



Gårdrapport for cirkulær økonomi

Case mælkeproduktion økologi

Afdækning af virksomhedens materiale- og ressourcestrømme for cirkulær økonomi

Udarbejdet foråret 2021 af:

SEGES: Erhvervsøkonomi Karen Jørgensen og Plante- og MiljøInnovation Alice Thoft Christensen
Teknologisk Institut: Stig Yding Sørensen, Claus Nielsen og Kristine Nedergaard Larsen

Rapport udarbejdet som en del af SEGES-projekt "Cirkulær økonomi – et vigtigt element i den fremadrettede landbrugsproduktion" støttet af Promilleafgiftsfonden for landbrug.

"Case mælkeproduktion økologi" er en anonymiseret gårdrapport udarbejdet i projektet.

Indhold

1. Introduktion til cirkulær økonomi på gården.....	3
2. Bedriftsoplysninger om gården (opgjort 2020).....	5
3. Gården og den cirkulære økonomi – et overblik	5
3.1. Biologiske ressourcestrømme	6
3.2. Fysiske materialestrømme	7
4. Benchmarking	11
5. Økonomisk vurdering af input, recirkulation og output.....	11
5.1. Værdi af biologiske ressourcestrømme	11
6. Hvordan man kan styrke cirkulær økonomi på gården.....	12
6.1. Nuværende tiltag for cirkulær økonomi på gården	14
6.2. Aktuelle og mulige tiltag for optimering af eksisterende aktivitet for cirkulær økonomi	14
6.3. Mulige nye tiltag for cirkulær økonomi	15
7. Tabelbilag	16
7.1. Affaldsprofil: beregnet affaldsproduktion/år baseret på observation på gården	16

1. Introduktion til cirkulær økonomi på gården

I dette notat kortlægges strømme for biologiske og fysiske ressourcer og materialer hos en producent af økologisk mælk. Strømmene er kortlagt og analyseret af SEGES og Teknologisk Institut i foråret 2021 i samarbejde med ejeren af gården.

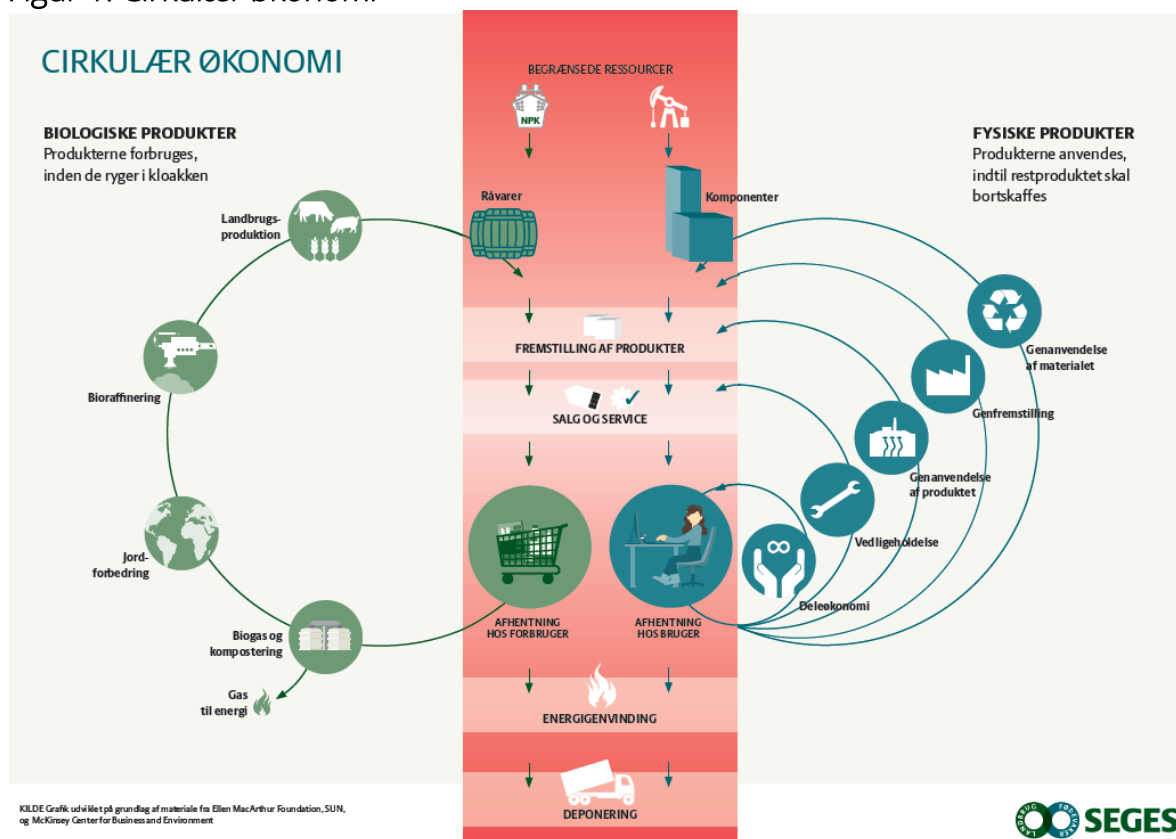
Kortlægningen er gennemført som en del af SEGES-projektet "Cirkulær økonomi – et vigtigt element i den fremadrettede landbrugsproduktion", støttet af Promilleafgiftsfonden for landbrug.

Kortlægningen af ressource- og materialestrømmene er opdelt i henholdsvis afdækning af de biologiske ressourcer og de fysiske materialer, da kortlægning og analysemetoder er forskellige for de to strømme. Hvor det er muligt, er der angivet forslag til forbedringer inden for rammerne af cirkulær økonomi.

