



Data og skøn bag vurdering af den cirkulære økonomi



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Data og skøn bag vurdering af den cirkulære økonomi

Analysenotat udarbejdet for SEGES Innovation



**Udarbejdet af
Stig Yding Sørensen**

Teknologisk Institut
Gregersensvej 1
2630 Taastrup
Analyse og Erhvervsfremme

Forside foto: [PEXELS](#) på Pixabay

2022

Indhold

1.	Indledning	4
2.	Opsummering og konklusion	6
3.	CØ-vurderingen og datagrundlaget	8
4.	Miljøstyrelsens affaldsdatabase	13
4.1.	Introduktion til Miljøstyrelsens affaldsdata	13
4.2.	Styrker og svagheder ved Affaldsdatasystemet	13
5.	Materialestrømsregnskab hos Danmarks Statistik	16
5.1.	Introduktion til Danmarks Statistiks materialestrømsregnskab	16
5.2.	Styrker og svagheder ved materialestrømsregnskabet	16
6.	Bibliografi	19

1. Indledning

I rapporten "Cirkulær økonomi i landbruget - Metode og perspektiver" (Teknologisk Institut og SEGES, 2021) har SEGES og Teknologisk Institut i fællesskab udviklet og afprøvet en metode til kortlægning af ressourcestrømmen for biologiske og teknologiske produkter i dansk landbrug. Resultatet af en sådan kortlægning omtales i det følgende som en CØ-profil eller CØ-vurdering, hvor CØ henviser til begrebet cirkulær økonomi.

Den *cirkulære økonomi* er beskrevet af Ellen MacArthur Foundation, herunder i rapporten "Potential for Denmark" (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Den cirkulære økonomi handler i al korthed om at udnytte jordens ressourcer så effektivt som muligt, så materialer ikke går til i forbrænding eller deponi, men bliver brugt igen og igen. I tråd med Miljøstyrelsens affaldshierarki¹ handler det om (i prioriteret rækkefølge) at undgå forbrug (fx gennem virtualisering), at forbruge med mindst mulig miljøbelastning, at forlænge levetid gennem vedligehold og opgradering, at udnytte gennem deling, at genbruge produkter og i sidste ende genindvinde materialerne, så stor en andel af ressourcerne som overhovedet muligt.² Den cirkulære økonomi skal ses i relation til den lineære økonomi, hvor værdikæden går fra udvinding af råvarer til produktion, distribution, forbrug og forbrænding eller deponering. Eller lidt kortere udtrykt: Cirkulær økonomi er et udtryk for, at synsvinklen skifter fra vugge-til-grav til vugge-til-vugge. I den cirkulære økonomi er forbrænding og deponering absolut sidste udvej og ideelt set ikke brugbar. Ellen MacArthur Foundation opdeler materialeflowet i den cirkulære økonomi i et biologisk og et teknologisk kredsløb.

Formålet med kortlægningen var at demonstrere en metode, der giver landmænd overblik over det biologiske og teknologiske ressourceforbrug på et landbrug. Overblikket og viden om ressourcerne er det første skridt til at få inspiration og finde veje til, at et landbrug kan indgå i den cirkulære økonomi med et lavere ressourceforbrug. Kortlægningen vil altid være det første skridt. De efterfølgende skridt – at lægge en strategi, gennemføre den og evaluere den – var ikke omfattet af metodeudviklingen.

Landmanden er vant til at se på sine bedrifter ud fra en meget lang række informationer. Kortlægningen tilbyder et nyt og supplerende perspektiv på landbrugsbedriften – et perspektiv, som kan være en inspiration og et første grundlag til at ændre små eller store forhold, som reducerer landbrugets ressourcemæssige 'fodaftrek'.

Metoden til kortlægningen af ressourcestrømmene er udviklet og afprøvet af SEGES og Teknologisk Institut i foråret 2021 og 2022 i samarbejde med 11 udvalgte landbrug. Der har ved udarbejdelsen af analyserne af ressource- og materialeforbrug i 2021 og 2022 vist sig at være relativt store forskelle mellem beregnede og forventede værdier af materialestrømme på baggrund af oplysninger i Danmarks Statistik og Miljøstyrelsens affaldsdatabase. Før landmanden og interessenter kan have tillid til bedriftens CØ-profil som ledelsesværktøj, skal forskellene opklares.

SEGES har bedt Teknologisk Institut om at foretage en validering og kvalificering af de nationale databaser ved Danmarks Statistik og Miljøstyrelsens affaldsdatabase. Formålet med dette notat er en

¹ <https://mst.dk/affald-jord/affald/affaldshierarkiet/>

² Teknologisk Institut har i analyser for EU-Kommissionen (EU-Kommissionen, Treating waste as a resource for the EU industry (2013) og EU-Kommissionen, "Analysis of certain waste streams and the potential of industrial symbiosis to promote waste as a resource for EU industry" (2015) vist, at vilkårene for den cirkulære økonomi er meget forskellige fra materiale til materiale. F.eks. genindvindes en meget høj andel metal (jern, stål, kobber, aluminium mv.), fordi det kan betale sig for alle parter, fordi eksisterende teknologier kan håndtere det, og fordi materialerne ikke taber i kvalitet. Andre materialer, fx plastmaterialer eller elektronikaffald, har langt vanskeligere vilkår.

uddybende beskrivelse og vurdering af styrker og svagheder ved to af datakilderne bag metoden Danmarks Statistisk materialedata og Miljøstyrelsens affaldsdatabase.

2. Opsummering og konklusion

CØ-vurderinger kan have nytte for landmænd, som målrettet ønsker at nedbringe det ressourcemæssig aftryk af bedriften. CØ-vurderingen tilbyder et perspektiv og en metode til, at landmanden selv kan vurdere sin bedrift ud fra et cirkulært perspektiv. Det er et redskab til at finde veje til forbedringer. Det er et redskab, som kan angive retning, størrelsesorden og muligheder. Deri ligger værdien af CØ-vurderingen som ledelsesværktøj for den enkelte bedrift for landmænd.

