et al. (2019) utviklet et forslag til ulike tabeller for datainput. Disse inneholder data om eksisterende prosesser og teknologi i bedrifter, input og output, faste og variable kostnader i produksjon, prisen på ressurser og etterspørselen etter materialer. Se eksempel i tabell 4 under. Disse tabellene kan selvrapposteres fra den enkelte bedrift og dataen vil kunne inkluderes i kategori 1, 3 og 4 i figur 14. I tillegg er det blitt foreslått en del multiplikatorer og indikatorer som kan anvendes for målbarhet av bærekraft.

Prosess	Inputprodukt	Outputprodukt	Andel
Prosess 1	...	...	...

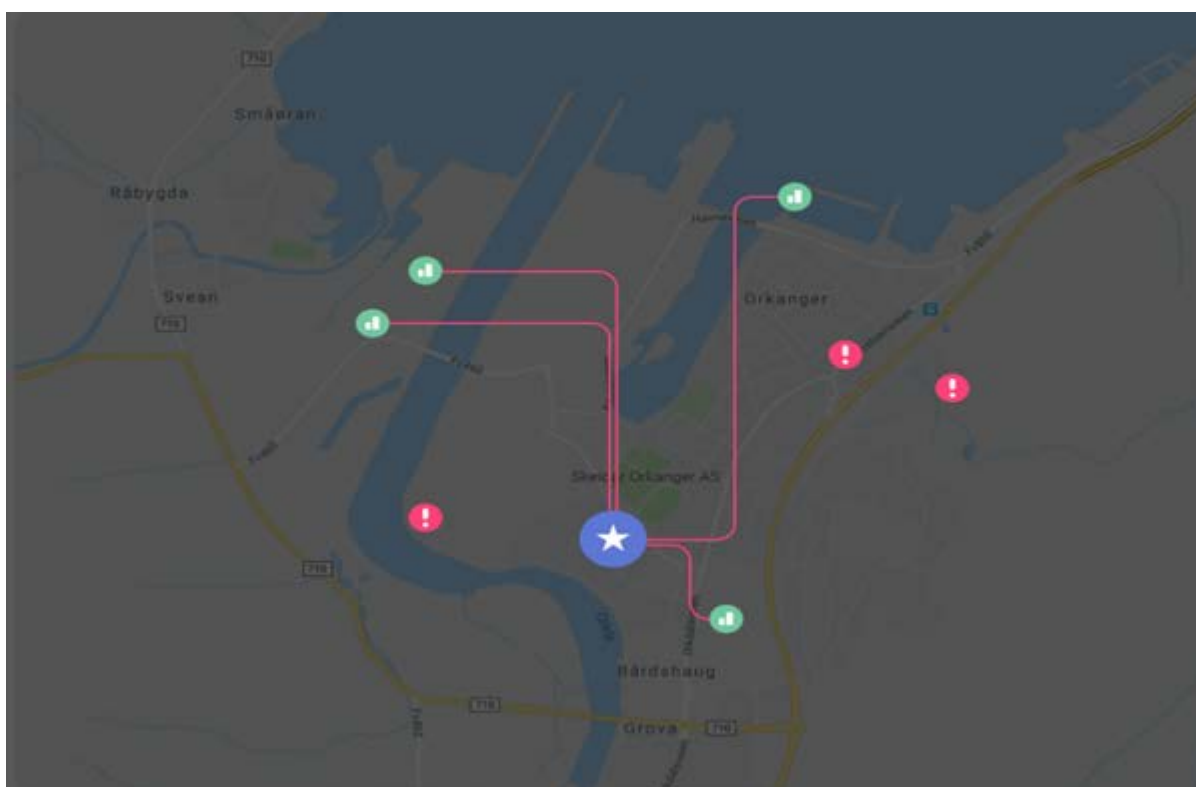
Tabell 4: Eksempel på tabell for datainput (Werner et al., 2019).