Formålet med kortlægningen er at få et overblik over ressourceforbruget – biologisk og fysisk – på et landbrug og ad den vej undersøge og inspirere til måder, hvorpå landbrug kan indgå endnu mere i den cirkulære økonomi med et muligt lavere ressourceforbrug.

Landmanden er vant til at se på sin bedrift ud fra en lang række informationer. Informationer om ressourceanvendelsen kan være en inspiration til at ændre små eller store forhold, som reducerer landbrugets ressourcemæssige "fodaftrek" og dermed afledte reduktioner i påvirkning af klima og miljø.

Figur 1: Cirkulær økonomi



Kortlægningen drejer sig om input og output af ressourcer og materialer, der medgår til bedriftens produktion samt de biologiske ressourcer, som cirkulerer indenfor bedriften. Typiske input til bedriften er udsæd, gødning og indkøb og salg af dyr i de biologiske ressourcestrømme, mens det typisk vil være bygningsmaterialer og maskiner ved de fysiske materialestrømme. Output er typisk til affald eller videre forarbejdning for de fysiske materialer, mens output for de biologiske ressourcer er bedriftens produkter.

Det er opgørelsen af ressourcer og materialer, der er i fokus i denne kortlægning og ikke miljøeffekter på eksempelvis biodiversitet, klima eller vandmiljø. Energiproduktion og drivmidler som strøm, benzin, olie og diesel indgår ikke i kortlægningen, da de ved forbrug forsvinder ud af produktionskredsløbet. Forbrug af vand indgår heller ikke.

Der er på sigt muligheder for at kæde den cirkulære økonomi sammen med livscyklusbetragtninger om miljøeffekten, herunder klimapåvirkning, for bedriftens produktion.

2. Bedriftsoplysninger om gården (opgjort 2020)

Landbrugsvirksomheden er en økologisk malkekvægsbedrift med ca. 150 årskøer plus opdræt. Der dyrkes omkring 500 ha, hvor der primært dyrkes græs, lupin, grønkorn og maj til grovfoder, mens lucerne er til fabrik, hvor de tørrede grønpiller tages retur til ejendommen. Derudover dyrkes vårbyg, vinterrug og vårhvede, hvor ca. halvdelen af kornet er til salg.

Al halmen bjerges og anvendes som strøelse hos køerne. Husdyrgødningen og dybstrøelse bliver anvendt i biogasanlæg, mens omkring halvdelen af den afgassede biomasse anvendes på egne arealer.

Ud over kvægbedriften er der et biogasanlæg (økologisk) med en produktion på 2,5 mio. kWh pr. år.

Biogasanlægget modtager 17-18.000 tons gylle pr. år fra egen bedrift samt fra naboejendomme. 5.000 tons dybstrøelse, 15-1.600 tons ensilage lavet af efterslæt og efterafgrøder, 400 tons hønsemøg og 600 tons kyllingemøg. Det bliver til omkring en million kubikmeter metan.

Tabel 1. Kontaktinfo for gården

Ansvarlig for driften	Anonym
Gårdnavn	Anonymt
Adresse	Anonym
Kontaktoplysninger	Anonyme
Analyseansvarlig	Alice Thoft Christensen og Karen Jørgensen Stig Yding Sørensen og Kristine Nedergaard Larsen
Analyseår (data dækker perioden)	2020
Dato for beregninger	Maj 2021
Aflevering af analyse	Oktober 2021

3. Gården og den cirkulære økonomi – et overblik

I det følgende præsenteres analyseresultater fra kortlægningen af de biologiske ressourcestrømme og af de fysiske materialer.

Data for de biologiske ressourcestrømme er indhentet via:

- Mark Online (afgrøder og afgrødefordeling, udsæd og biogasgødning)
- manuelle registreringer ved besøg på bedriften (udbytter, udnyttelse af afgrøder og halm, input af husdyrgødning)
- interview med bedriftens ejer.

Data for de fysiske materialestrømme er indhentet via:

- BBR-registret (Bygningernes opførselsår og størrelse), manuelle registreringer på bedriften (byggematerialer, maskiner mm.)
- interview med landmanden (bygningers og maskiners levetid, affaldsmængder mm.)
- interview med forskellige leverandører angående fx staldinventarets materialer.

