



Gårdrapport for Cirkulær økonomi case mælke- produktion konventionel

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 konventionel" er en anonymiseret gårdrapport udarbejdet i projektet.



Indhold

1. Introduktion til cirkulær økonomi på gården.....	3
2. Bedriftsoplysninger om gården	4
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 materialestrømme	11
6. Kan gården reducere sit ressourcemæssige fodaftryk	12
7. Nuværende tiltag.....	13
7.1. Mulige tiltag for optimering af eksisterende processer for cirkulær økonomi	14
8. Tabelbilag	15
8.1. Affaldsprofil: beregnet affaldsproduktion/år baseret på observation på gården	15
8.2. 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 konventionel mælk. Strømmene er kortlagt og analyseret af SEGES og Teknologisk Institut i foråret 2021 i samarbejde med landmanden.

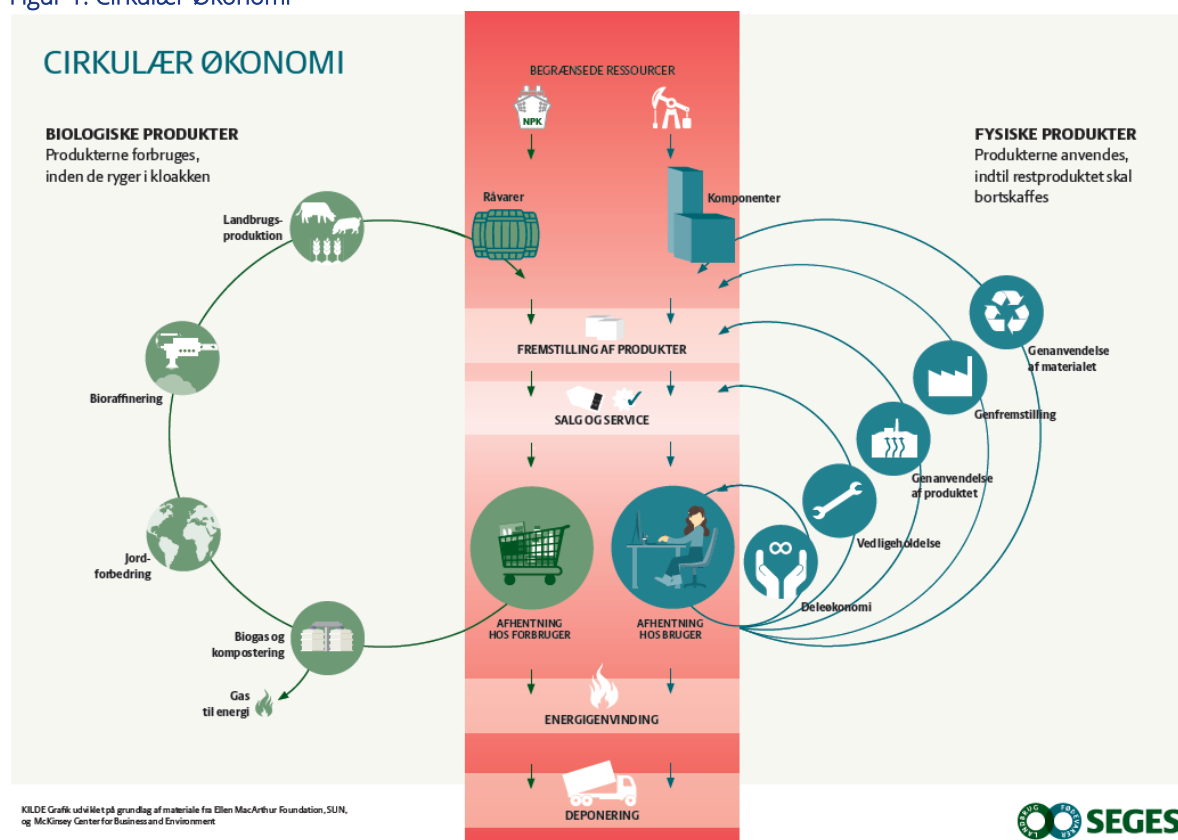
Kortlægningen er gennemført som en del af SEGES-projektet "Cirkulær økonomi – et vigtigt element i den fremadrettede landbrugsproduktion", støttet af Promilleafgiftsfonden for landbrug.

