



VF-rapport nr. 4-2025

Kartlegging av biologiske restråstoff på Kaupanger

Torunn Hønsi

VESTLANDSFORSKING

VF-rapport	4-2025
Utgitt av	Vestlandsforskning
Adresse	Postboks 163, 6851 Sogndal
Prosjekttittel	Kartlegging av biologiske restråstoff på Kaupanger
Oppdragsgivar	Sogn Næring, Sogn Biohub
Forfattarar	Torunn Hønsi
På framsida	Fotograf: SIMAS IKS, Viser innblanding av biokol i kompost på SIMAS IKS sitt anlegg i Festingedalen. Biletet er brukt med løyve frå SIMAS IKS.
ISBN	978-82-428-0485-3

Creative Commons Namngiving 4.0 Internasjonal lisens
Vestlandsforskning 2021: CC BY-NC 4.0

www.vestforsk.no

Forord

Vestlandsforskning fekk i november 2024 i oppdrag av Sogn Næring/Sogn Biohub å gjennomføre ei kartlegging for biologiske ressursar som oppstår av aktivitet hjå både offentlege og private verksemdar som er geografisk plassert på Kaupanger i Sogndal kommune.

Datainnsamling for avfallsmengder i området er samla inn av seniorforskarane Fredrik M. Johnsen og Torunn Hønsi ved Vestlandsforskning. For dei fraksjonane der det framleis berre føreligg teoretiske og berekna tal, t.d. GROT og vegkantflis, er tal henta frå ei tidlegare kartlegging gjort av Vestlandsforskning og NIBIO for SIMAS IKS (O'Toole et al. 2021).

Leveransen til oppdragsgjevar består av denne rapporten og ein PPT presentasjon med eit utdrag av grafar og oversikter, begge deler er digitalt tilgjengeleg på Vestlandsforskning og oppdragsgjevar sine nettsider. All bruk av figurar og tabellar frå rapporten må henvise til rapporten eller kreditere forfattaren.

Vi takkar Fredrik M. Johnsen for bidrag til datainnsamling og grunnlagsarbeid og takkar Sogn Næring for oppdraget og samarbeidet. Vi ynskjer lukke til med vidare planlegging av nedstraumsløysingar for biologisk avfall i Sogn Biohub på Kaupanger.

Torunn G. Hønsi,

Vestlandsforskning

31.12.2025

Innhald

Innhald

Forord.....	2
Innhald.....	3
Samandrag.....	6
1. Innleiing.....	8
2. Material og metode.....	9
2.1. Biologisk materiale som inngår i kartlegginga	9
2.2. Referanseining.....	10
2.3. Geografisk omfang.....	10
2.4. Datainnsamling og databehandling.....	10
2.5. Vurdering av vegval for sirkulær økonomi og industriell symbiose.....	11
2.6. Avgrensingar og usikkerheit.....	14
3. Resultat og diskusjon.....	15
3.1. Bioavfall frå ulike verksemdar på Kaupanger.....	15
3.1.1. Bioavfall samla inn av renovasjons- og avfallsselskap på Kaupanger.....	16
3.1.2. Bioavfall som går til biobrenselanlegg på Kaupanger.....	18
3.1.3. Bioavfall frå industriverksemdar på Kaupanger	19
3.1.4. Trevirke/GROT frå skogsdrift på Kaupanger.....	20
3.2. Bioavfall frå nærliggande region.....	21
3.2.1. Bioavfall frå landbruket.....	21

3.2.2.	Fiskeslam frå havbruksanlegg	22
3.2.3.	Trevirke frå vegkantrydding	23
3.3.	Totale mengder bioavfall tilgjengeleg for Sogn Biohub	23
3.3.1.	Biologiske ressursar som ikkje er med i kartlegginga	25
3.4.	Materialstraumar som går mellom KAUPUS verksemder og omegn i dag	26
3.5.	Vurdering av slutthandsamingsanlegg for bioavfall på Kaupanger	28
3.5.1.	Pyrolyse	29
3.5.2.	Kompostering.....	30
3.5.3.	Biogass	31
3.5.4.	Forbrenning med energigjenvinning.....	32
3.5.5.	Samla vurdering av slutthandsamingsløysingar på KAUPUS.....	33
3.5.6.	Illustrasjon av korleis industriell symbiose ved Sogn Biohub kan sjå ut i framtida .	34
4.	Konklusjon.....	36
	Referansar	38