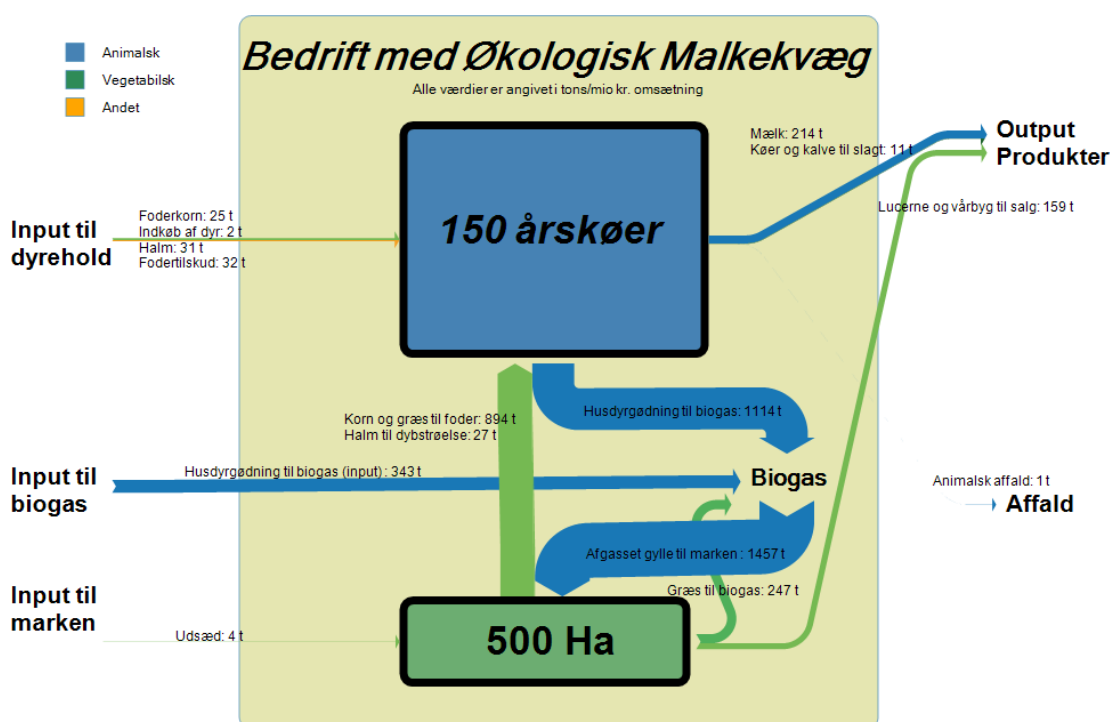
Ved et indledende besøg er bedriften gennemgået og relevante biologiske ressourcestrømme og produkter kvantificeret. Efterfølgende er bedriftens ressourcestrømme beregnet og visualiseret i et såkaldt Sankey-diagram, hvor alle strømme er opgjort i tons pr. 1 mio. kr. omsætning for de biologiske strømme, mens affaldsmængderne fra de fysiske tekniske ressourcer er opgjort i tons.

Til sidst diskuteres sammenhængen til den økonomiske værdi af ressourcestrømmene, og der er forslag til mulige tiltag for at opnå en forbedret cirkulær økonomi på bedriften, hvis det vurderes umiddelbart rentabelt og teknisk muligt.

3.1. Biologiske ressourcestrømme

De biologiske ressourcestrømme er opgjort for 2020 og vises i et Sankey-diagram, hvor alle biologiske input, recirkulation og output er beskrevet i tons pr. 1 mio. kr. omsætning.

Figur 2. Biologiske ressourcestrømme på gården.
Opgjort i tons pr. 1 mio. kr. omsætning.
Jo tykkere en pil er, jo flere tons repræsenterer ressourcen.



F.eks. anvendes 4,2 tons udsæd. Der tilføres 1.114 tons eget husdyrgødning til biogasanlægget og tilsvarende 247 tons græs fra egen produktion. Der modtages husdyrgødning fra andre bedrifter svarende til 343 tons til biogasanlægget. Der er ikke taget hensyn til, at der sælges en større del af den afgassede biogødning i figuren ovenfor. Årsagen er, at økonomien i biogasanlægget ikke er med i denne opgørelse. Der sælges lucerne og korn svarende til 159 tons. Tilsvarende indkøbes der 31 tons halm plus egen produktion på 27 tons, der anvendes som strøelse. Bedriftens primære salg er mælk og dyr til slagtning. Alle tal er pr. 1 mio. kr. omsætning.

Input er sorteret efter, hvorvidt de indkøbes fra ekstern kilde (udsæd, handelsgødning, husdyrgødning, sprøjtemidler, foder) eller er produceret på egen bedrift.

- Input til marken fra ekstern: Udsæd og biogasgødning.
- Input til marken fra egen recirkulering: Afgasset husdyrgødning, som udspreddes på marken.
- Input til dyrehold: Foderkorn, mineraler, indkøb af kvier, halm til strøelse.

Output er sorteret efter, hvorvidt produktet sælges ud af bedriften, animalske og vegetabiliske produkter, eller benyttes i egen produktion.

- Output marken: Bedriften eksporterer vegetabiliske produkter til salg. Det er primært lucerne og korn.
- Output fra marken til egen recirkulering: Al halmen bliver anvendt som strøelse i staldene
- Output fra dyrehold: Salg af mælk, dyr.