Det kan være lurt å inkludere dataindikatorer for å vurdere kvaliteten av dataen som eksisterer i databasen. Dette vil også gi en oversikt over hvilken tilgang ulike bedrifter har av relevant data og hvor gode bedriftene er på selvrapportering. Å måle kvaliteten på tilgjengelig data vil gi en indikasjon på om bedriftene kan inkludere sentrale KPIer for å måle graden av sirkularitet. Et eksempel for utvidelse av tabell 4 er synlig i tabell 5. Som tabell 5 viser kan vi for eksempel angi verdier fra 1 til 10 for de ulike dataindikatorerne. Fargekoder kan eventuelt være en annen måte å indikere disse forholdene. En total score burde inkluderes for å gi et helhetlig bilde. Dersom det er mangel på data, vil det være mulig å skalere basert på lignende bedrifter.

Prosess	Inputprodukt	Outputprodukt	Andel	Tilgang	Målbarhet	Fullstendighet
Prosess 1	...	...	...	1-10	1-10	1-10

Tabell 5: Utvidelse av tabell 4.

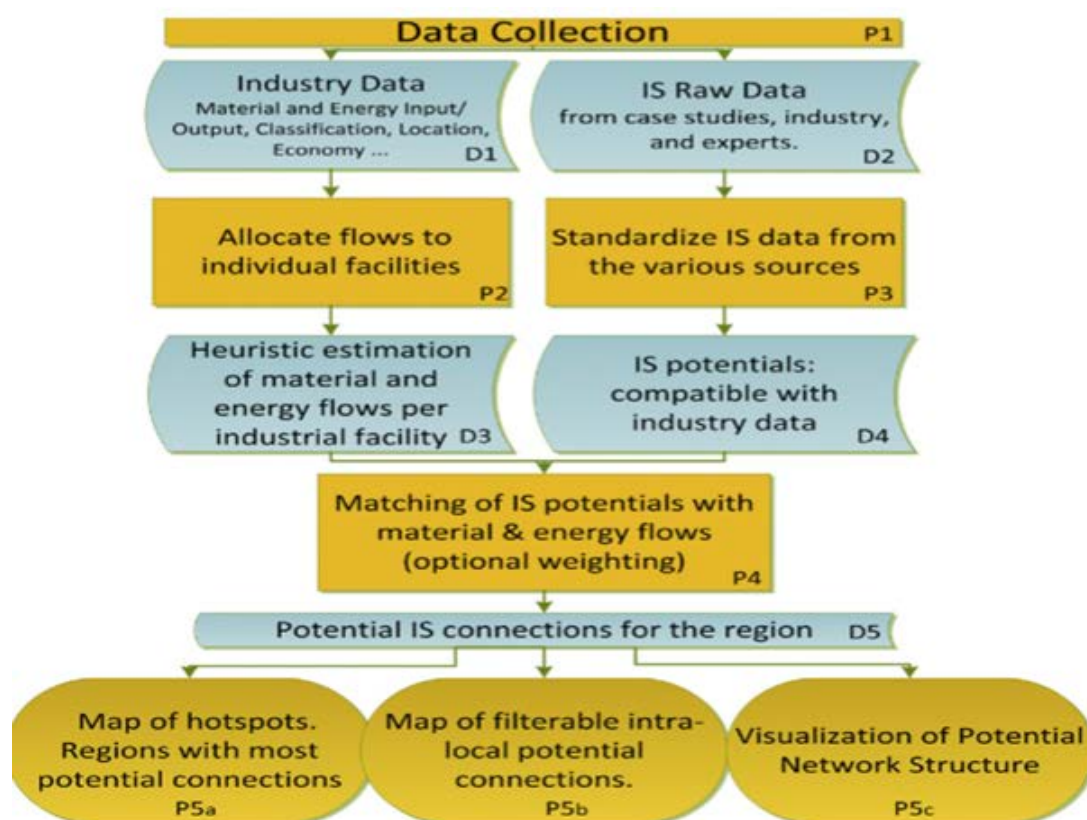
Matchingen av avfall og råmateriale er også mulig å anvende i GIS-verktøyet. Dette kan gjøres ved at verktøyet indikerer mulige samarbeidspartnere basert på hvilke bedrifter som har biprodukter som den aktuelle bedriften trenger. For eksempel dersom en produksjonsprosess trenger olje, vil programmet lete etter ubrukt olje hos de resterende partnerne. Figur 15 under illustrerer identifikasjon av potensielle samarbeidspartnere.



Figur 15: Lokasjoner til potensielle leverandører av bistrømmer eller kompetanse (Tønnessen et al., 2019).