Samandrag

Rapporten beskriv ei ressurskartlegging av biologisk restråstoff på Kaupanger, gjort på oppdrag for Sogn Næring/Sogn Biohub. Studien inkluderer avfall og sidestraumar frå bedriftene i Kaupanger Næringsforeining (KAUPUS) samt alt biologisk avfall som samlast inn av SIMAS IKS frå dei sju kommunane i Sogn. Med utgangspunkt i 10R rammeverket for sirkulær økonomi og bioverdipyramiden, viser kartlegginga eit vidare potensial for å auke verdiskapinga i sirkulære verdikjeder gjennom betre og meir høgverdig utnytting av bioressursar lokalt.

Kartlegginga viser at det i 2024 vart samla inn totalt **10 571 tonn bioavfall** frå regionen og inn til Kaupanger av SIMAS IKS, der **6 641 tonn** av dette bioavfallet vart kompostert gjennom rankekompostering (matavfall, slam, hageavfall og reint trevirke). Vi finn også at **490 tonn reint trevirke** går direkte frå næringsaktørar til lokale biobrenselanlegg, ved ARE Treindustrier og Timberland feriepark. Vidare får vi opplyst at omlag **89 tonn landbruksavfall** oppstår i utvida region og inngår ikkje i SIMAS sine innsamlingstal pr. i dag. I tillegg viser kartlegginga eit potensial for å samle inn store mengder **skogsavfall (GROT) og vegkantflis med inntil 6 200 tonn pr år** og **fiskeslam frå nærliggande anlegg vert stipulert til å utgjere 3 410 tonn pr. år**. Totalt kan Sogn Biohub såleis ha tilgang på rundt **21 543 tonn bioavfall** årleg.

I fylgje 10R rammeverket for sirkulær økonomi, er utnytting av bioavfall til kompostering materialgjenvinning (R8), medan å bruke det til biobrensel er energigjenvinning (R9). Det er viktige mål i sirkulær økonomien å kome høgare opp i 10R hierarkiet enn dette. Kartlegginga vår viser også at det finns fleire andre meir høgverdige sirkulære verdikjeder i området som bør vidareførast og styrkast. Dette gjeld særleg for trekapp frå ARE Treindustrier som går til kubbegolvproduksjon hjå TIMBLA AS, som er definert som gjenskaping (R6) eller oppsirkulering (R7) i 10R rammeverket. SIRKLA AS har også etablert SIRKEN shop som sel brukte byggematerialar (definert som ombruk, R3), SIMAS IKS har også eit ombrukstilbod av tremøblar på sine miljøstasjonar og det er fleire bruktbutikkar i Sogndal som også sel tremøblar og klede/tekstilar (definert som ombruk, R3).

Basert på mengde og eigenskapar for biomassen som oppstår eller kan samlast inn til Kaupanger årleg, er det vår vurdering at det kan vere grunnlag for å kombinere den eksisterande komposteringa av våtorganisk avfall med t.d. eit nytt pyrolyseanlegg for reint trevirke og GROT på Kaupanger. Eit nytt pyrolyseanlegg kan produsere biokol, bioolje/syngas og varmeenergi til eit lokalt fjernvarmenett. I pyrolyse vil omlag halvparten av karbonet bindast stabilt i biokolet og CO₂

utsleppet frå omdanninga av biomassen vert halvert samanlikna med eit reint biobrenselanlegg som vert brukt på Kaupanger i dag. Biokolet kan seljast til bønder, selskap som kjøper klimakreditt, eller tilsetjast komposten til SIMAS IKS for å lage ein høgverdig klimakompost, som sikrar kortsiktig gjødseleffekt og langvarig karbonbinding i jorda.