Men de mange skøn i kortlægningen, manglende detalje i Danmarks Statistiks databaser og begrænsede muligheder for at koble data fra affaldssystemet og Materialeregnskabet til den videre anvendelse betyder, at der kun helt overordnet og med betydelig usikkerhed findes data for den fulde cirkulære økonomi. Det er en usikkerhed, der vil gælde for alle andre brancher og ikke kun landbrug. Forbedringer vil kræve omfattende ændringer fra EU til den enkelte dataleverandør. CØ-vurderingen har dermed begrænset værdi for bedriftens omverden og primær værdi for landmanden selv og andre landmænd, som i deres arbejde søger et sammenligningsgrundlag. Der kan CØ-vurderinger spille en stor rolle som udgangspunkt for en kvalificeret samtale.

Nedenstående gennemgang af datagrundlaget for CØ-vurderingen sætter lys på svaghederne i de underliggende data og på konsekvenserne for CØ-vurderingen af den enkelte bedrift. Det er svagheder, som er væsentlige at kende til, så resultater af beregningerne og deres nytte hverken overvurderes eller undervurderes. I gennemgangen ovenfor er der påpeget tre væsentlige kilder til usikkerhed:

- **Skøn i kortlægningen** af materialer på en bedrift kræver omhyggelighed, men indsats og udbytte skal være i balance, så der er skøn involveret i både materialetyper, mængder og levetid. Usikkerheden her skal medtænkes i fortolkningen af resultaterne. Nytteværdien af kortlægningen ligger i en omhyggelig overvejelse over bedriftens resourceforbrug kombineret med viden om materialernes behandling i affaldsfasen – mere end en stor præcision af registreringen. Skøn er bedre end ingen skøn.
- **Affaldsdatabasen** fra Miljøstyrelsen er et værktøj til at belyse materialernes videre forløb, når de ender på genbrugspladsen, men også her er der usikkerheder, som dog ikke væsentligt påvirker den anvendelse af data, som CØ-vurderingen gør brug af. Den største forbedring i affaldsdatabasen for CØ-vurderingen ville være en stærkere datamæssig opfølgning på materialeflowet efter indsamlingen af materialer og en udfoldning af begrebet "nyttiggørelse".
- **Materialestrømsregnskabet** er en overordnet database, som beskriver inputtet af materialer til det danske samfund. Danmarks Statistisk anfører selv relevansen i forhold til den cirkulære økonomi, men data om materialetyper matcher ikke i nogen videre detalje affaldsdatabasens materialer, eller også er data ikke opgjort efter deres kilde eller anvendelse. Derfor er nytteværdien i forhold til CØ-vurderingen begrænset. Data indgår kun i beregningerne i meget grove kategorier for materialerne og er forsøgt tilpasset den enkelte bedrift ved omregninger til materialeforbrug pr. omsætning for den enkelte landbruger. Det har været forsøgt at benytte "pr. medarbejder", men det har vist sig ikke at være muligt, da nogle af bedriftstyperne har mange medarbejdere pr. omsætningskrone. Det betød, at disse opgørelser gav en meget lille affaldsmængde, modsat hvis de blev gjort op pr. omsætning.

For de nationale databaser affaldsdatabasen og materialestrømsregnskabet gælder, at det vil være vanskeligt og langsommeligt at ændre dem, så de bedre passer til CØ-vurderingen på en landbrugsbedrift. Det er store databaser, som bygger på omfattende administrative strukturer, mange aktørers arbejder og samarbejde fra det helt lokale niveau til sammenspillet med medlemslandene på EU-

niveau. Der findes ikke andre databaser, som tilbyder et stærkere eller mere komplet og gennemarbejdet grundlag, end det affaldsdatabasen og materialestrømsregnskabet tilbyder.

Kortlægningen derimod kan stadig udvikles, så den omfatter en bredere vifte af materialer og en større nøjagtighed. Udvikling af stærkere modeller, der understøtter landmandens skøn, vil være en stor fordel. I det eksisterende værktøj er der allerede en række modeller, men de kan med fordel udbygges. Modellerne kunne indgå i en endelig udvikling af CØ-vurderingsværktøjet. Det kunne fx være modeller for bygninger, maskiner eller staldudstyr, der er finere detaljeopgjort. Dels efter de materialer, som bygninger, maskiner eller staldudstyr efterfølgende opdeles i ved destruktion, dels i de materialer, som indgår i deres levetid - fx reservedele - og disses bortskaffelse. Et samarbejde både med leverandører og affaldsbehandlere ville give et mere tilfredsstillende input, om end der også her ville være elementer af skøn, fordi også brugernes adfærd omkring brug og vedligeholdelse spiller en rolle.

En yderligere forbedring af modellerne ville være tilføjelse af LCA³-data for materialer, bygninger og udstyr, så andet end materialernes mængde får betydning for vurderingen. Det kunne f.eks. være klimadata, energiforbrug, miljøfremmede stoffer og på den lange bane muligvis også sociale data. Det ville give landmanden et beslutningsgrundlag for investeringer i indkøb, vedligehold og også dyrknings- og driftsform, som ikke er til stede i dag.

Datakvaliteten kan over tid desuden forbedres af den enkelte landmand ved løbende at registrere indkøb og forbrug af materialer i bedriften enten i en total kortlægning eller stikprøvevis over en periode for at opbygge egne modeldata.

Bag gennemgangen af datakilderne ligger spørgsmålet, om landmanden og interessenter kan have tillid til bedriftens CØ-profil som ledelsesværktøj med de usikkerheder, der er hæftet til dels kortlægning og dels de nationale databaser. Usikkerhederne er især knyttet til levetider, detaljeringsgrad og materialernes videre anvendelse og i mindre grad til materialeforbrug og størrelsesorden på den enkelte bedrift. Det skal fremhæves, at en CØ-vurdering af bedriften har flere fordele for den enkelte landmand:

- **Nyt perspektiv.** Den enkelte landmand opnår alene ved gennemgangen nye indsigter om bedriftens materialeforbrug, og landmanden får dermed også mulighed for bedre at overskue, hvordan bedriftens ressourcemæssige aftryk kan reduceres gennem fx valg af materialer, reparationer, sortering, levetidsforlængelser, lån eller leje af udstyr. Der vil være usikkerheder, men de er i vidt omfang kendte.
- **Forbedring gennem indblik.** CØ-beregningen kan gennemføres med fiktive data, og den enkelte landmand har med CØ-vurderingen mulighed for at gennemføre hvad nu hvis-simuleringer, før der tages beslutninger om indkøb, byggeri og renoveringer. Selvom der er usikkerhed om de præcise tal, vil beregninger alligevel give et godt fingerpeg om retning og størrelsesorden af ressourceforbruget ved forandringer.
- **Benchmarking med andre.** Den enkelte landmand og rådgivere får et datagrundlag til benchmarking af bedriften i forhold til andre bedrifter. Denne fordel opstår først på sigt, når flere bedrifter har resultater. En indsigt, der opstod allerede i de indledende kortlægninger, var fx, at store bygninger med mange brugsmuligheder havde væsentligt længere levetid end mindre specialbygninger som fx svinestalde fra 1970'erne. Selv med usikkerheder i skønnet er det indlysende, at en bygning med 40-50 års levetid har et større materialeforbrug pr. kvm end en bygning med 300 års levetid.