Kortlægningen af ressource- og materialestrømmene er opdelt i to dele med afdækning af henholdsvis de biologiske og de fysiske ressourcer og 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 – teknologisk og biologisk – på et landbrug og ad den vej undersøge og inspirere til måder, hvorpå landbrug kan indgå i den cirkulære økonomi med et muligt lavere ressourceforbrug. Landmanden er vant til at se på sin bedrift ud fra en meget 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



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.

Forbrug af vand indgår på nuværende tidspunkt ikke i opgørelsen, men fremadrettet vil vandforbruget til besætningen og evt. markvanding blive en del af opgørelsen. Der er på sigt muligheder for at kæde den cirkulære økonomi sammen med livscyklusbetragtinger om miljøeffekten, herunder klimapåvirkning, for bedriftens produktion.

2. Bedriftsoplysninger om gården

Landbrugsvirksomheden består af 2 lokationer/ejendomme, hvor der er en konventionel malkekvægsbesætning af sortbrogede køer. Besætningen er på 490 årskøer plus opdræt. Der produceres 5 mio. liter mælk. Kvierne beholdes, mens tyrekalvene sælges ved 60 kg. Udskiftningsprocenten ligger omkring 39-40. Arealet er på 346 ha, hvor der kun dyrkes grovfoder som majs og kløvergræs/græs, grønkorn og



kartofler, der er i rotation med andre bedrifters arealer. Kartofflerne sælges til KARUP, og der modtages kartoffelpulp som kvægfoder. Der tilføres omkring 20.000 tons kvæggylle og 700 tons dybstrøelse, der leveres til biogasanlægget. Biogasselskabet sælger denne af gødningen.

Tabel 1. Kontaktinfo for gården

Ansvarlig for driften	Anonym
Gårdnavn	Anonym
Adresse	Anonym
Kontaktoplysninger	Anonym
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, handelsgødning og sprøjtemidler)
- manuelle registreringer ved besøg på bedriften (udbytter, udnyttelse af afgrøder, input/output af husdyrgødning)
- interview.

Data for de fysiske materialestrømme er indhentet via:

- BBR-registret (bygningernes opførelses år 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.

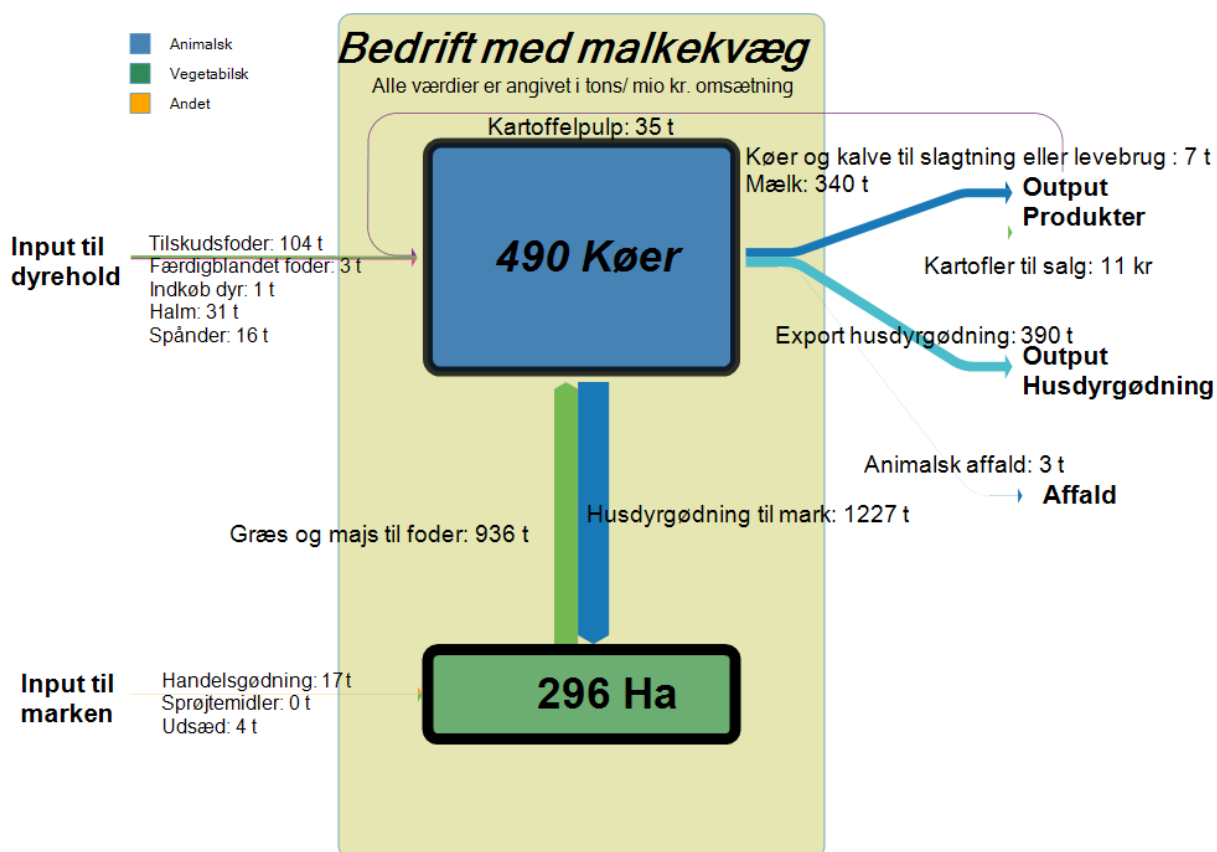
Ved et indledende besøg er bedriften gennemgået og relevante biologiske ressourcestrømme og produkter kvantificeret. Efterfølgende er bedriftens ressourcestrømme beregnet og visualiseret i et Sankey-diagram, hvor alle strømme er opgjort i tons pr. 1 mio. kr. omsætning for de biologiske strømme, mens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