3.2. Fysiske materialestrømme

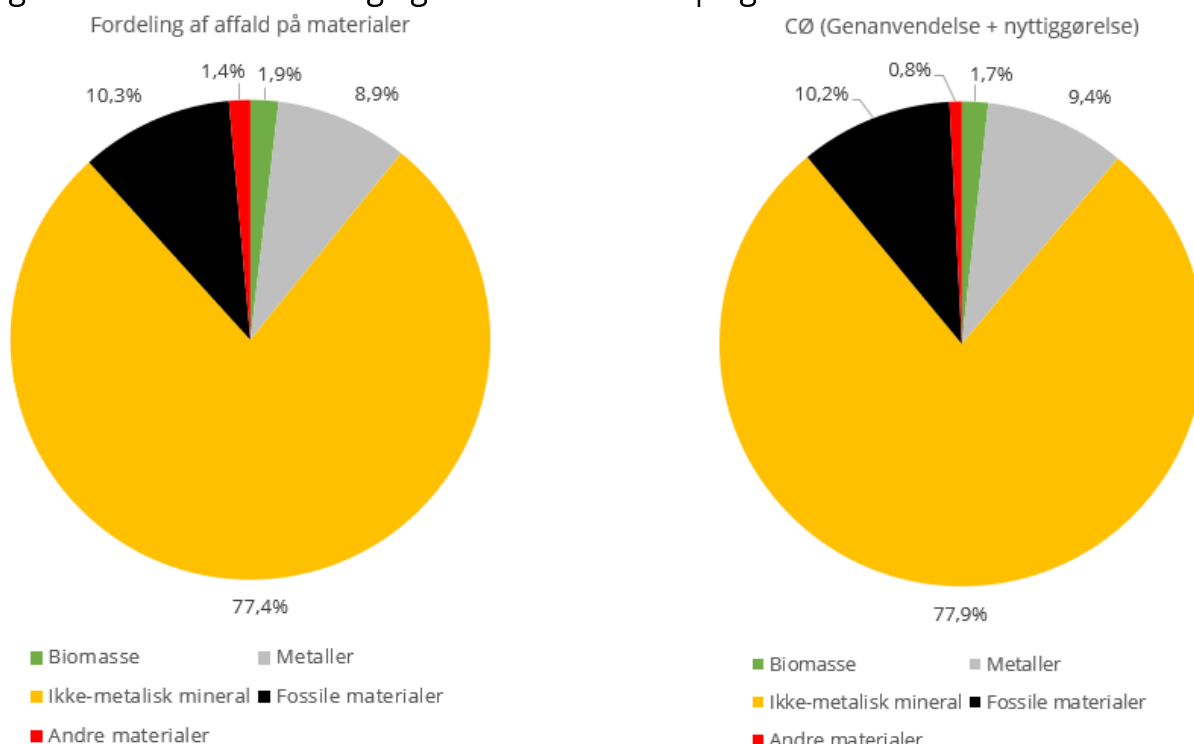
De fysiske materialestrømme er opgjort ved en kortlægning af alle materialer på gården: traktorer, redskaber, staldudstyr, bygninger, mv. Desuden er vægten og levetiden af materialerne anslået. Herefter beregnes mængde affald fra bedriften hvert år, fordelt på forskellige affaldsfraktioner, som relateres til behandlingen af affaldet i den kommune, hvor gården er beliggende.

Alle materialer ender på et tidspunkt i det danske affaldssystem, og derfor er materialerne på bedriften kategoriseret efter samme kategorier, som findes i Miljøstyrelsens affaldsdatabase¹. I affaldsdatabaseen findes data kommune for kommune, der for hver affaldsfraktion beskriver, hvordan affaldet sorteres.

Affald, der brændes eller deponeres, er tabt for den cirkulære økonomi og kan ikke genskabes. Derimod kan affald, der oparbejdes til nyttiggørelse eller genbruges / genanvendes, indgå i den cirkulære økonomi. Ved at anvende statistikkerne fra den kommune, gården ligger i, får vi en indikation af, hvor stor en andel af materialet fra bedriften, der kommer videre i den cirkulære økonomi.

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

Figur 3. Affaldsfordeling og cirkulær økonomi på gården



I figur 3 (diagram til venstre) er vist affaldsfordelingen på materialer. På gården er 78% af affaldet ikke-metalliske mineraler (typisk byggeaffald), mens metaller står for ca. 9%. Hvis man kun ser på diagrammet til højre for det affald, der genanvendes og nyttiggøres, står ikke-metalliske mineraler for 78% af affaldet, mens metaller nu udgør 9% (Gennemsnit for kommunen).

I praksis er det ikke alle materialer, der går direkte videre i affaldssystemet, fx kan en traktor blive solgt videre til et andet landbrug. På samme måde kan der være udstyr eller materialer indkøbt som brugt. Levealderen på bygninger og maskiner er anslået, og der er derfor usikkerheder i beregningen, som man må have i baghovedet ved fortolkningen. Andre usikkerheder i beregningen er fx løbende indkøb af materialer til vedligehold af bygninger og maskiner samt de usikkerheder, der knytter sig til opgørelserne fra Danmarks Statistik og Miljøstyrelsen – og at affaldsbehandlingsmetoder og markeder for genanvendte materialer kan ændre sig over tid. Der er her tale om et øjebliksbillede for gården.