³ LCA-data er data, som kommer fra eller anvendes til analyser af miljøbelastningen fra et produkt i hele produktets livscyklus fra råvare til bortskaffelse (LCA: Life Cycle Assessment eller på dansk: Livscyklusvurdering).

3. CØ-vurderingen og datagrundlaget

Formålet med kortlægningen af den cirkulære økonomi for en landbrugsbedrift var at udvikle og demonstrere en metode, der giver landmænd overblik over det biologiske og teknologiske ressourceforbrug på et landbrug. Overblikket og viden om ressourcerne er det første skridt til at få inspiration og finde veje til, at et landbrug kan indgå i den cirkulære økonomi med en et lavere ressourceforbrug.

Anledningen til metodeudvikling og test var at finde veje til, at den enkelte landmand får bedre overblik og indsigt i sin bedrift set ud fra en cirkulær økonomi af dels gårdens biologiske kredsløb og kredsløb af fysiske ressourcer (bygninger, maskiner, udstyr, inventar, mv.) – også kaldet teknologiske ressourcer (Teknologisk Institut og SEGES, 2021)

Den cirkulære økonomi har mange aktører: Fra råvarerne, som via leverandører ender hos landbruget for at fortsætte enten i form af produkter til forbrugerne og i sidste ende som affald til videre behandling. Den videre behandling kan være forbrænding eller deponi eller direkte genbrug eller genanvendelse i nye produkter eller på nye landbrug. Undervejs i kredsløbet kan ressourcerne strækkes gennem opgraderinger, reparationer og genbrug – eller gennem nye forretningsmodeller som fx digitale løsninger, leje- eller delemodeller.

Den foreslåede metode fra Teknologisk Institut og SEGES kræver en række datakilder, og kilderne til vurderingen af den cirkulære økonomi er følgende:

- A. **Fysisk kortlægning.** DTI og SEGES har registreret materialer på landbruget ved at gennemgå det enkelte landbrug bygning for bygning. Kilden her er altså egne vurderinger og skøn. Detaljeringsgraden i kortlægningen vil afhænge af kortlæggerens – fx landmandens – forbrug af tid på kortlægningen, hvor tiden skal sættes i forhold til merværdien. Der er typisk indsamlet på 90-150 datapunkter for en bedrift.
- B. Som støtte til gennemgangen har vi anvendt **oplysninger indgivet til landmanden fra SEGES** med en oversigt over landbrugets bygninger og maskiner samt en vurdering af levetider. Det har været en støtte, men registreringerne er af varierende kvalitet. Fx kan en samlet kategori som "bygninger til svin" ikke anvendes, da vi tager stilling for hver enkelt bygning. Levetiderne bygger desuden mere på finansielle afskrivninger end på tingenes reelle levetid. Databasen er udviklet til andre formål, men i en fremtid kunne den måske indrettes til et hurtigt overblik til en screening i den cirkulære økonomi.
- C. Til vurdering af vægt har vi anvendt en lang række **kilder og 'tommelfingerregler'**; fx at en solid murstensbygning vejer ca. 2 tons pr. kvadratmeter. For andre konstruktioner har vi lavet beregninger, fx anvendes vægtfylden på beton til beregning af materialeanvendelsen i gylletanke. For større maskiner kan vægten ofte findes i dokumentationen eller på nettet som fx <http://www.tractordata.com/>. Ved mindre ting, fx vægten på maskinerne i værkstedet, har vi gættet på vægten sammen med landmanden. Usikkerheden fra del til del er dermed forskellig fra ret præcis (traktorens vægt) til meget usikkert (vægten af maskinerne på værkstedet). I CØ-beregningen indgår en række 'tommelfingerberegninger', som viste sig meget nyttige til brug ved skøn. Skønsvurderinger findes mange steder, og det ville være en fordel og en stor hjælp ved registreringen at udbygge et system af 'tommelfingerregler'.
- D. **BBR-registeret** har detaljerede oplysninger om bygningerne og deres størrelse og materialer. BBR-registeret er anvendt, hvor det var muligt.

Samlet er det en opgørelse med mange usikkerheder og overslag. Hver kortlægning på et landbrug har et sted mellem 90-150 registreringer.

Kortlægningen på selve bedriften kan blive mere præcis med flere registreringer i forhold til opdeling på materialer, vægte og levetid, lidt afhængig af bedriftens kompleksitet. Fx har Teknologisk Institut i kortlægninger foretaget en samlet vurdering på vægten af værktøj i værkstedet. En mere nøjagtig kortlægning ville være hammer for hammer (træ og metal), skruetrækker for skruetrækker (hårdplast og metal) og de enkelte maskiner (metal, plast, kobber, elektronik). På genbrugspladsen vil langt hovedparten ende i fraktionen jern og metal, og derfor har vi foretaget et samlet skøn på vægten af metal i værkstedet baseret på stikprøver. Selvom der er meget værktøj på et værksted, så er mængden af materiale forholdsvis ringe sammenlignet med den totale mængde materialer i maskiner og bygninger. En genvej til skønnet kunne være modeller for værktøjets materialemæssige sammensætning baseret på oplysninger fra både leverandører og affaldsbehandlere.