F.eks. anvendes 4,2 tons udsæd og 17,3 tons handelsgødning og 124 liter sprøjtemidler.

Der indkøbes 31,2 tons halm og 15,8 tons spåner, begge dele til strøelse i staldene.

Der indkøbes proteinfoder og færdigblandinger på 107 tons.

Der tilføres 1227 tons egen husdyrgødning til biogasanlægget og tilsvarende mængde tages retur. Derudover sælges der 389 tons husdyrgødning via biogasanlægget.

Den eneste salgsafgrøde er kartofler på 91,8 tons, hvor ca. halvdelen tages retur som kartoffelpulp fra kartoffelmelsfabrikken. Arealerne benyttes altovervejende til grovfoderproduktion som græs og majs.

Bedriftens primære salg er mælk og dyr til slagtning. Alle tal er pr. 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 eksternt: Udsæd og handelsgødning.
- Input til marken fra egen recirkulering: Afgasset husdyrgødning, som udspreddes på marken.
- Input til dyrehold: Proteinfoder, mineraler, indkøb af kvier, halm og spåner 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, som udelukkende er kartofler til melproduktion
- Output fra marken til egen recirkulering: Al grovfoder bliver brugt internt på bedriften.
- Output fra dyrehold: Salg af mælk, dyr, husdyrgødning og husdyrgødning via biogas til eget forbrug.
-

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 en teoretisk mængde affald fra bedriften hvert år fordelt på forskellige affaldsfraktioner, som relateres til behandlingen af affaldet i en jysk kommune.