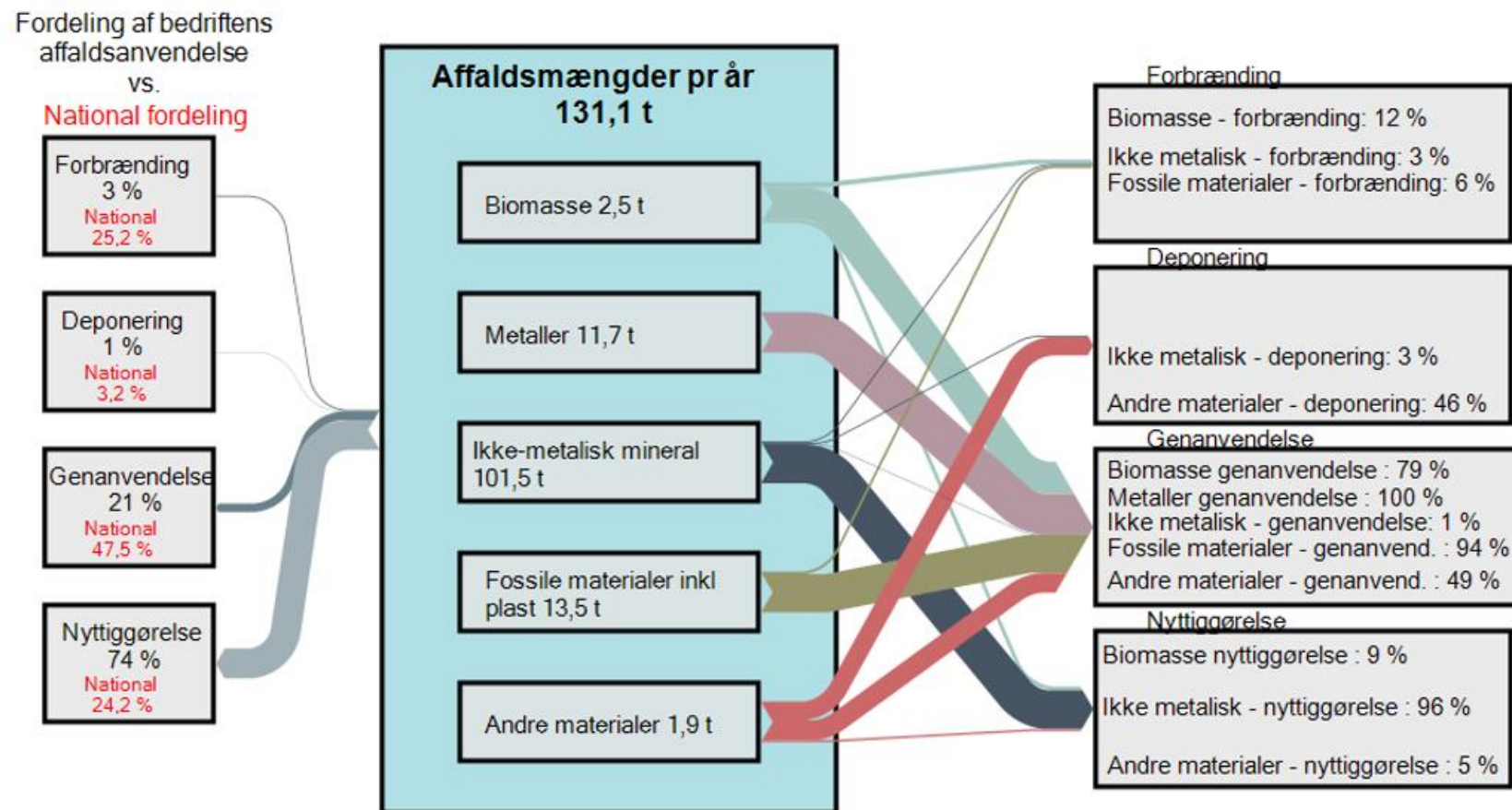
Kortlægningen giver et overblik over det årlige forbrug af fx jern, pap, plast, elektronik, bygningsmaterialer mv. Der er tale om gennemsnitsbetragtninger, så en bygning med en forventet levetid på 50 år indgår med 1/50 i beregningen for potentiel materialestrøm pr. år. Det er en teoretisk betragtning, eftersom hele bygningen stadig findes efter fx 25 år, og ikke kun den halve bygning.

I figur 4 er vist et Sankey-diagram over de fysiske materialestrømme på gården. Her ses det, at den totale affaldsmængde på gården er opgjort til 131,1 t i 2020. Heraf er biomasse 2,5 t, metaller 11,7 t, ikke-metalliske mineraler (bygge materialer) 101,5 t, fossile materialer (inkl. plast) 13,5 t, mens andre materialer udgør 1,9 tons. Langt den største del af affaldet er altså byggematerialer, jern og plast.

Pilene mod højre repræsenterer procentdelen af hver af de 5 affaldsfraktioner, der hhv. forbrændes, deponeres, genanvendes eller nyttiggøres. Fx ses det, at 96% af de ikke-metalliske mineraler nyttiggøres, mens 3% går til forbrænding. Pilene mod venstre side af diagrammet repræsenterer procentdelen af den samlede affaldsmængde, der hhv. forbrændes, deponeres, genanvendes og nyttiggøres. Disse procenter er sammenlignet med den nationale fordeling. Her ses det, at 21% af affaldet fra gården bliver/vil blive genanvendt, mens 74% nyttiggøres. Det svarer til, at 95% af alt affald fra gården kan indgå i den cirkulære økonomi. Sammenlignet med nationale tal (71,7%) er det en væsentligt større andel, der genanvendes.

I tabelbilag findes en mere detaljeret præsentation af mængder og materialer fra gården. Gårdens ejer har i regneark fået adgang til alle registreringer og beregninger, der er foretaget.

Figur 4. Fysiske materialestrømme på gården – Beregnede mængder



4. Benchmarking

En benchmarking af ressource- og materialestrømme på gården kan indikere, om den er forud, bagud eller på niveau med andre landbrug, når det gælder udnyttelse af ressourcer og anvendelse af materialer, som kan genbruges eller genanvendes.

En forudsætning for at kunne benchmarke er at etablere en fælles og entydig bestemmelse af de biologiske ressourcestrømme og de fysiske materialestrømme.

For de biologiske ressourcestrømme er det valgt at præsentere data i et Sankey-diagram som tons per en million kroner omsætning. Dette muliggør en sammenligning med andre slagtegrise-/griseproduktioner. Om der kan benchmarkes over til andre typer af landbrugsproduktion vil blive undersøgt, når flere casedata foreligger.

Isoleret set for mælkeproduktion anses kilo bioressource per indvejet kilo mælk som det mest retvisende for en benchmarking.

For de fysiske materialestrømme præsenteres fordelingen på gården på hhv forbrænding, deponering, genanvendelse og nyttiggørelse overfor tilsvarende tal for den nationale fordeling. Der er behov for en yderligere udvikling baseret på flere casedata samt involvering af nye kompetencer for en videreudvikling af retvisende og handlingsorienteret benchmarking på de fysiske materialestrømme.