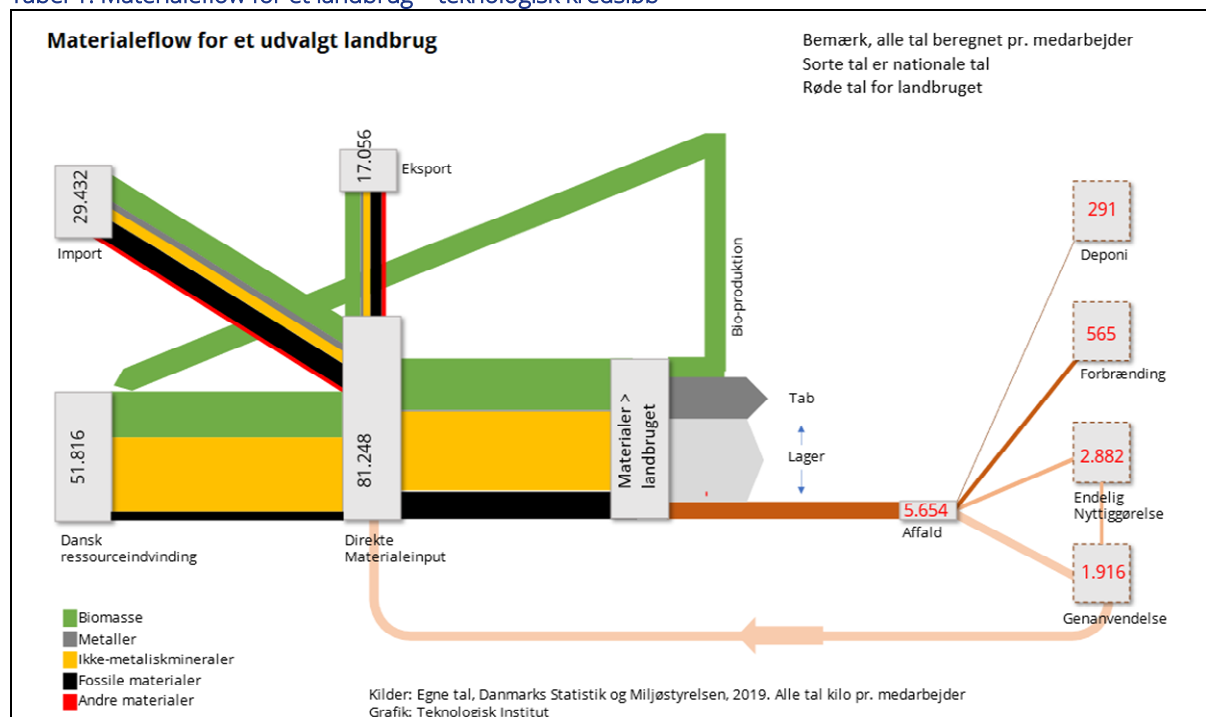
Der findes ikke data for, hvor stor en del af de her sekundære materialer (træ, plast, elektronik) i værktøjet, som behandles særskilt. En formodning er, at mange materialer går til i genindvindingen af metallerne og enten afbrændes eller ender i slagge og dermed ofte deponi. Den øgede præcision ville på den ene side give mere indsigt, men på den anden side ikke matche Miljøstyrelsens affaldsdata. Kortlægningerne ville desuden blive langt mere ressourcekrævende uden egentlig at tilføre beregningen og resultatet en egentlig merværdi.

Alle data har usikkerhed i forskellige grader. Den fysiske kortlægning kan aldrig blive total, og hvor komplet kortlægningen skal være, er i vidt omfang et spørgsmål om afvejningen mellem ressourceforbrug og nytteværdi, herunder formålet med kortlægningen. Kortlægningen kan med fordel fokusere indsatsen der, hvor materialers mængde og forbrug er størst, samt på områder, hvor det er muligt at ændre forbruget. Landmænd, der foretager en omhyggelig registrering af materialer, inventar og bygninger, vil med kortlægningen selv få en god fornemmelse for, hvor i kortlægningen usikkerhederne befinder sig, og landmanden vil dermed også have et godt fundament for at vurdere de samlede resultater i ledelsesværktøjet.

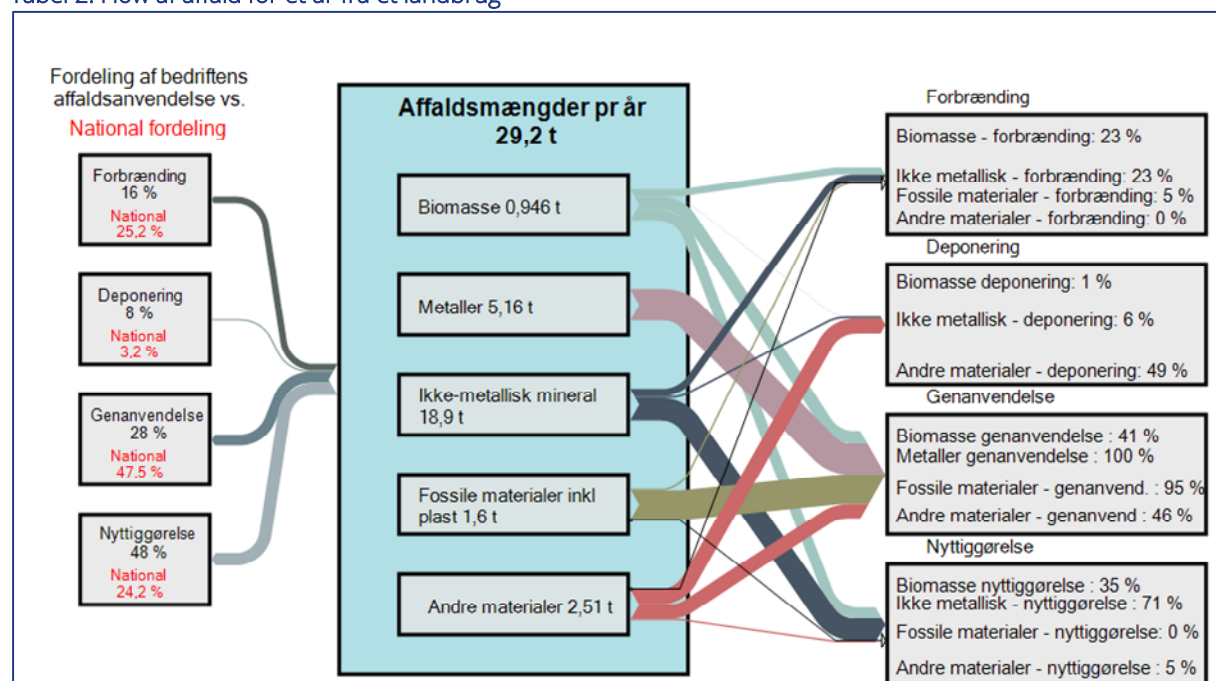
Det er Teknologisk Instituts vurdering, at alene kortlægningen i sig selv giver landmanden et nyt indblik i bedriftens ressourceforbrug og en indsigt, som er nyttig ved fremtidige investeringer i bygninger, maskiner, inventar, udstyr mv. BBR-oplysninger, modeller og oversigter fra SEGES er nyttige genveje, men baserer sig jo i vidt omfang på landmandens egne indberetninger.