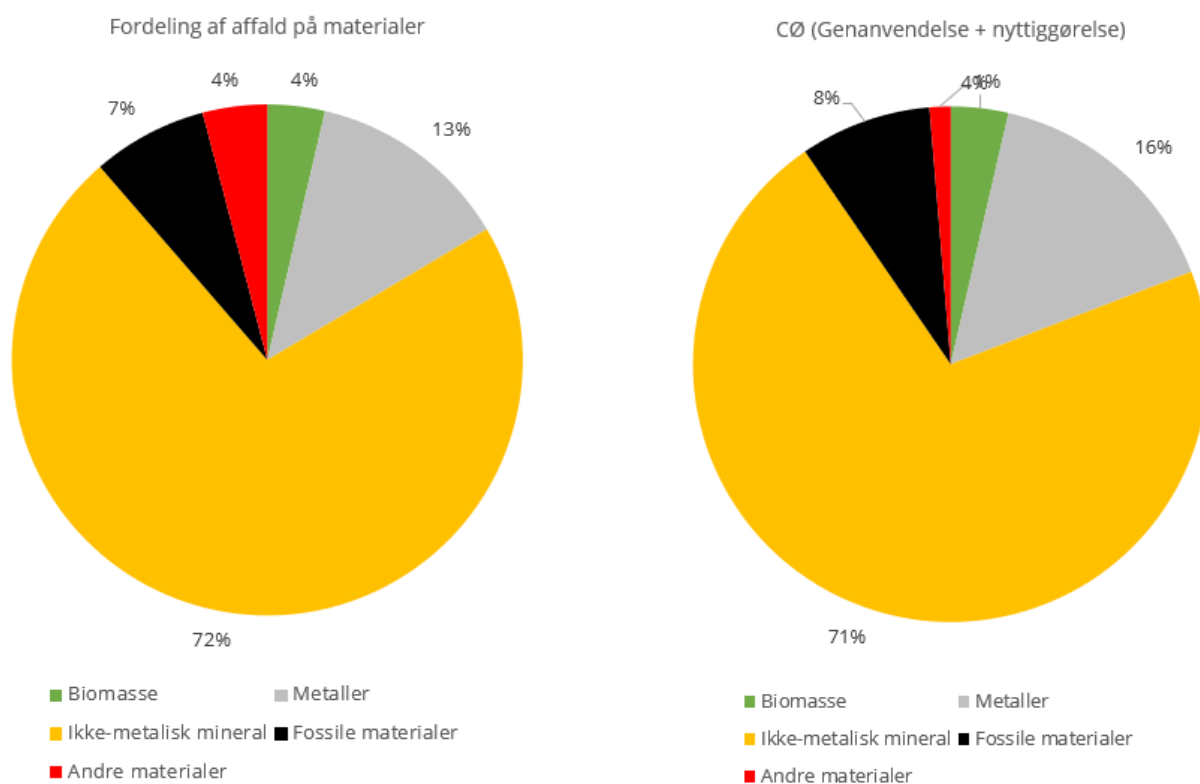
Alle materialer ender på et tidspunkt i det danske affaldssystem, og derfor er materialerne på bedriften kategoriseret efter samme kategorier, som findes i Miljøstyrelsens affaldsdatabase¹. I affaldsdatabaseen findes data kommune for kommune, der for hver affaldsfraktion beskriver, hvordan affaldet sorteres.

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/affaldsdatabasen/>



Figur 3. Affaldsfordeling og cirkulær økonomi-gården



I figur 3 (diagrammet til venstre) er vist affaldsfordelingen på materialer. På gården er 72% af affaldet ikke-metallisk mineral (typisk byggeaffald), mens metaller står for ca. 13%. Hvis man kigger på diagrammet til højre, visende det affald, der genanvendes og nyttiggøres, står ikke-metalliske mineraler for 71% af affaldet, mens metaller nu udgør 16%.

I praksis er det ikke alle materialer, der går direkte videre i affaldssystemet, fx kan en traktor blive solgt videre til et andet landbrug eller eksporteres til et andet land. 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 virksomheden.

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 naturligvis 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 93,1 t i 2020. Heraf er biomasse 3,4 t, metaller 12 t, Ikke



metalliske mineraler (byggematerialer) 67,2 t, fossile materialer (Inkl. plast) 6,8 t, mens andre materialer udgør 3,8 tons.