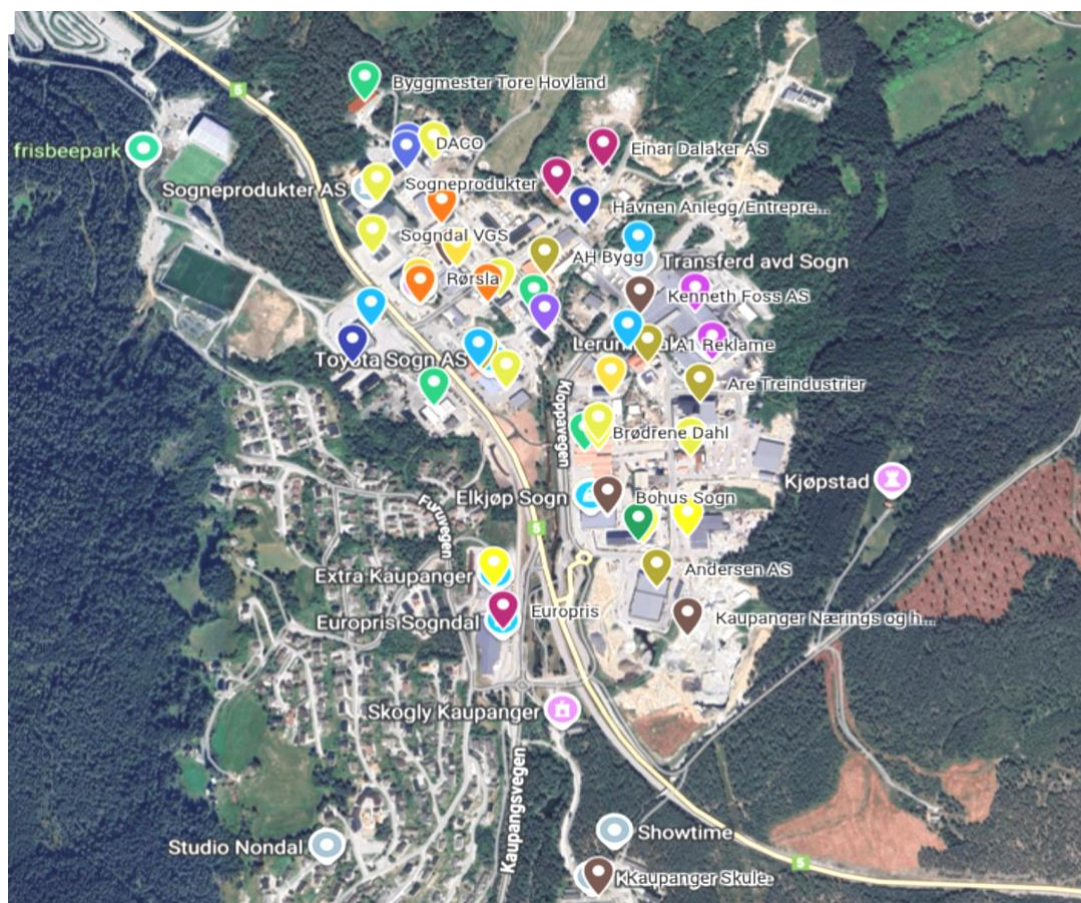
Vi tilrår ikkje å byggje biogassanlegg på Kaupanger då BIR nyleg opna biogassanlegg på Voss og det er også planar om å etablere eit biogassanlegg i Nordfjord. Vi tilrår heller ikkje å etablere eit lokalt forbrenningsanlegg for ureint trevirke/sikterest på Kaupanger på grunn av høge investeringskostnader, høge reinsekrav som likevel kan føre til ureinande luftutslepp.

For å sikre økonomisk berekraft og utvikling av industriell symbiose i Sogn Biohub framover føreslår vi at det vert gjennomført ei teknisk-økonomisk avklaring for eit pyrolyseanlegg, som inkluderer energikartlegging av fjernvarmebehovet på Kaupanger, ei vurdering av moglege eigarskapsmodellar og utgreiing av mogleg investeringsstøtte. Det bør også sikrast god og stabil tilgang på reint trevirke/bioavfall inn til området, og det bør derfor også utviklast nye og betre metodar for innsamling av GROT og vegkantflis samt betre utsortering av returtrevirke og sikterest. Det bør også leggjast opp til samarbeid med andre renovasjonsaktørar og slutthandsamingsanlegg, slik at reint trevirke vert importert til Kaupanger og inngår i eit nytt pyrolyseanlegg der, medan meir vasshaldig biomasse vert transportert vekk til andre nærliggande behandlingsanlegg.

1. Innleiing

I denne kartlegginga av biologiske ressursar på Kaupanger, er det teke utgangspunkt i avfall og sidestraumar som oppstår hjå bedriftene som inngår i Kaupanger Næringsforening (i det vidare forkorta KAUPUS) (sjå oversiktskart i figur 1). Det er også gjort eit vidare utsyn mot landbruksressursar som frukt og grønt frå Lærdal, samt alle biologiske fraksjonar som SIMAS IKS samlar inn for alle dei sju kommunane i Sogn (Årdal, Lærdal, Aurland, Luster, Sogndal, Vik, Høyanger). Alt dette bioavfallet vert samla inn og sendt til Festingedalen for slutthandsaming (kompostering) eller sendt vidare til behandlingsanlegg på Austlandet eller i utlandet.