I Tabel 1 nedenfor vises et eksempel på, hvordan materialeflowet – eller den cirkulære ressourceøkonomi – kan se ud for et landbrug opgjort pr. medarbejdere med de usikkerheder, der er beskrevet. I Tabel 2 vises flow af affald fra et år og den videre behandling af affaldet, og endelig i Tabel 3 vises det biologiske kredsløb for et landbrug.

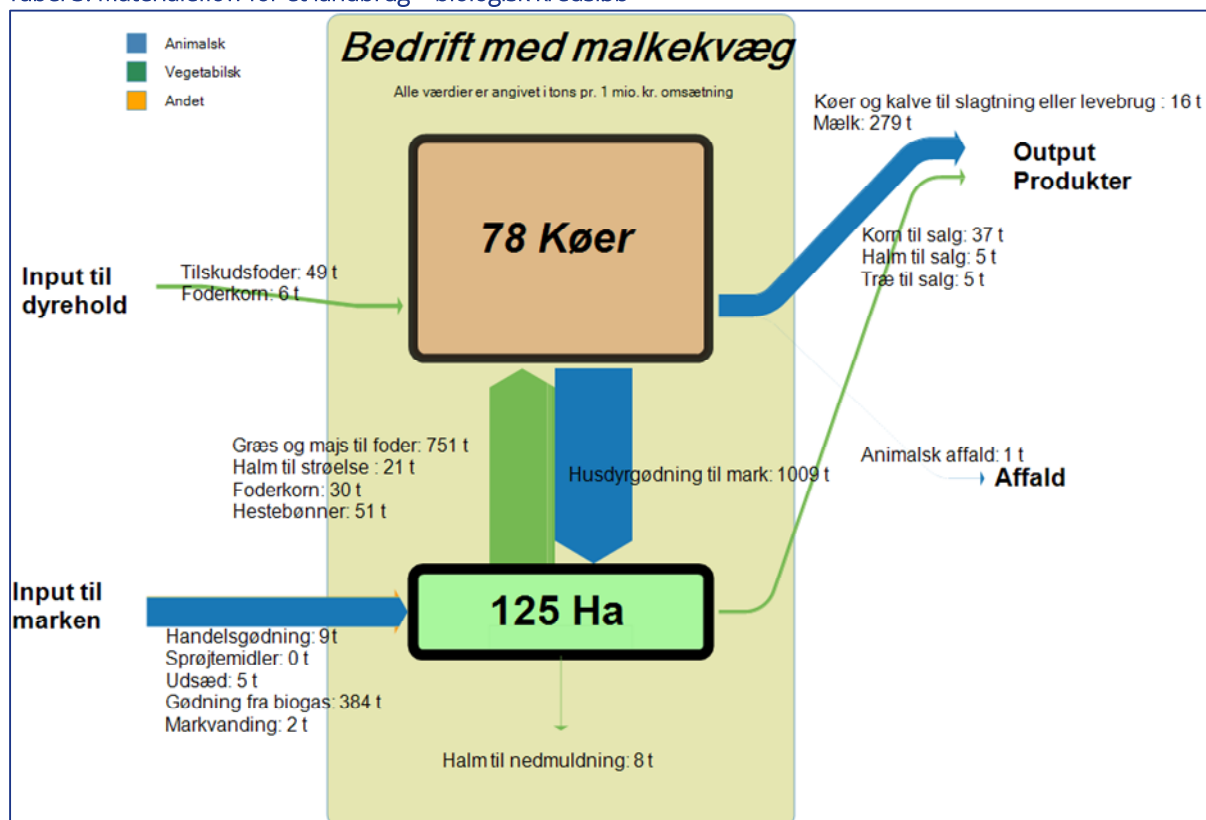
Tabel 1: Materialeflow for et landbrug – teknologisk kredsløb



Tabel 2: Flow af affald for et år fra et landbrug



Tabel 3: Materialeflow for et landbrug – biologisk kredsløb



Beregningerne i værktøjet er en teoretisk opgørelse. Hvis bygningerne holder i 30 år, indregnes et forbrug på 1/30-del af materialerne pr. år. I virkeligheden bruger man bygningerne 100 procent i 30 år, og derefter bortskaffer man 100 procent, når bygningerne er udtjente – hvis ikke fx bærende konstruktioner kan genanvendes i ombygninger. Men hvis bygningerne kunne holde i 300 år, ville forbruget kun være 1/300-del af den samlede materialevægt. Det vil give en forskel. I materialernes levetid hober en del op på selve bedriften, fx i bygningerne, og det er i figuren angivet som "lager", og dertil kommer et "tab" fra fx slid på dæk eller træ, der forgår.

I grafikken ovenfor er der angivet, at materialeforbruget teoretisk set er 5.654 kilo pr. medarbejder. Det er af ovenstående grunde et teoretisk tal, så det vil kræve erfaringer til sammenligning fra andre bedrifter, før det endeligt kan vurderes, om 5.654 kilo pr. medarbejder er et højt eller lavt ressourceforbrug. Og tallene kan, alternativt til at beregne pr. medarbejder, sættes i relation til produktionen, altså beregne indikatorer for, hvor meget nytte der i sidste ende kom ud af materialeforbruget. I et videre perspektiv ville det give muligheder for at simulere og sætte påtænkte ændringer i husdyrhold, produktion eller dyrkning i relation til ressourceforbrug og muligvis også CO².

I tillæg til landmandens egne vurderinger og indberetninger til BBR og SEGES indgår der i beregningen to yderligere kilder, som er helt uden for landmandens indflydelse: Miljøstyrelsens affaldsdatabase og Materialestrømsregnskabet fra Danmarks Statistik. Materialestrømsregnskabet anvendes til at bedømme inputtet til bedriften, og affaldsdatabase benyttes til at bedømme outputtet fra bedriften og ikke mindst den videre anvendelse eller bortskaffelse af affald.