## 9.1 Dataestimering

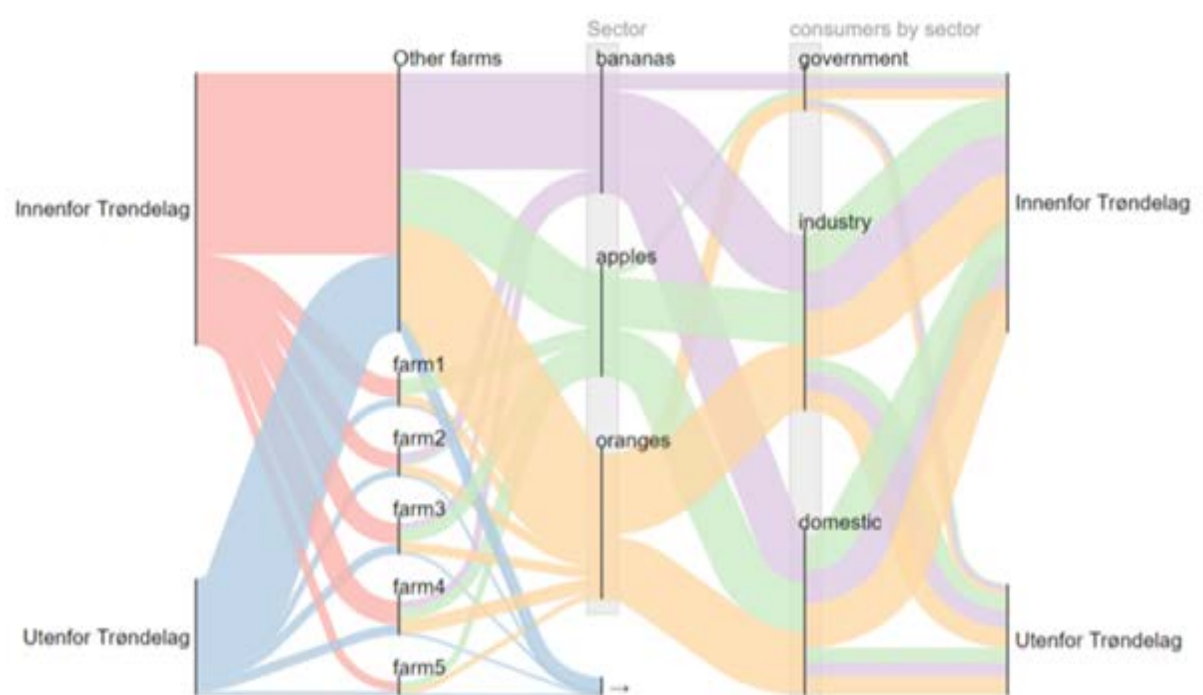
Mangel på data fra industrien har vist seg å være en barriere for å utarbeide fullstendige analyser. Likevel er det mulig å estimere mengder av material- og energistrømmer i en region basert på data fra life cycle inventory (LCI) databaser og avfall. LCI er prosessen som går på datainnsamling i life cycle assessment (LCA). Aid et al. (2014) viser hvordan denne estimeringen er mulig i deres utvikling av plattformen Looplocal. Forfatterne fant at LCI databasene ofte har mye tall angående input i bedrifter, men mangler tall på output. Derfor ble data for avfall anvendt for estimeringen av output. Visualiseringsverktøyet Looplocal identifiserer potensielle IS mellom bedrifter i Sverige og utviklingen av verktøyet har lignende datastruktur som figur 14 der estimerte material- og energistrømmer blir matchet mot potensialer for IS. Data for potensielle IS baseres på ulike case studies og viser igjen at sukseshistorier og kunnskap om IS er sentralt for videreutvikling av samarbeid mellom bedrifter. Dermed argumenterer vi for at det ikke er hensiktsmessig å gjennomføre en estimering av bistrømmer på nåværende tidspunkt, men at dette kan utføres ved et senere stadium. Fokuset burde allokere til eksisterende praksiser som er gjennomførbare for Orkanger. I tillegg er LCA og LCI tidkrevende og kompliserte prosesser.



Figur 16: Datastruktur for estimering av data (Aid et al., 2014).