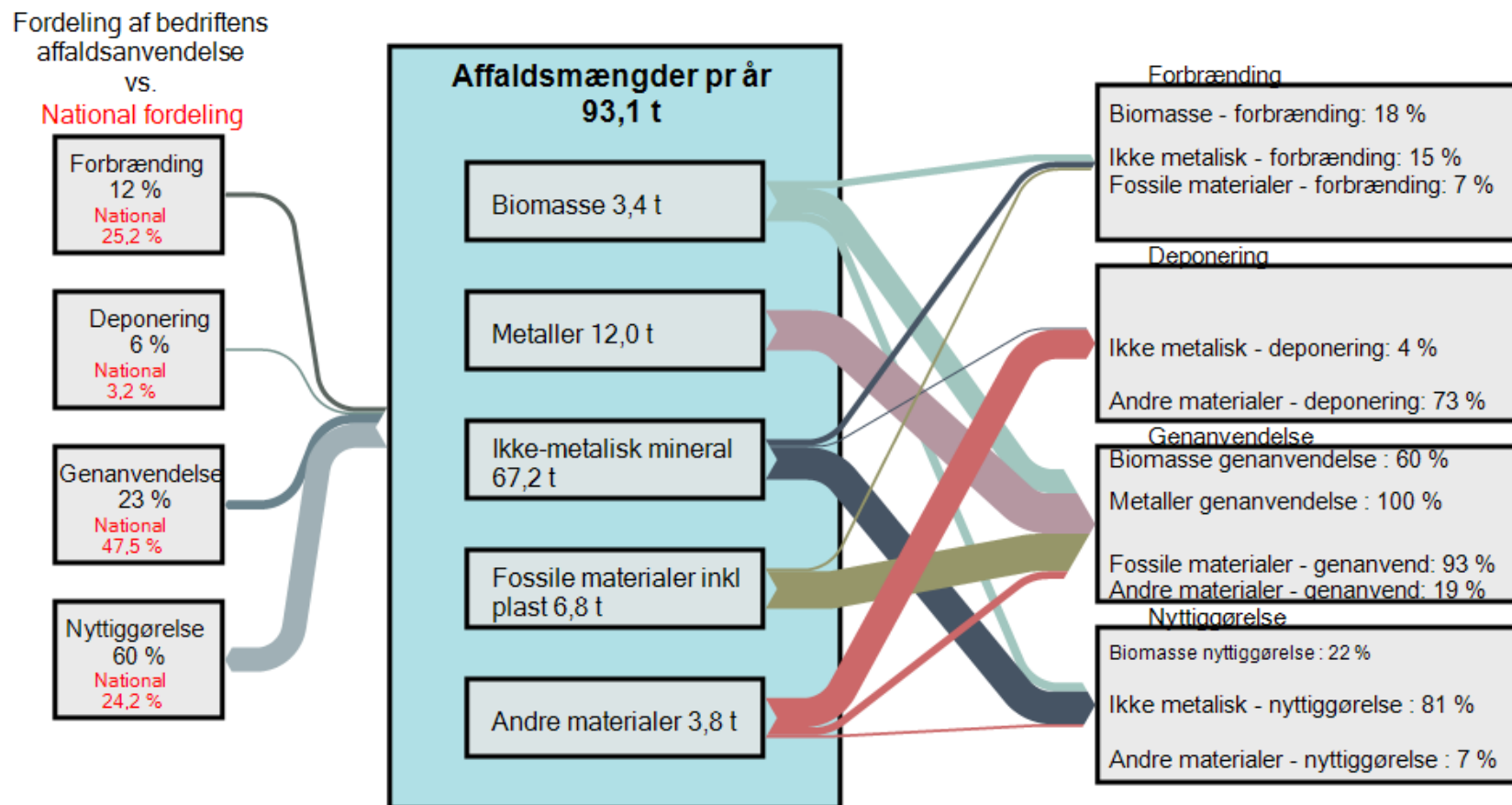
Langt den største del af affaldet er altså byggematerialer, jern og plast. **Pilene mod højre** repræsenterer procentdelen af hver af de 5 affaldsfraktioner, der hhv. forbrændes, deponeres, genanvendes eller nyttiggøres. Fx ses det, at 81% af de ikke-metalliske mineraler nyttiggøres, mens 15% går til 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 23% af affaldet fra gården bliver/vil blive genanvendt, mens 60% nyttiggøres. Det svarer til, at 83% af alt affald fra gården kan indgå i den cirkulære økonomi. Sammenlignet med nationale tal (71,7%) er det en væsentlig større andel, der genanvendes.

I tabelbilag findes en mere detaljeret opsummering over mængder og materialer fra gården. Virksomheden har desuden via regneark fået adgang til alle registreringer og beregninger, der er foretaget her.