Alle fraktioner fra kortlægningen af landbruget er i beregningsredskabet opdelt eller forbundet med både Materialestrømsregnskabet og affaldsdatabase for at kunne forbinde ressourceforbruget på gården til både input- og outputsiden og således illustrere gårdens placering i den cirkulære økonomi.

De to datakilder affaldsdata og materialestrømsdata opsummerer den del af ressourcernes cirkulære kredsløb, der ligger uden for bedriften.

4. Miljøstyrelsens affaldsdatabase

4.1. Introduktion til Miljøstyrelsens affaldsdata

Miljøstyrelsens affaldsdatabase⁴ opdeler affaldet i omkring 40 fraktioner, og for hver fraktion opgøres desuden behandlingen (deponering, forbrænding, nyttiggørelse, genanvendelse). Desuden er data opdelt efter kommunerne. Nogle fraktioner som fx byggematerialer og udtjente køretøjer kan yderligere opdeles i materialer. Dæk kan fx opdeles i stål, gummi og tekstiler. I beregningsredskabet til landbrugsbedrifter har vi brugt miljøstyrelsens opgørelse i yderligere materialefraktioner til estimering af materialeindholdet i fx byggeaffald eller udtjente køretøjer. Resultaterne herfra bygger således på en gennemsnitsbetragtning.

Miljøstyrelsen selv gør opmærksom på, at der er betydelig usikkerhed i registreringerne. Den usikkerhed afspejles naturligvis i de resultater, som landmandens kortlægning fører til. Det er dem, notatet her gennemgår i det følgende.

Affaldsdatasystemet indeholder rå-data om affaldsmængder i Danmark, som stilles til rådighed for alle. Derudover har virksomheder adgang til egne data. Det gør affaldsdata til en nyttig kilde for kortlægningen af affald. Det er en registrering, som er udviklet gennem mange år. Miljøstyrelsen har siden 1993 systematisk indsamlet data om affald. Affaldsdatasystemet (ADS) overtog dataindsamlingen i 2010. Miljøstyrelsen arbejder løbende for at udvikle og forbedre arbejdet med affaldsdata.

Miljøstyrelsen beskriver, at affaldsdatasystemet samler informationer om affaldsstrømme i Danmark. Virksomheder, der tager ansvar for behandling af affald, skal indberette, hvor de har modtaget affald fra, hvilket affald der er tale om, og hvordan affaldet skal behandles. Virksomheder, der indberetter affaldsdata, kan redigere og fremsøge egne affaldsdata, mens en række affaldsdata er offentligt tilgængelige. Affaldsdata er et vigtigt redskab til planlægning, målsætninger, tilsyn og til information om affald på europæisk, nationalt og kommunalt niveau.⁵ Affaldsdatasystemet er nationalt organiseret af Miljøstyrelsen, som har hjemmel i "bekendtgørelse om Affaldsdatasystemet"⁶, og opgaverne i forbindelse med systemet varetages af Miljøstyrelsen samarbejde med danske kommuner.

4.2. Styrker og svagheder ved Affaldsdatasystemet

Affaldsdata indsamles med det formål, at kommunerne kan bruge Affaldsdatasystemet (ADS) som en af de primære datakilder for administration og udvikling af affaldsområdet (KL, 2016). Når data i dette tilfælde anvendes til at vurdere bedrifternes placering i den cirkulære økonomi, er det derfor en sekundær brug af data, der ikke er taget højde for. Det gør ikke data uanvendelige, men der kunne være funktionalitet, datafelter eller fraktioner, som i højere grad var indregnet, hvis hensynet var bedrifternes ressourceforbrug i tillæg til statens og kommunernes forvaltning og EU's behov for et samlet overblik.

I en analyse fra 2016 (KL, 2016) er der fundet flere områder, hvor Affaldsdatasystemet kan forbedres for kommunerne. Analysen fra KL giver et godt overblik over udfordringer, og nogle af udfordringerne er sandsynligvis adresseret i den mellemliggende periode (Miljøstyrelsen). På den anden side er der ikke i den gennemgang fundet tungtvejende udfordringer for CØ-vurderingen i affaldsdata.

⁴ <https://mst.dk/affald-jord/affald/affaldsdatasystemet/>

⁵ Citeret fra <https://mst.dk/affald-jord/affald/affaldsdatasystemet/>

⁶ <https://www.retsinformation.dk/eli/ta/2021/2078>

Udfordringerne er opgjort i nedenstående tabel, hvor den lille smiley yderst til venstre angiver, om udfordringen har stor betydning eller så godt som ingen betydning for usikkerheden (gul smiley) i beregningerne i relation til CØ-vurderingen for en bedrift, eller måske ligefrem er en fordel (grøn smiley)

Ingen betydning



Negativ betydning



Positiv betydning



Tabel 4: Dataudfordringer i affaldsdata og konsekvensen for CØ-beregning på bedrifterne.