Denne analyse er blandt de første af sin art, og derfor er det ikke muligt at benchmarke gårdens præstation i den cirkulære økonomi, hverken for de biologiske ressourcestrømme eller fysiske materialestrømme.

5. Økonomisk vurdering af input, recirkulation og output

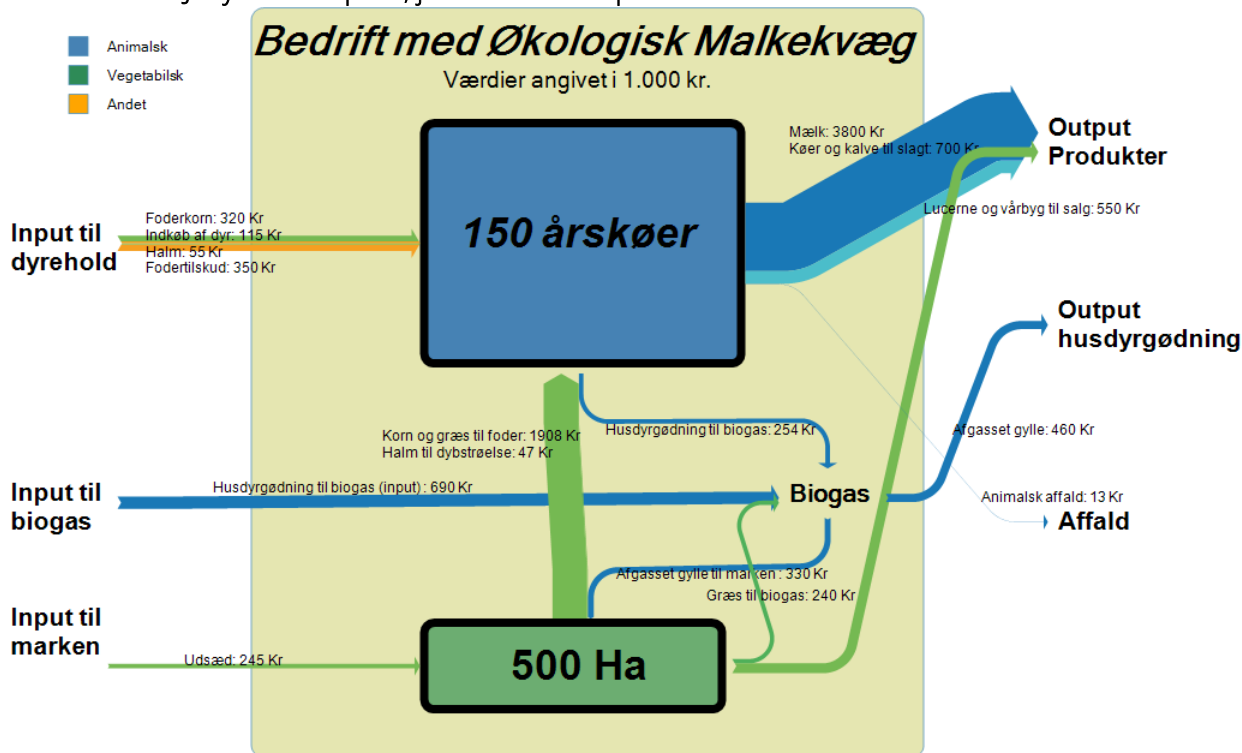
Udfordringen i den cirkulære økonomi er at kunne skabe en forretning af de produkter, der ikke kan genanvendes på landbrugsbedriften. I det følgende er der estimeret en værdi af de forskellige materialestrømme, så det på sigt er muligt at vurdere potentialet for en yderligere indtjening ved en eventuel anden udnyttelse af ressourcerne.

5.1. Værdi af biologiske ressourcestrømme

Kortlægningen af denne landbrugsvirksomhed viser, at der ikke findes biologiske restprodukter, som ikke anvendes på bedriften. De biologiske produkter, der ikke sælges, anvendes internt på bedriften. I dette tilfælde er det primært korn, halm og husdyrgødning, som recirkulerer.

Sankey-diagrammet viser de økonomiske bevægelser og værdien af ressourcestrømmene ud fra indkøb og salgsfaktura.

Figur 5. Økonomisk værdi af biologiske ressourcestrømme, angivet i 1.000 kr.
Jo tykkere en pil er, jo mere værdi repræsenterer ressourcen.



6. Hvordan man kan styrke cirkulær økonomi på gården

Den cirkulære økonomi handler om brugen af ressourcerne, og i denne rapport har vi målt det ressourcemæssige "fodafttryk" af landbruget.

I den cirkulære økonomi er udfordringen at reducere brugen af ressourcer og øge andelen af materialer, som kan recirkuleres i andre dele af den samlede økonomi efter endt brug. Ressourceforbruget lægges fast allerede, når der **købes** ind og investeres. Her kan fokus være at prioritere indkøb efter holdbarhed, genanvendte materialer og genbrugelighed.

I **driften** kan fokus være på minimering af spild, reparation og opgraderinger frem for at købe nyt eller ved at dele ressourcer med andre landbrug, der hvor det er muligt. Det kan fx være at leje en ekstra traktor, når det er nødvendigt, fremfor at hvert landbrug har sin.

Når materialerne ikke kan strækkes længere og bliver til **affald**, kan fokus være at sikre, at materialerne bliver sorteret og leveret videre, så de kan indgå som værdifulde ressourcer og genanvendes.