Studien er utført med avgrensa midlar, med lite rom for å skaffe til vege data utanom SIMAS sine avfallsstatistikkar og innrapporterte data frå verksemdene, slik at omfang av analyse og rapport er difor kortfatta og gir ikkje det eksakte bildet. Då vi i rapporten også tek med ikkje-utnytta bioressursar frå området, hentar vi teoretiske tal for t.d. GROT og vegkanttrefflis frå ei tidlegare ressurskartlegging, publisert i VF-rapport 9-2021¹.



Figur 1: Oversiktsbilete som viser hovuddelen av bedriftene i KAUPUS (Kjelde: <https://www.kaupus.no/kart>)

¹ VF-rapport nr. 9-2021. Karbon fra jord til jord

2. Material og metode

2.1. Biologisk materiale som inngår i kartlegginga

Vi har samla inn tal for avfall og sidestraumar av biologisk opphav som oppstår gjennom diverse næringsverksemd på Kaupanger, frå industri, landbruk/skogbruk, bygg- og entreprenørverksemd og aktuell handelsverksemd (sjå figur 4).

I tillegg er det teke med bioavfallsfraksjonar (slam, papp/papir, matavfall, hageavfall, reint trevirke, blanda trevirke) som vert samla inn frå både næringskundar og hushaldingar av avfallsselskapa SIRKLA AS og SIMAS IKS, med hovudaktivitet og verksemdadresse på Kaupanger. Dette avfallet transporterast i dag inn til Kaupanger og kan lett inngå i nye verdikjeder der om ynskjeleg i framtida.

Ressurskartlegginga skal gje grunnlag for å vurdere moglege nye sirkulære verdikjeder/industriell symbiose med nye nedstrømsløyser for biologisk materiale på Kaupanger. Vi har difor inkludert alle kjende, faktiske mengder og fraksjonar og i tillegg teke med nokre potensielle biologiske fraksjonar i kartlegginga, sjølv om noko av det biologiske materialet inngår i andre nedstrømsverdikjeder pr. i dag. Dette gjeld særleg for papp og papir som har organisk opphav og i dag sendes til materialgjenvinning og produksjon av ny papp og papir utanfor regionen. Det gjeld også for våtorganisk avfall, hageavfall, slam, feitt og reint trevirke frå næringsliv og private hushaldingar som i dag vert kompostert til jordforbetningsmiddel. Komposteringa skjer ved rankekompostering på SIMAS IKS sitt hovudanlegg i Festingedalen. Det gjeld også reint trevirke frå verksemdar på Kaupanger som i dag vert brukt til biobrensel, i eit flisfyringsanlegg ved ARE Treindustrier og eit ved Vesterland feriepark (sjå meir omtale på s. 17-18).

Teoretiske tal for bioavfall som oppstår ved vegvedlikehald og skogpleie/skogbruk er henta frå VF-rapport nr. 9-21, og vart den gong stipulert ut frå statestikk for skogavvirking for Sogndal kommune og km vegstrekningar som inngår i anbodet til Presis Vegdrift i Sogn (sjå O'Toole et al. 2021).

Tekstilar er ikkje teke med i kartlegginga. Men, vi kjenner til at frå nyttår 2025 er det nye krav til innsamling av avfallstekstilar i kommunal renovasjon². Dette er øydelagde tekstilar som ikkje kan gå til direkte ombruk, pga. skader, hol, misfarging. Ein del av tekstilane er biologiske ressursar frå fornybare kjelder, slik som ull, lin, bomull, modal, viskose mm. Tekstilar kan såleis også reknast

² [Avfallsforskriften kap 10a. §10a-4. pkt. f](#)

med som bioressursar/bioavfall som det kan skapast lokale verdikjeder frå (sjå Watson et al. 2020). Men, då det ikkje enda finns innsamlingstal for avfallstekstilar i regionen, er fraksjonen ikkje rekna med i denne kartlegginga.

2.2. Referanseining

Referanseininga i studien er 1 tonn biologisk materiale.