	Dataudfordring	Konsekvens for CØ
	Mangel på gode data. "Ikke alle affaldsprofessionelle aktører (indsamlere og modtagere), der er tæt på affaldet, har mulighed for at registrere affaldsdata. Det kan medføre, at affaldet først bliver til affaldsdata langt senere i værdikæden, hvilket går ud over datakvaliteten" (KL, 2016). Et eksempel på dette er registreringen af affaldets kilde som fx landbrug. En del affald leveres direkte på genbrugspladsen, uden at kilden er kendt.	Det kan ikke undgås at give 'slør i rettet', når affaldsdata ikke er helt præcise. For CØ-projektet, som primært anvender de enkelte fraktioner til at gruppere fraktionernes videre skæbne i den cirkulære økonomi, har en mindre præcision ikke stor betydning. Beregningerne i CØ handler jo om at vurdere forbruget af stål pr. år og så ved hjælp af affaldsdata at forudsige, hvad der derefter sker med stålet. Der er ikke forskel på behandlingen af stål fra landbrug og industri og private forbrugere.
	Der mangler et fælles affaldssprog. "Der er forskellige affaldsaktører, som har hver deres måde at tale om affald på. Det stiller høje krav til brugervenligheden af de klassifikationer, der anvendes. En manglende ensartet begrebsforståelse kan gå ud over datakvaliteten" (KL, 2016).	For CØ-vurderingen har det nærmest været en fordel, fordi det har øget fleksibiliteten i at hente og tilpasse nøgletal.
	Manglende integration mellem fagsystemer og registre på tværs af aktører: Når affaldsprofessionelle skal registrere affald, trækker man på information fra mange forskellige fagsystemer og registre. Manglende integration mellem disse systemer og registre kan gå ud over datakvaliteten og brugervenligheden (KL, 2016).	Integrationen mellem fagsystemer er af mindre betydning for CØ-vurderingen, fordi der kategoriseres og måles efter affaldstype. Det er derfor ikke afgørende, hvilke mængder affald der er registreret.
	Manglende sammenhænge i affaldsstrømmene på tværs: Hver affaldsaktør har fokus på egne opgaver og har i mindre grad overblik over, hvordan resultatet af deres arbejde indgår i den samlede proces med affaldshåndtering og registrering af affaldsdata. Det medfører, at det er svært at gennemskue, hvilke affaldsdata man skal indberette til ADS og hvorfor (KL, 2016).	Data for bedrifterne sammenlignes med de oplysninger, der findes i affaldsdatabasen på tværs af alle kommuner. Hvis data i affaldsdatabasen var opdelt på flere kategorier, som den er i nogle egne, så ville det også være muligt at registrere mere detaljeret. Beregningerne ville måske få en større præcision, men arbejdet med kortlægningen til at matche den større detaljeringsgrad i affaldsdata ville også blive større.

	Dataudfordring	Konsekvens for CØ
	Manglende data, når kommunerne skal føre tilsyn: Når affaldsdata ikke er tilgængeligt løbende i værdikæden og kun indberettes én gang årligt, bliver affaldsdata mindre aktuelle og derved mindre brugbare i arbejdet med f.eks. kommunale tilsynsopgaver (KL, 2016).	Manglende aktualitet i affaldsdata vil også påvirke resultaterne af CØ-vurderingen. Men da vurderingen i forvejen rækker år ud i fremtiden, er aktualiteten af mindre betydning. CØ-vurderingen kan derimod ikke undsige sig den svaghed, at også den fremtidige belastning indregnes med nutidige data. Der er altså tale om et konservativt skøn, hvor fremtidige teknologiske landvindinger ikke indregnes.
	Manglende incitamenter og forståelse for at skabe gode affaldsdata: Mange affaldsprofessionelle aktører har egne data i egne systemer. At skulle overføre egne data til ADS betragtes som endnu en opgave, som er svært at se formålet med. Det medfører, at der ikke er noget incitament til at registrere data i ADS (KL, 2016).	Det er klart, at hvis datakvaliteten falder i områder, fordi data ikke indrapporteres til affaldsdata, så falder også kvaliteten af beregningerne i CØ-vurderingen.
	Manglende brugerrettet oplysning og kommunikation for alle: Det er vigtigt, at alle aktører har den nødvendige affaldsviden, for at de kan udføre deres opgaver. Kommunikation og dialog er afgørende for at sikre, at affaldshåndteringen og korrekt indberetning sker så smidigt som muligt (KL, 2016).	Den interne organisering af dataindsamlingen og kommunikationen mellem aktørerne har ingen direkte indflydelse på validiteten af CØ-beregningen.

5. Materialestrømsregnskab hos Danmarks Statistik

5.1. Introduktion til Danmarks Statistiks materialestrømsregnskab

Danmarks Statistiks materialestrømsregnskab⁷ er en opgørelse over det samlede input i Danmark. I beregningerne af CØ-profilen anvendes data herfra til at sætte materialeforbruget på det enkelte landbrug i perspektiv.

Danmarks Statistik skriver om materialestrømsregnskabet:

”Det giver et overordnet billede af arten og vægten af de materialer (naturressourcer og varer), som på den ene side kommer ind i økonomien ved høst, hugst, fangst og indvinding fra naturen eller importeres, og på den anden side eksporteres fra Danmark. Materialestrømsregnskabet er en del af Grønt Nationalregnskab, som er en betegnelse for selvstændige regnskaber for miljørelaterede forhold, der opstilles i tilknytning til nationalregnskabet under anvendelse af samme afgrænsninger, definitioner og klassifikationer. Derved kan sammenhængen mellem økonomi og miljø belyses på en logisk måde.

På baggrund af materialestrømsregnskabet og en model, der er udviklet af Eurostat, er Danmarks import og eksport omregnet til råstofækvivalenter (ressourcefodaftrek), som angiver mængden af råstoffer, der globalt set er nødvendige for at kunne producere en vare eller tjeneste. I råstofækvivalenten indgår samtlige råstoffer, der skal indvindes fra naturen, herunder også de råstoffer, der medgår i produktionsprocesserne både hos den primære producent og hos alle underleverandører i indlandet og i andre lande.”

Tabel 5: Tabel fra DST med materialeregnskabet

Materialestrømsregnskab Tid: 2020 Enhed: Ton					
	1 Biomasse	2 Metalliske mineraler og produkter heraf	3 Ikke-metalliske mineraler og produkter heraf	4 Fossil energi og produkter heraf	5 Andre produkter
Dansk ressourceindvinding	39 318 220	0	67 834 487	4 720 115	0
Import	17 293 511	6 471 560	10 871 155	27 191 886	4 032 678
Direkte materialeinput	56 611 730	6 471 560	78 705 642	31 912 002	4 032 678
Eksport	13 820 093	5 104 431	6 318 257	8 351 677	3 799 265
Indenlandsk materialeanvendelse	42 791 637	1 367 129	72 387 385	23 560 324	233 414
Fysisk handelsbalance	3 473 417	1 367 129	4 552 898	18 840 209	233 414

Danmarks Statistik anfører selv, at resultaterne udover at indgå i de grønne regnskaber og i de europæiske miljøøkonomiske regnskaber hos Eurostat er relevante i forhold til analyser af den cirkulære økonomi.