## 10 Veien videre

I denne oppgaven har vi kommet med et forslag til et interaktivt visualiseringsverktøy av bistrømmer og hva som bør inngå i et slik verktøy. Datagrunnlaget denne oppgaven er bygget på er i stor grad kvalitativt, og for å bruke dette verktøyet på en best mulig måte må datagrunnlaget utbedres. Med et bedre datagrunnlag vil dette verktøyet kunne fungere som et kvalitativt og et kvantitativt analyseverktøy slik at materialstrømmene kan optimaliseres og man kan se på ulike scenario. Trøndelag fylkeskommune er i dag med i et interreg-prosjekt som heter Baltic Industrial Symbiosis (BIS) der de søker etter å identifisere nye industrielle symbioser. En mulighet for bedre datagrunnlaget er å kunne bruke BIS-prosjektet som et verktøy for datainnsamling. For en visualisering av en mer kvantitativ tilnærming av bistrømmene foreslår vi å bruke et Sankey-diagram, figur 17. Siden det er en industripark kan være et komplekst system kan man lage Sankey-diagram for hver enkel bistrøm-kategori (materialer, vann, energi) eller for hver enkel bedrift for å gjøre det mer brukervennlig. Så langt har ikke det datagrunnlaget vi har brukt inkludert vann som en ressurs, men det finnes store potensialer i gjenbruk av vann og det bør bli med i fremtidige utbedringer av datagrunnlaget.



Figur 17: Eksempel på visualisering av produktstrømmer i et Sankey-diagram (Werner et al., 2019).

En utfordring med å jobbe videre for å samle inn data er at mye data som trengs for å få en fungerende database er sensitiv informasjon for bedriftene eller informasjon som bedriftene ikke har tall på. Det må altså legges til rette også innad i bedriftene for at de skal kunne hente ut denne informasjonen og at informasjonen lagres på en trygg måte. Et bedre datagrunnlag vil også legge til rette for å kunne gjøre LCA av produksjonen med og uten industrielle symbioser slik at man kan se innvirkningen det har på økonomi og miljø, samt input-output analyser for å se miljøfotavtrykk.

For å bygge tillit til informasjonsdeling kan en mulighet være å organisere flere workshops med bedriftene slik at de blir kjent med hverandre og også skape et eierskap til verktøyet. Videre kan også kompetansegruppene brukes aktivt og det kan etableres enda flere kompetansegrupper på tvers av bedriftene for å dele kunnskap og etablere gode relasjoner.

Et mål med verktøyet er at det skal kunne videreføres til andre industriparke. En måte for videre arbeid for dette prosjektet kan være å legge til rette for at andre industriparke kan benytte seg av dette. Det kan for eksempel settes opp en liste over en anbefalt fremgangsmåte for hvordan andre industriparke kan gå frem for å få oversikt over potensielle industrielle symbioser. Et eksempel på en liste andre industriparke kan følge:

1. Sett opp en database for innfylling av informasjon om bedriftene, materialer, vann og energi.
2. Undersøke faktisk samarbeid i regionen og de gode historiene som eksisterer. Lage en oversikt over IS i Orkangerområdet.
3. Lage materialstrømkart
  1. Legge inn de aktuelle aktørene i kartet. Kartet kan for eksempel bygge på google maps.
  2. Sette inn strømmene mellom aktørene i kartet.
4. Undersøke om det er potensielle industrielle symbioser i regionen.
5. Legge til rette for at bedrifter som ønsker å inkluderes i databasen og visualiseringen enkelt kan inkluderes.