Biologisk materiale er definert som fornybare organiske materialar, som stammar frå levande eller døde planter, dyr, algar eller mikroorganismar som bakteriar, sopp. Døme er avløpsslam, halm, matavfall og trevirke som har svært ulik karakter og ulike kjemiske og fysiske eigenskapar, som fukt-, fiber- og karboninnhald mm. Vi angjev difor alle mengder i rapporten i tonn våtvekt, dvs. den naturlege tilstanden bioavfallet har og som vert vegd og rapportert av verksemdar der avfallet oppstår eller hjå avfallsselskapet som mottok avfallet.

2.3. Geografisk omfang

Det geografiske omfanget er i hovudsak avgrensa til avfall som oppstår gjennom offentleg eller privat næringsverksemd på Kaupanger. I dialog med oppdragsgjevar har vi teke med alle biologiske fraksjonar samla inn av Sirkla og SIMAS IKS i kommunane i Sogn, då dette kjem inn til SIMAS IKS sitt avfallsanlegg i Festingedalen på Kaupanger. Der vi enten hadde tal frå tidlegare studiar eller lett fann fram til tal for fraksjonar utanfor Kaupanger er desse teken med i kartlegginga. Dette gjeld fraksjonar som GROT, vegkantflis, fiskeslam som stammar frå Hermansverk og Arnafjord, og frukt og grønsaksavfall frå hovudpakkeriet til Sogn Frukt og grønt som er lokalisert på Håbakken i Lærdal kommune.

2.4. Datainnsamling og databehandling

Det viktigaste i dette avgrensa oppdraget var å få oppdatert kartlegginga av biologiske ressursar som vart gjennomført og publisert i VF-rapport nr. 9-2021 (O'Toole et al. 2021), med nye og oppdaterte tal frå åra 2022, 2023 og 2024.

Det mest sentrale i kartlegginga har vore å innhente nye og oppdaterte tal for ulike bioavfallsfraksjonar frå SIMAS IKS sin årsstatistikk for åra 2022, 2023 og 2024. Desse tala omfattar både innsamla næringsavfall og hushaldningsavfall frå Sognekommunane.

I samarbeid med KAUPUS næringsforeining og Sogn Næring vart det også forsøkt å hente inn nye avfallsdata frå KAUPUS verksemdar gjennom eit eige spørreskjema sendt ut med e-post i

desember 2024 og januar 2025. Det kom dessverre inn få svar på undersøkinga, sjølv etter ei purring pr. e-post. Vi har også fått tilgang til nokre data frå tidlegare utsendte spørjeskjema og intervju av KAUPUS verksemder, gjort av Sogn Næring eller SIMAS IKS, som ein del av Klimasprang Kaupanger prosjektet.

Vi har også samla inn data og utfyllande informasjon gjennom telefonsamtalar med enkelte aktørar og på eit møte på Kaupanger arrangert av Sogn Næring, vinteren 2025.

Når verksemder i dialog med oss har rapportert at avfallsmottakar for deira biologiske avfall er SIMAS, er desse tala ikkje rekna inn i samla tal i kartlegginga, for å unngå dobbeltføring av enkelte avfallsstraumar.

Alle data er systematisert på avfallskategori og summert i Excel og er framstilt i oversiktlege tabellar og figurar her i rapporten.

Datainnsamling og systematisering har vore utført av seniorforskarane Fredrik M. Johnsen og Torunn Hønsi, ved Vestlandsforsking, med støtte frå Sogn Næring og SIMAS IKS.

Vi har brukt AI verktøyet Napkin for å lage visuelle figurar som viser aktørkjede (sjå figur 9) og verksemder som kan inngå i eit industrielt symbiosesamarbeid på Kaupanger (sjå figur 8).

2.5. Vurdering av vegval for sirkulær økonomi og industriell symbiose

Basert på dei kartlagde mengdene av bioavfall frå Kaupanger og utvida region har vi etter ynskje frå oppdragsgjevar også gjort ei enkel vurdering av moglege vegval for nye nedstraumsløysingar for dei ulike biologiske fraksjonane i Sogn Biohub.

Det sentrale i denne vurderinga er det kartlagde bioavfallet sine kjemiske og fysiske eigenskapar og kva mengder som oppstår eller vert innsamla i regionen. Og med sirkulær økonomi som overordna strategisk mål for Sogn Biohub i området, støttar vi oss til det teoretiske grunnlaget innan fagfeltet industriell økologi, med ressurskartlegging som metode og konseptet industriell symbiose.