5.2. Styrker og svagheder ved materialestrømsregnskabet

Materialestrømsregnskabet er ikke udviklet med henblik på anvendelse til vurderinger af den cirkulære økonomi. Model og metode bag regnskabet er sat i drift i begyndelsen af 1990'erne. På det tidspunkt var diskussionen om bæredygtighed og grøn omstilling endnu ung, og selvom der i miljøpolitik og i

⁷ <https://www.dst.dk/da/Statistik/emner/geografi-miljoe-og-energi/groent-nationalregnskab/materialer-og-affald>

livscyklusanalyser blev tænkt 'fra vugge-til-grav' og industriel symbiose, er materialestrømsregnskabet ikke fra begyndelsen udviklet til at håndtere en cirkulær økonomi.

Materialedataene er opdelt på anden vis end affaldsdatabasen, og de to databaser afspejler kun delvis hinanden. Der er med andre ord ikke 1:1 match mellem materialetyperne i materialestrømsstatistikken og affaldskategorierne i affaldsdatabasen. Kun på de helt overordnede niveauer er der match, og materialestrømsregnskabet mangler desuden en geografisk og branchemæssig opdeling af kilderne og forbruget. Med andre ord angives det ikke i nogen relevant detalje, hvor materialerne kommer fra, og hvor de anvendes udover inden- eller udenfor landets grænser.

Det betyder, at der i CØ-beregningerne kun kan gives et meget groft overslag over i meget overordnede kategorier, hvor meget materiale der kan føres tilbage fra affald til materialestrømmen. Med det foreliggende datagrundlag er det sandsynligvis ikke muligt at komme tættere på.

Ligesom for affaldsdatabasen er usikkerhederne i materialestrømsregnskabet betydelige og måske også større end for affaldsdata, som i vidt omfang beror på indberetninger og optællinger. Danmarks Statistik anfører selv, at materialestrømsregnskabet og råstofækvivalenterne sammenstilles på basis af interne og eksterne kilder for ressourceudvinding samt adskillige andre statistikker. Opgørelsen af ressourceækvivalenterne er baseret på modelberegninger.

Modellen og beregningerne har været i brug siden 1993, så der er tidsserier langt tilbage. Den usikkerhed, der findes i vurderingerne, er alt andet lige den samme fra år til år, så resultaterne kan anvendes som en størrelsesorden. Samme type beregninger findes hos EUROSTAT, så data kan sammenlignes på tværs af lande.

Det vil sige, at hvis den teoretiske beregning i CØ-regnskabet anfører, at der et år tilbageføres 7 procent af materialet i den cirkulære økonomi, og et ændret ressourceforbrug viser, at der i følgende år tilbageføres 8 eller 9 procent, så er konklusionen, at den cirkulære økonomi konkret er blevet forbedret. Usikkerheden vil mere handle om, om forbedringen er fra fx 7 til 8 procent eller fra 5,64 til 6,13 procent i en mere nøjagtig måling. Men en forbedring af ressourceforbruget – fx forlængelse af levetider eller skifte til mere genanvendelige materialer – vil blive afspejlet i CØ-beregningen. For den enkelte bedrift er det således i højere grad ændringerne i procenter op eller ned mere end størrelsen af procenterne, som kan anvendes som pejlemærke for ledelsen af driften.

Resultaterne fra CØ-beregningen, når det handler om sammenligning med materialeforbruget (inputtet), er mere en retningsangivelse end et præcist tal. Det er også værd at minde om, at CØ-beregningen i sig selv giver et teoretisk tal, hvor forbruget af en bygning over 30 år angives i 1/30-dele for hvert år. Teoretisk, fordi bygningen jo i virkeligheden eksisterer i 30 år, og først de sidste år nedrives i 30/30-dele. Og vurderingen af levetiden er vel og mærke et skøn, hvor ny teknologi og nye behov for anvendelse kan betyde, at bygningen ender med at eksistere og gøre nytte i 60 eller 100 år – og i samme periode er det muligt, at metoder og teknologi til genanvendelse også forbedres, så en stigende andel kan genanvendes. CØ-resultaterne udtrykker derfor et her-og-nu-skøn over ressourceforbruget og anvendelsen af materialer på et landbrug.

Materialestrømsregnskabet opgør forbruget, udnyttelsen og eksporten af materiale i tons for hele Danmark. Det er en stor målestok for en landbrugsbedrift. For at bringe tallene mere i niveau er der gennemført en beregning af materialeforbruget pr. ansat i Danmark, og det tal er sammenlignet med tal fra bedriften pr. medarbejder. Også i den beregning er der en række usikkerheder. Den

væsentligste er nok, at materialeforbruget i Danmark vil være meget forskelligt fra branche til branche, hvor landbrugets ressourceforbrug er anderledes end byggeriets eller detailhandlens.

Når beregningen alligevel har en berettigelse, så er det, fordi det i en cirkulær økonomi i sidste ende handler om, at materialer cirkuleres og kan indgå som nye råvarer. Hvis materialeforbruget på forhånd var opdelt efter branche, ville byggeriet have et meget stort forbrug, og forbruget vil blive tillagt byggeriet og det landbrug, som bygningerne blev bygget til. Byggeriet har jo i sig selv kun nogle administrationsbygninger og lagerfaciliteter. De bygninger, der opføres, anvendes jo af borgere og virksomheder og i alle sektorer. Det nationale blik på materialeanvendelsen kan derfor være lige så rimeligt som at sammenligne pr. sektor.

6. Bibliografi

- Ellen MacArthur Foundation. (2015). *POTENTIAL FOR DENMARK AS A CIRCULAR ECONOMY - A CASE STUDY FROM: DELIVERING THE CIRCULAR*. ELLEN MACARTHUR FOUNDATION . Copenhagen: DANISH BUSINESS AUTHORITY. Hentet fra https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/20151113_DenmarkCaseStudy_FINALv02.pdf
- KL. (2016). *Foranalyse - På vej mod bedre affaldsdata og det affaldsløse samfund*. København: KL. Hentet fra https://mst.dk/media/91699/ads_foranalyse_paa-vej-mod-bedre-affaldsdata-og-det-affaldsloese-samfund_endel.pdf
- Miljøstyrelsen. (u.d.). *Handlingsplan for affaldsdata*. Hentet fra <https://mst.dk/affald-jord/affald/affaldsdatasystemet/handlingsplan-for-affaldsdata/>
- Teknologisk Institut og SEGES. (2021). *Cirkulær økonomi i landbruget - Metode og perspektiver* . SEGES.



TEKNOLOGISK
INSTITUT