Videre arbeid kan også gå til å se nærmere på indikatorer, både det å få oversikt over hvilke indikatorer bedriftene allerede bruker, men også hvilke indikatorer som inkluderer industrielle symbioser, bærekraft og innovasjon i industriklyngen. Det kan også inkluderes indikatorer for produksjon og konsum. Utvikling av gode indikatorer av infrastrukturen og transport av ressursene fra en bedrift til en annen er også viktig å inkludere for å kunne kartlegge så godt og omfattende som mulig de økonomiske og miljømessige innvirkningene en industriell symbiose har. For å videreutvikle verktøyet er det nødvendig å se etter flere potensielle IS i området. Verktøyet kan brukes til å planlegge/tilrettelegge for etablering av fremtidige bedrifter. Det kan identifisere hvilke sektorer som kan ha nytte av et samarbeid. Kunnskapsbanken med de gode historiene må videreutvikles slik at de er oppdatert og andre kan lære og motiveres av de eksisterende gode historiene. Det å finne case studies som kan anvendes for Orkdalsregionen er viktig videre fremover slik at bedriftene får et ønske om å bidra i verktøyet. Denne rapporten har kommet med en skisse av hvordan et visualiseringsverktøy kan utformes og hva som bør inkluderes. Videre arbeid kan også gå til å finne ny teknologi slik at bedriftene i større grad skal kunne utnytte hverandres bistrømmer og etablere industrielle symbioser.



## 11 Konklusjon

Denne rapporten har sett på industriklyngen på Orkanger og kommet med et forslag til hvordan et interaktivt visualiseringsverktøy av bistrømmer kan utformes, hva det bør inkludere og ulike bruksområder. Orkanger industriområde har en ambisjon om å danne en bio-sirkulær industriklynge, og dette visualiseringsverktøyet skal bidra til det. Rapporten bygger på datagrunnlag fra tidligere rapporter. Med dagens datagrunnlag vil verktøyet ha en kvalitativ funksjon, men ved større tilgang til kvantitativ data vil visualiseringsverktøyet i større grad kunne bidra til å identifisere industrielle symbioser og matche bedriftenes behov. Utfordringen ligger i det å få tilgang på data fra bedriftene. For at bedriftene skal dele data må de se gevinsten av det, og i denne rapporten kommer vi med et forslag om å dele de gode historiene som en måte bedriftene kan se verdien av verktøyet.

Visualiseringsverktøyet vil med dagens datagrunnlag kunne tilføre verdi i industriområdet ved at de industrielle symbiosene tydeliggjøres, både for industrien og for andre. Det kan motivere bedriftene til å fortsette samarbeidene og det kan gi informasjon som kan danne grunnlaget for å finne nye industrielle symbioser. Det kan også åpne for at nye bedrifter kan se forretningsmuligheter i Orkanger og derfor velge å etablere seg der. Ved at bedriftene bruker verktøyet og ser verdien av å bruke det, kan dette bidra til å bygge tillit mellom bedriftene og til verktøyet. Dette kan med tiden gjøre det lettere å få tilgang på et bedre datagrunnlag. Det interaktive visualiseringsverktøyet må være brukervennlig, lavterskel og enkelt for at det skal brukes av bedriftene. Rapporten kommer også med et forslag om en innlogget versjon av verktøyet slik at bedriften selv kan legge inn informasjon og dermed enkelt velge selv hvilke data de ønsker å dele. Denne informasjonen kan oppdateres regelmessig.

Det er en stor utfordring å få et godt datagrunnlag som kan gjøre visualiseringsverktøyet mer presis, men det kvalitativt interaktive visualiseringsverktøyet er en begynnelse for industriområdet. Det vil bidra til at Orkanger industriområde i større grad kan gå fra en lineær økonomi til en sirkulær økonomi, noe som vil bidra til å nå deres ambisjon om å danne en bio-sirkulær industriklynge.

## 12 Referanser

Aid, Graham & Brandt, Nils & Smedberg, Niklas & Lysenkova, Mariya. (2012). Looplocal – a Heuristic Visualization Tool for the Strategic Facilitation of Industrial Symbiosis. *Journal of Cleaner Production*. 98. 10.1016/j.jclepro.2014.08.012.

Dahl, Petter & Olsson, Ragni & Bjerland, Siri & Lea, Sondre & Vågen, Sondre. (2018a) Industrielle symbioser og sirkulærøkonomisk innovasjon i Thamsklyngen. Prosjektrapport Grønne og Bærekraftige Sommerjobber i SINTEF.

Dahl, Petter & Olsson, Ragni & Bjerland, Siri & Lea, Sondre & Vågen, Sondre. (2018b). Avfall i Trøndelag.

Domenech, Teresa & Bleischwitz, Raimund & Doranova, Asel & Panayotopoulos, Dimitris & Roman, Laura. (2019). Mapping Industrial Symbiosis Development in Europe – typologies of networks, characteristics, performance and contribution to the Circular Economy. *Resources Conservation and Recycling*. 141. 76-98. 10.1016/j.resconrec.2018.09.016.