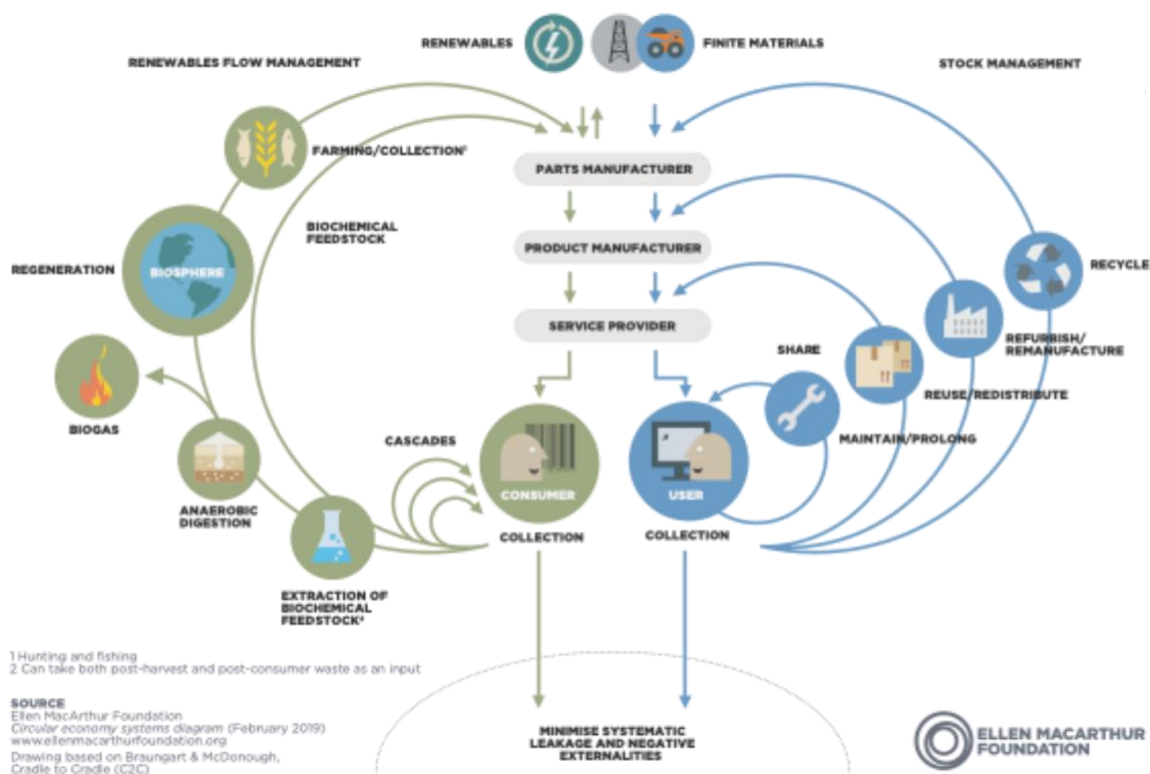
Sirkulær økonomi er ein overordna strategi for Vestland³, Norge⁴ og EU⁵, med mål om å skape nye grøne arbeidsplassar, berekraftig produksjon og klimaomstilling i samfunnet. I ein sirkulær

³ <https://www.vestlandfylke.no/planlegging/utviklingsplanen/ti-strategiar-i-utviklingsplanen/>

⁴ <https://www.regjeringen.no/contentassets/f6c799ac7c474e5b8f561d1e72d474da/t-1573n.pdf>

⁵ https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0017.02/DOC_1&format=PDF

økonomi er det essensielt å halde produkt, delar og materialar i eit lukka kretsloop for å redusere uttak av jomfruelege ressursar, eliminere avfall og regenerere naturens økologiske system (Ellen McArthur Foundation, 2015). Det er viktig med regenerativt systemdesign, der produkt vert lagd og produsert for å kunne brukast om att, reparerast eller at materialane kan gjenvinnast å gå inn i nye produkt. For sirkulær økonomi av fornybare og biologisk nedbrytbare ressursar er det viktig at mest mogleg av biologiske ressursar vert brukt til føremål med eit høgt verdiskapingspotensial slik som medisin, farmasøytiske produkt, kosttilskot, mat, før det går til mindre verdiskapande føremål som biomaterialar, gjødsel, kompost, biokol eller til låg verdiskapande føremål som bioenergi/drivstoff eller energigjenvinning (straum eller varme). Dette verdiskapingsprinsippet for bioøkonomi vert ofte kalla «bioverdiapyramiden» og vart først lansert i EUs Bioøkonomistrategi (Europa kommisjonen, 2012) for å endre Europas tilnærming til produksjon, forbruk og resirkulering av biologiske ressursar og oppnå smarte og grøne vekstmål. Dette verdiskapingsprinsippet er inkludert i «sommerfugldiagrammet» for sirkulær økonomi, lansert av Ellen McArthur Foundation (2019) (sjå figur 2).