Figur 4: Ressource- og 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 mælkeproduktioner. 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

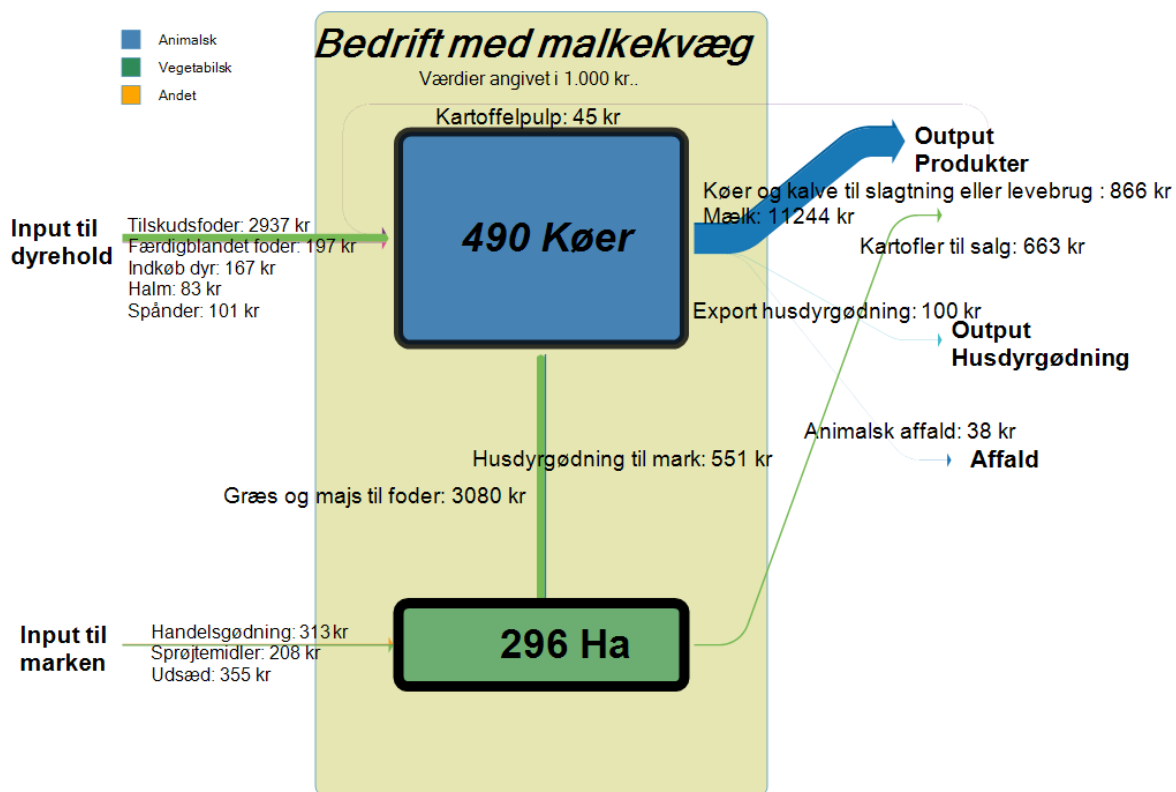
Udfordringen i den cirkulære økonomi er at kunne skabe en forretning af de produkter, der ikke kan genanvendes på landbrugsbedriften. I det følgende er der estimeret en værdi af de forskellige materialestrømme, så det på sigt er muligt at vurdere potentialet for en yderligere indtjening ved en eventuel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

5.1. Værdi af biologiske materialestrømme

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 kartofler og husdyrgødning, som recirkulerer.

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

Figur 5. Økonomiske værdi af biologiske materialestrømme angivet i 1.000 kr.



6. Kan gården reducere sit ressourcemæssige fodaftryk

Den cirkulære økonomi handler om brugen af ressourcerne, og i denne rapport har vi målt det ressourcemæssige "fodaftryk" 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 i landbruget. 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 fodaftryk, er økonomi, indtjening, besparelser og udgifter afgørende faktorer. Landmandens opgave vil være at regne på totaløkonomien, hvor det nye måske er, at det ressourcemæssige fodaftryk indgår i beregningen.

De tunge resourceposter 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.
 - Det kan være en ide at medtænke, at bygningerne efterhånden kan indrettes til nye funktioner fremfor kun at være bygget til en slags produktion. Mange lave svinestalde fra 1980'erne kan måske dårligt anvendes til andet og er måske ikke tidssvarende længere. 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 til 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.** 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 eller vælge produkter, som kommer i let genanvendelige materialer eller være i dialog med kommunen om indsamling og sortering i fraktioner, der skaber værdi og bevarer materialer.