EC, 2010. European Commission. List of NACE codes. [http://ec.europa.eu/competition/mergers/cases/index/nace\\_all.html](http://ec.europa.eu/competition/mergers/cases/index/nace_all.html) (accessed 23 July 2019).

EC, 2015. Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1453384154337&uri=CELEX:52015DC0614> (accessed 24 June 2019).

EC, 2018. Measuring progress towards circular economy in the European Union – Key indicators for a monitoring framework. [https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/monitoring-framework\\_staff-working-document.pdf](https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/monitoring-framework_staff-working-document.pdf) (accessed 24 June 2019).

EC, 2019. European statistics. Monitoring framework. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy/indicators/monitoring-framework> (accessed 24 June 2019).

EMF, n.d.. What is the circular economy. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/what-is-the-circular-economy> (accessed 3 July 2019).

EMF, 2015. Towards a circular economy: business rationale for an accelerated transition. [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/TCE\\_Ellen-MacArthur-Foundation\\_9-Dec-2015.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/TCE_Ellen-MacArthur-Foundation_9-Dec-2015.pdf) (accessed 19 July 2019).

EMF, 2017a. Effective industrial symbiosis. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies/effective-industrial-symbiosis> (accessed 20 June 2019).

EMF, 2017b. Circularity indicators.

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/resources/apply/circularity-indicators> (accessed 15 July 2019)

EWC, 2002. Environmental Protection Agency. European waste catalogue and hazardous waste list. [http://www.nwcpc.ie/forms/EWC\\_code\\_book.pdf](http://www.nwcpc.ie/forms/EWC_code_book.pdf) (accessed 23 July 2019).

FISSAC, 2016. THE FISSAC ICT PLATFORM. [http://fissacproject.eu/wp-content/uploads/2017/02/3-FISSAC\\_WP6\\_webinar\\_v4.pdf](http://fissacproject.eu/wp-content/uploads/2017/02/3-FISSAC_WP6_webinar_v4.pdf) (accessed 17 July 2019).

Fraccascia, Luca & Yazan, Devrim Murat. (2018). The role of online information-sharing platforms on the performance of industrial symbiosis networks. Resources Conservation and Recycling. 10.1016/j.resconrec.2018.03.009.

Fraccascia, Luca & Giannoccaro, Ilaria & Albino, Vito. (2019). Business models for industrial symbiosis: A taxonomy focused on the form of governance. Resources Conservation and Recycling. 146. 114-126. 10.1016/j.resconrec.2019.03.016.

Fredrikstad blad, 2019. Vil skape arbeidsplasser fra restprodukter. <https://www.f-b.no/nyheter/frevar/norsk-gjenvinning/vil-skape-arbeidsplasser-fra-restprodukter-ora-bedrifter-far-fire-forskningsmillioner-til-samarbeid-om-miljosatsing/s/5-59-1553794> (accessed 7 August 2019).

Geissdoerfer, Martin & Morioka, Sandra & Carvalho, Marly & Evans, Steve. (2018). Business models and supply chains for the circular economy. Journal of Cleaner Production. 190. 10.1016/j.jclepro.2018.04.159.

Haupt, Melanie & Vadenbo, Carl & Hellweg, Stefanie. (2016). Do We Have the Right Performance Indicators for the Circular Economy? Insight into the Swiss Waste Management System. Journal of Industrial Ecology. 10.1111/jiec.12506.

Hofmann, Florian. (2019). Circular Business Models: Business approach as driver or obstructor of sustainability transitions? Journal of Cleaner Production. 224. 10.1016/j.jclepro.2019.03.115.

Industrial symbiosis data, n.d.. <http://isdata.org/> (accessed 9 August 2019).

Kalmykova, Yuliya & Sadagopan, Madumita & Rosado, Leonardo. (2017). Circular economy – From review of theories and practices to development of implementation tools. Resources, Conservation and Recycling. 10.1016/j.resconrec.2017.10.034.

Klitkou, Antje & Fevolden, Arne & Capasso, Marco. (2019). From Waste to Value: Valorisation pathways for organic waste streams in bioeconomies.