Når landbruget skal vurdere mulighederne for at mindske det ressourcemæssige fodafttryk, er økonomi, indtjening, besparelser og udgifter afgørende faktorer. Landmandens opgave vil være at regne på totaløkonomien, hvor det nye måske er, at det ressourcemæssige fodafttryk indgår i beregningen.

De store ressourceposter er bygninger, inventar og maskiner. Et par eksempler:

- **Bygninger.** For de fysiske materialestrømme er bygningerne en stor post i form af beton, mursten, isoleringsmaterialer, armeringsjern, gips, maling mv. Hvis det ressourcemæssige "fodaftryk" skal reduceres fra bygningerne, så kan det overvejes:
 - At bygge med lettere eller mere holdbare materialer.
 - At medtænke, at bygningerne kan indrettes til nye funktioner fremfor kun at være bygget til én slags produktion. Bygninger med mere højde og bredde kan måske anvendes mere fleksibelt og lettere omstilles til anden brug. Bygninger, der kan anvendes i 250 år, har en anderledes profil end bygninger, der kan anvendes i 40-50 år.
 - Tendensen er, at bygningerne kan bygges, så de er lettere at adskille i de oprindelige materialer/panelbyggeelementer. Det øger genbrugsværdien af materialerne. Da bygninger holder i mange år, kan der komme rentable teknologier, som betyder, at materialerne kan få ny anvendelse senere i deres livscyklus. Det betyder også, at materialer, som i dag må værdisættes som 0, når de ikke længere anvendes, kan vise sig at være en efterspurgt vare om 30 eller 40 år. Jo bedre materialerne kan adskilles og sorteres, des bedre kan de bevares og genanvendes, og værdien vil alt andet lige være højere.
- **Maskiner.** En anden tung post i den fysiske materialestrøm er maskiner. En stor del af materialerne udgøres af jern og gummi, hvoraf en høj andel kan genanvendes. Hvis den ressourcemæssige profil skal ændres, kan landbruget i planlægningen arbejde med indkøb af slidstærke maskiner, maskiner bygget af genanvendte eller genbrugelige materialer, maskiner, der kan repareres, opgraderes, anvendes til mange formål og evt. deles med andre landbrug, så den ledige kapacitet indskrænkes.
- **Emballage.** Undgå emballage er den bedste strategi. Jo bedre materialerne er sorteret, des højere værdi i ressourceregnskabet. På landbrugene indgår der i stort omfang materialer i form af plasttanke, plastposer, papirposer. Her er det muligt at efterspørge levering i bulk uden brug af emballage eller vælge produkter, som kommer i emballage, som kan returneres til genbrug/genpåfyldning f.eks. palletanke og paller. Endvidere kan landmanden efterspørge let genanvendelige materialer eller være i dialog med landmandens affaldsindsamlingsfirma om indsamling og sortering i fraktioner, der skaber værdi og bevarer materialer.

Der er mange måske'er i disse overvejelser, som skal håndteres i samarbejde med leverandører, affaldsindsamlere og kommunens tilsyn. Eksemplerne illustrerer det komplekse i valget – og det er ikke gjort med at overveje bevarelsen af materialer, forretningen og økonomi. Det er nødvendigt også at tage hensyn til andre faktorer som fx dyrevelfærd, biodiversitet, teknologi, klimapåvirkning, arbejdsmiljø, æstetik, udledninger mv.

Overvejelserne illustrerer desuden, at det udover den daglige pasning og drift af landbruget er i indkøbsøjeblikket, at en stor del af den samlede ressourcebelastning fastlægges.

6.1. Nuværende tiltag for cirkulær økonomi på gården

- Sortering af primært plastdunke, paller og bigbags fra udsæd. Alt plast, sprayflasker og bigbags afleveres på genbrugsstationen ud fra de sorteringskriterier, der er anbefalet.
- Der bruges typisk to lag til ensilageoverdækning. Det første lag er ny-indkøbt plastfolie. Det andet lag er plastfolien fra sidste år. Det giver stor besparelse i forbrug.
- Hovedparten af træpallerne returneres til leverandør mod en mindre betaling, indkøbspris 140,- kr., salgspris 80,- kr.

Figur 4 ovenfor viser, at det er en meget lille del, der går til deponi og forbrænding, mens andelen, der nyttiggøres, er særdeles høj.

På den biologiske del er der mange tiltag på gården som på andre danske landbrug. Det drejer sig om det, der kan betragtes som god landmandspraksis:

- Halmen fra marken anvendes til strøelse ved køerne.
- Gylle og dybstrøelse fra køerne anvendes i eget biogasanlæg for strøm, varme og gødning.
- Afgasset gylle udbringes på markerne og den mængde, der ikke bruges på bedriften, sælges til andre økologiske landbrug.
- Frøgræshalm anvendes i biogas for strøm, varme og gødning.