Der er mange "måske'er" i disse overvejelser, som skal håndteres konkret i samarbejde med leverandører, aftagere og kommunens affaldsbehandling. Eksemplerne illustrerer det komplekse i valget – og det er ikke gjort med at overveje bevarelsen af materialer, forretning og økonomi. Det er nødvendigt også at tage hensyn til andre faktorer som fx dyrevelfærd, biodiversitet, teknologi, klimabelastning, 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.

7. Nuværende tiltag

Virksomheden foretager allerede på nuværende tidspunkt en bevidst sortering af primært plastdunke, paller og bigbags fra gødning og udsæd. Al plast, sprayflasker og bigbags afleveres på genbrugsstationen eller er med i en afhentningsordning.

Hovedparten af træpallerne returneres til leverandør mod en mindre betaling, indkøbspris 140,- kr., salgspris 80,- kr. Figur 4 ovenfor viser også, at det er en større del, der går til deponi, hvorimod den del, der går til forbrænding, er meget mindre.

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

Genbrug af plastoverdæk af grovfoder i køresiloerne. Dybstrøelse fra ungdyrene sælges til biogasanlæg, som videresælger det til andre landbrug. Kartofflerne sælges til KARUP, og der modtages kartoffelpulp som kvægfoder.

Alt pap der modtages, går til genbrug via genbrugspladsen. Spildolie hentes af Marius Petersen, når 200 liters tromlen er fuld. Spildolie genraffineres hos et firma i Horsens. Engangspaller afleveres på genbrugspladsen, da de ikke på nuværende tidspunkt kan tages retur af firmaerne.

Bigbags samles sammen i 1000 liters container, der efterfølgende bliver afhentet af renovationsselskabet Revas som abonnementsordning.

AdBlue tanke returneres, da der er betalt 1500 kr. i depositum for hver tank. Det betyder, at hvis tanke ikke returneres, tapes depositumbeløb.

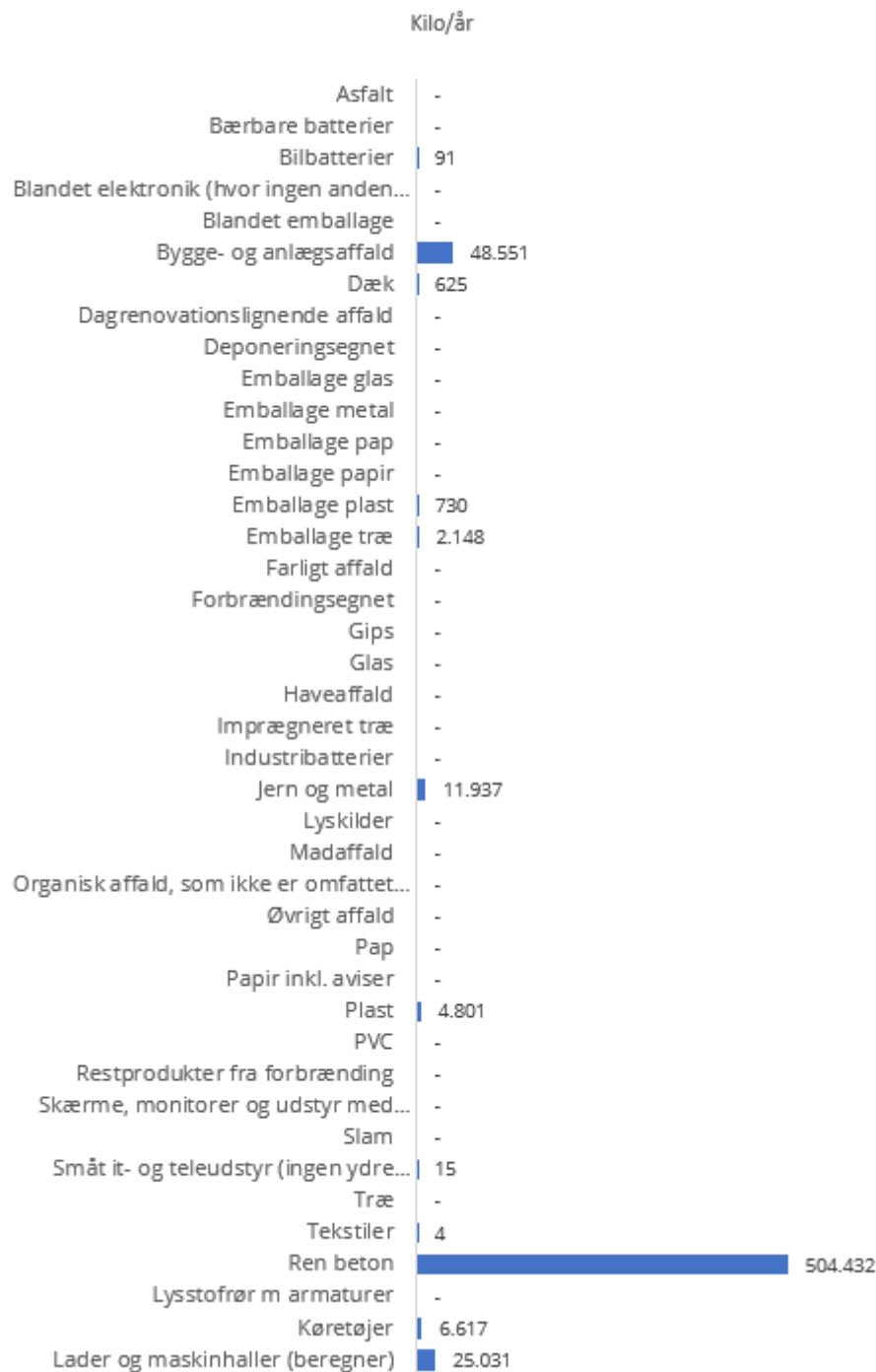
7.1. Mulige tiltag for optimering af eksisterende processer for cirkulær økonomi