Lønvik, Ingrid & Limi, Ida. (2017). Orkanger Industriområde. Ledende på sirkulær økonomi? Prosjektrapport, Næringshagen i Orkdalsregionen og Sør-Trøndelag Fylkeskommune.

Maestri-Spire, 2019. Library of case studies. <https://maestri-spire.eu/symbiosis-space/library-case-studies/> (accessed 9 August 2019).

Mantese, Gabriel & Amaral, Daniel. (2018). Agent-based simulation to evaluate and categorize industrial symbiosis indicators. Journal of Cleaner Production. 186. 10.1016/j.jclepro.2018.03.142.

NHO, 2018. Fakta om små og mellomstore bedrifter (SMB). <https://www.nho.no/tema/sma-og-mellomstore-bedrifter/artikler/sma-og-mellomstore-bedrifter-smb/> (accessed 19 July 2019).

Norsk Industri, 2019. Ringen sluttes: Mulighetsstudie for sirkulær økonomi i prosessindustrien. <https://www.norskindustri.no/siteassets/dokumenter/rapporter-og-brosjyrer/mulighetsstudie-sirkular-okonomi-i-prosessindustrien.pdf> (accessed 7 August 2019).

Patricio, Joao & Axelsson, Lovisa & Blomé, Simon & Rosado, Leonardo. (2018). Enabling industrial symbiosis collaborations between SMEs from a regional perspective. Journal of Cleaner Production. 202. 10.1016/j.jclepro.2018.07.230.

Portas, Roberto & Ruiz-Puente, Carmen. (2016). Development of the Tool SymbioSyS to Support the Transition Towards a Circular Economy Based on Industrial Symbiosis Strategies. Waste and Biomass Valorization. 10.1007/s12649-016-9748-1.

Ramsheva, Yana & Prosman, Ernst-Jan & Waehrens, Brian. (2019). Dare to make investments in industrial symbiosis? A conceptual framework and research agenda for developing trust. Journal of Cleaner Production. 223. 10.1016/j.jclepro.2019.03.180.

Rema 1000, 2013. Norges første miljøvennlige dagligvarebutikk. <https://www.rema.no/ansvar/her-hos-yasmin-pa-kroppanmarka/> (accessed 9 August 2019).

Rosa, Paolo & Sassanelli, Claudio & Terzi, Sergio. (2019). Towards Circular Business Models: A systematic literature review on classification frameworks and archetypes. Journal of Cleaner Production. 236. 117696. 10.1016/j.jclepro.2019.117696.

Saidani, Michael & Yannou, Bernard & Leroy, Yann & Cluzel, François & Kendall, Alissa. (2018). A taxonomy of circular economy indicators. Journal of Cleaner Production. 207. 10.1016/j.jclepro.2018.10.014.

SSB, 2016a. Klassifikasjoner og kodelister. Standard for næringsgruppering (SN). <https://www.ssb.no/klass/klassifikasjoner/6> (accessed 23 July 2019).

SSB, 2016b. Klassifikasjoner og kodelister. Standard for CPA koder.

<https://www.ssb.no/en/klasse/klassifikasjoner/46> (accessed 23 July 2019).

Tønnessen, Stian & Fung, Mei & Kjendseth, Simen & Lilletvedt, Espen & Vesterkjær Eirik & Øien, Stine. (2019). Digitalisering for en sirkulær økonomi: Veien til effektiv ressursdeling

United Nations, 2004. A Manual for the Preparers and Users of Eco-efficiency Indicators. [https://unctad.org/en/docs/iteipc20037\\_en.pdf](https://unctad.org/en/docs/iteipc20037_en.pdf) (accessed 5 August 2019).

University of Cambridge, 2017. Library of Industrial Symbiosis case studies and linked exchanges. <https://www.repository.cam.ac.uk/handle/1810/267849> (accessed 3 August 2019).

Werner, Adrian & Johansen, Ulf & Sandberg, Eli. (2019). Beslutningsstøtteverktøy for etablering av en bio-sirkulær industriklynge i Orkdalsregionen. Forberedende prosjekt. SINTEF-rapport 2019:00519



Teknologi for et bedre samfunn

[www.sintef.no](http://www.sintef.no)