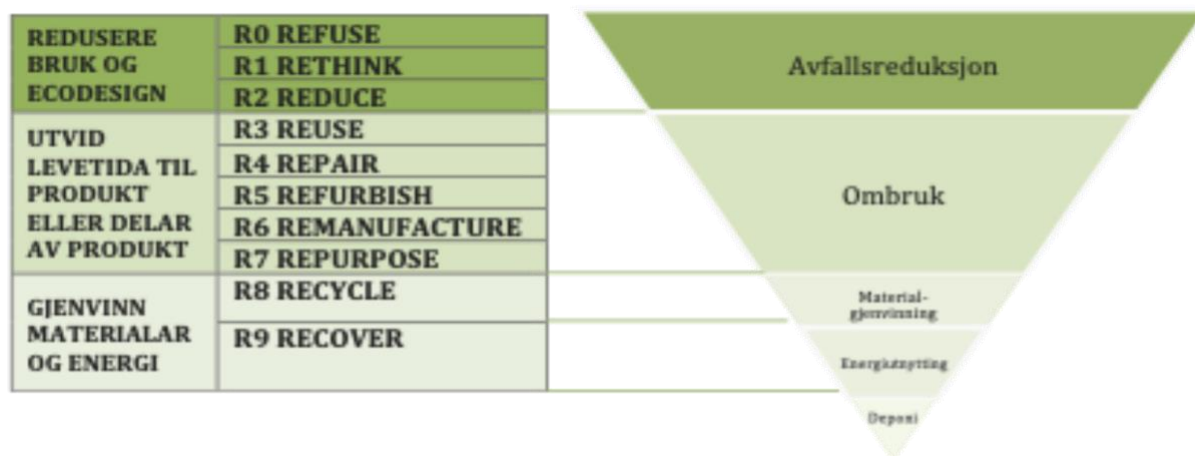


Figur 2: Sommerfugldiagrammet for sirkulær økonomi for nedbrytbare biologiske materialer på venstre side, og R10 prinsipp for ikke-fornybare materialer på høyre side (Kilde: Ellen MacArthur Foundation, 2019).

I denne rapporten nyttar vi oss av både av bioverdiapyramiden som ligg til grunn for venstre side av figur 2 og til R10 rammeverket (Morsaletto 2020, Popović og Radivojević, 2022) for å vurdere

grad og implementering av sirkulær bioøkonomi på produkt og bedriftsnivå. 10R prinsippa er vist i meir detalj i figur 3. Prinsippa R0-R2 er dei mest høgverdige sirkulære prinsippa som handlar om å unngå eller redusere råstoff og materialbruk gjennom å unngå produkt eller endre produktdesign. Prinsippa R3-R7 handlar om å auke levetida til eit produkt eller deler av eit produkt gjennom ombruk, reparasjon og utskifting eller gjenbruk av deler, medan R8-R9 er meir lågverdige sirkulære prinsipp som omhandlar materialgjenvinning (R8) og energigjenvinning (R9). R10 rammeverket er ei avleiing av avfallshierarkiet først lansert i avfallsrammedirektivet til EU (Den europeiske union, 1975) etterpå grafisk framstilt som «Lansinks stige» i 1979 (Lansink, 1979). Den fem trinns modellen/avfallshierarkiet vi brukar i Noreg og EU i dag, vart etablert i EUs reviderte avfallsrammedirektiv (Den europeiske union, 2008).