6.2. Aktuelle og mulige tiltag for optimering af eksisterende aktivitet for cirkulær økonomi

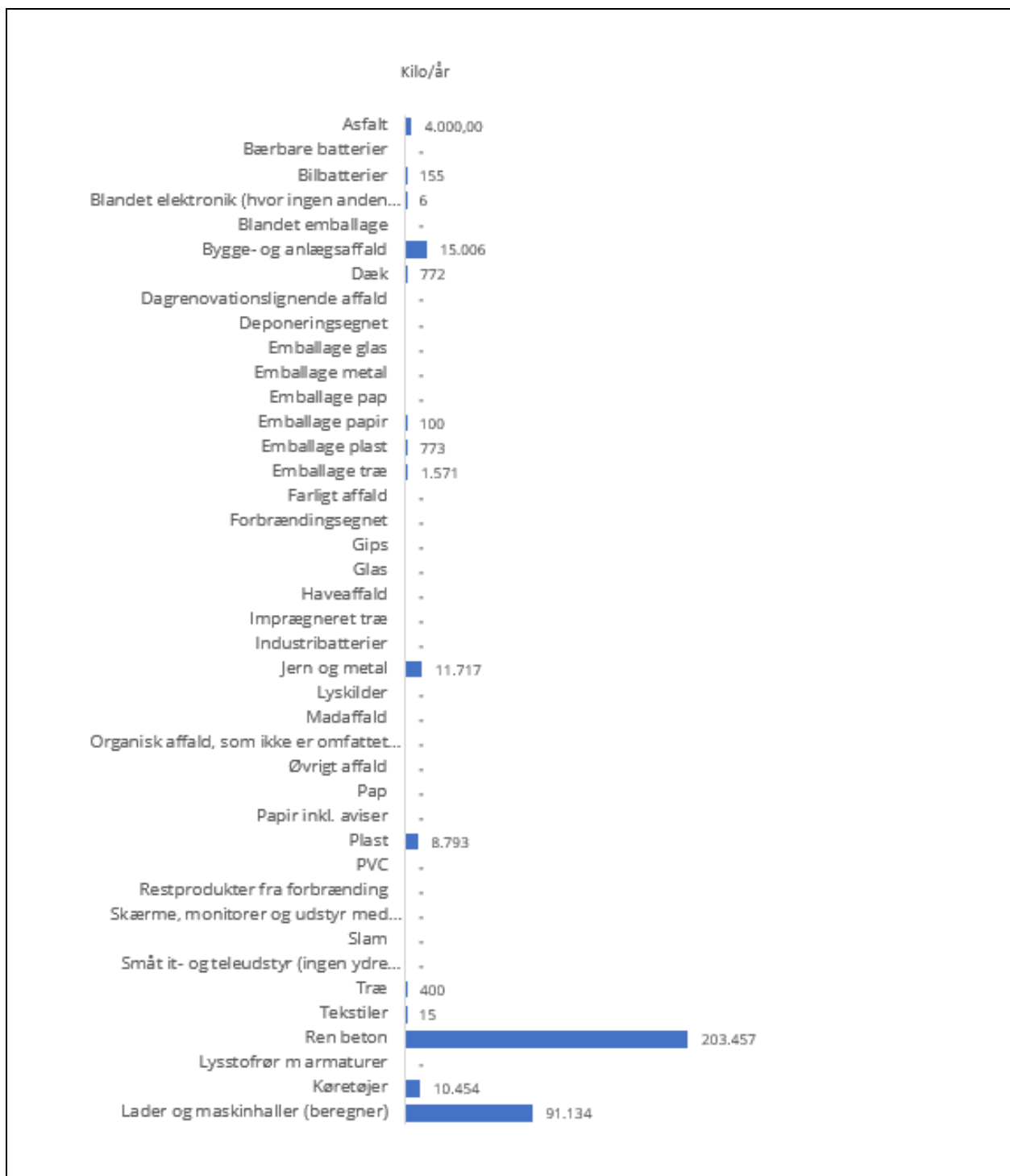
- Der eksperimenteres med at øge andelen af dybstrøelse i biogasanlægget for fortsat at fortrænge andelen af majs og græs.
- Der sås rødkløver i kornet. Kornet høstes ret højt. Så kan der tages endnu et slet for optimeret biomasse til biogasanlægget (under udvikling).
- Man tester aktuelt muligheder for at levere kløvergræs til produktion af græsprotein og i den forbindelse modtage pressekagen retur for foder og/eller biogasproduktion.
- Finde efterafgrøder, der fungerer bedre i biogasanlægget. Især med henblik på at levere bedre/flere næringsstoffer (kvælstof).
- Øge ressourceeffektiviteten i produktionen. F.eks. reducere antal døde dyr og endnu bedre udnyttelse af afgasset husdyrgødning - f.eks. præcisionsplacering af gødning vil potentielt reducere behov for afgasset husdyrgødning og dermed eksternt indkøb af husdyrgødning.

6.3. Mulige nye tiltag for cirkulær økonomi

- Efterspørge bedre returordninger for emballager der kan genopfyldes. Her tænkes især på pal-ler, bigbags, plasttanke, -tromler og -dunke.
- Stille krav til maskinleverandører om mulighed for opgradering af software/hurtig og nem ad-gang til reservedele mv.
- Undersøge leasing med serviceaftaler ved køb af maskiner, der sikrer vedligeholdelse, opgrade-ring og reparation.
- Indlede dialog med maskinleverandører, naboer og maskinstation for endnu bedre kapacitets-udnyttelse og øgede levetider.
- Ved nybygninger være mere opmærksomme på tidligt at indgå i dialog med byggefirma om byg-gematerialer, fleksible bygninger, levetider, forhold ved nedbrydning og genanvendelse af ma-terialer samt nedbrydeligt/modulerbart staldinventar.
- Bedre tørring af den gylle der kommer fra biogasanlægget. Kan man eksempelvis halvere mæng-den af vand i biomassen har man et produkt med større gødningsværdi og dermed også et produkt der kan transporteres/afsættes længere væk.

7. Tabelbilag

7.1. Affaldsprofil: beregnet affaldsproduktion/år baseret på observation på gården



STØTTET AF
Promilleafgiftsfonden for landbrug



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**