Det vigtigste er at få samlet affaldsprodukterne sammen i "bunker", så de firmaer, der lever af at genanvende disse produkter, kan afhente dem løbende. Det betyder, at man som landmand kan holde styr på affaldet, så der ikke sker tab, som ikke er nødvendige.

Det vil være godt, hvis firmaerne vil være mere "obs" på at tage "emballage" retur, når nye varer bliver leveret. Fx ved køb af mineraler til dyrene, hvor sækkene hober sig op, hvis man som landmand ikke selv sørger for at have en container og en afhentningsaftale. Produktionsfirmaerne/growwarefirmaerne slipper for billigt. Landmændene skal til at stille krav om, at der indføres en returadfærd.

8. Tabelbilag

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



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

Data der ligger til grund for figur 4

Fordeling i de 4 sorteringsgrupper (sammenlignes med national opgørelse)

Kg opgørelse	Forbrænding	Deponering	Genanvendt	Nyttiggørelse	Affald i alt	Andel
Biomasse	608	11	2.021	747	3.387	3,6%
Metaller	0	1	11.935	0	11.937	12,8%
Ikke-metallisk mineral	9.961	2.563	0	54.709	67.233	72,2%
Fossile materialer inkl. plast	449	15	6.323	0	6.787	7,3%
Andre materialer	1	2.783	730	284	3.798	4,1%
Total	11.019	5.373	21.009	55.740	93.142	100%
Andel af samlede mængde figur 4 til venstre	11,8%	5,8%	22,6%	59,8%		

Pct. fordeling inden for de 4 grupperinger ved sortering

Kg opgørelse	Forbrænding	Deponering	Genanvendt	Nyttiggørelse	Affald i alt
Biomasse	6%	0%	10%	1%	4%
Metaller	0%	0%	57%	0%	13%
Ikke-metallisk mineral	90%	48%	0%	98%	72%
Fossile materialer inkl. plast	4%	0%	30%	0%	7%
Andre materialer	0%	52%	3%	1%	4%

Hvordan affaldsgrupperne bliver fordelt ud på i de 4 grupper der sorteres i, %. Figur 4 til højre.

Kg opgørelse	Forbrænding	Deponering	Genanvendt	Nyttiggørelse
Biomasse	18%	0%	60%	22%
Metaller	0%	0%	100%	0%
Ikke-metallisk mineral	15%	4%	0%	81%
Fossile materialer inkl. plast	7%	0%	93%	0%
Andre materialer	0%	73%	19%	7%

STØTTET AF
Promilleafgiftsfonden for landbrug