Det er viktig for utvikling av Sogn Biohub og ei generell omstilling til sirkulær bioøkonomi at det vert sett mål om å jobbe meir med avfallreduksjon (R0-R2), ombruk og auke levetid av produkt (R3-R7) før ein går for løysingar for å gjenvinne materialar (R8 recycle) eller energi (R9 recover). Dette gjer det viktigare å bruke meir biologisk materiale til mat eller fôr, samt kjøpe mindre mat og redusere matsvinn enn at vi produserer kompost av matavfallet. Det er også betre å produsere kompost og biokol enn å hente ut bioenergien frå matavfallet i eit forbrenningsanlegg.



Figur 3: R10 rammeverket på produktnivå heng saman med avfallshierarkiet
(inspirert av Popović og Radivojević, 2022 og Lansink, A., 1979)

Industriell økologi er eit tverrfagleg fagfelt som vart etablert av miljøforskarar på nitten åttitalet (Forsch og Gallopoulos 1989). Ved å sjå på industrisystem som eit økosystem der næringsstoff og ressursar bør resirkulerast på same måte som i naturen, fekk fagfeltet namnet industriell økologi. Fagfeltet utgjer eit teoretisk grunnlag for arbeid med sirkulær økonomi, ressurskartlegging og ressursforvaltning. Hovudprinsipp er å transformere eit lineært økonomisk system med ta-lag-bruk og kast mønster til eit lukka, syklisk økonomisystem der ressursar og materialar går rundt og rundt i eit lukka kretslaup.

Industriell symbiose er eit praktisk verktøy og konsept for å realisere ein sirkulær visjon på lokalt eller regionalt nivå. Her ser vi på eit heilt næringsområde under eitt og prøver å skape eit lukka kretsloop der sidestraumar, biprodukt, avfall, vatn og energi frå ei verksemd vert til råvarer og energi (varme) som kan bli nytta i prosessen/produksjonen til naboverksemda (Jacobsen, 2008, Raadal et al. 2024). Industriell symbiose er nemnd som eit viktig konsept for ei grøn omstilling og vidareutvikling av grøne hubar og industristader i Grøn region Vestland⁶ og såleis viktig å utvikle vidare for Sogn Biohub.

I rapporten har vi gjort ei enkel systematisering av det som finns av avfall/ressurs transaksjonar og industriell symbiose samarbeid pr. i dag og vi har også peikt på mogleg utviding av dette for aktørane på Kaupanger (sjå tabell 6 og 7 og figur 8 og 9).

2.6. Avgrensingar og usikkerheit

Ressurskartlegginga er gjort med avgrensa tid og økonomisk råde. Det er også eit avgrensa tal lokale informantar som har svart tilbake på våre spørjeskjema. Sjølv om fleire verksemdar har rapportert om biologisk avfall, er dette ofte avfall som alt samlast inn av Sirkla eller SIMAS IKS, og inngår i dei totale mengdene bioavfall i årsstatistikken til SIMAS IKS. Det vart forsøkt å bruke metoden materialflytanalyse (MFA) for å rekne ut avfall ut frå bransjestatistikk og omsetningstal for fleire av bedriftene på Kaupanger, etter anvendt MFA metode (Brunner og Rechberger, 2016). Dette vart ei svært usikker tilnærming, som ville ført til dobbeltføring av lokale avfallsmengder som oppstår på Kaupanger med omegn.

Hovudkjelde til data i rapporten har difor vore innsamlingstal for biologisk avfall til SIMAS IKS sitt anlegg i Festingedalen. Berre der vi får godt nok dokumentert informasjon og data om andre fraksjonar enn det som samlast inn av renovasjonsselskapa på Kaupanger, tek vi tala inn i våre tabellar. For nokre fraksjonar der vi ikkje har innsamlingstal i dag t.d. for GROT og vegkantflis og fiskeslam, har vi brukt teoretiske og estimerte tal frå VF-rapport nr. 9-21 (O'Toole et al. 2021). Estimerte tal har sjølvstundt høg usikkerheit, men har likevel ein verdi for å få ei oversikt over potensialet for å samle inn fleire reine biomateriale til Kaupanger, enn dei som inngår i etablerte ressursstraumar der i dag.

Vi tek høgde for at vi ikkje har klart å talfeste mengder eller nøyaktig skjebne til alt det biologiske avfallet som vert produsert eller samlast på Kaupanger i denne kartlegginga. Særleg vil bedrifter som har nasjonale kjede- eller bransjeavtalar om avfallsinnsamling, levere det biologiske avfallet dei produserer til andre transportselskap/avfallsaktørar t.d. ASKO, Norsk Gjenvinning eller

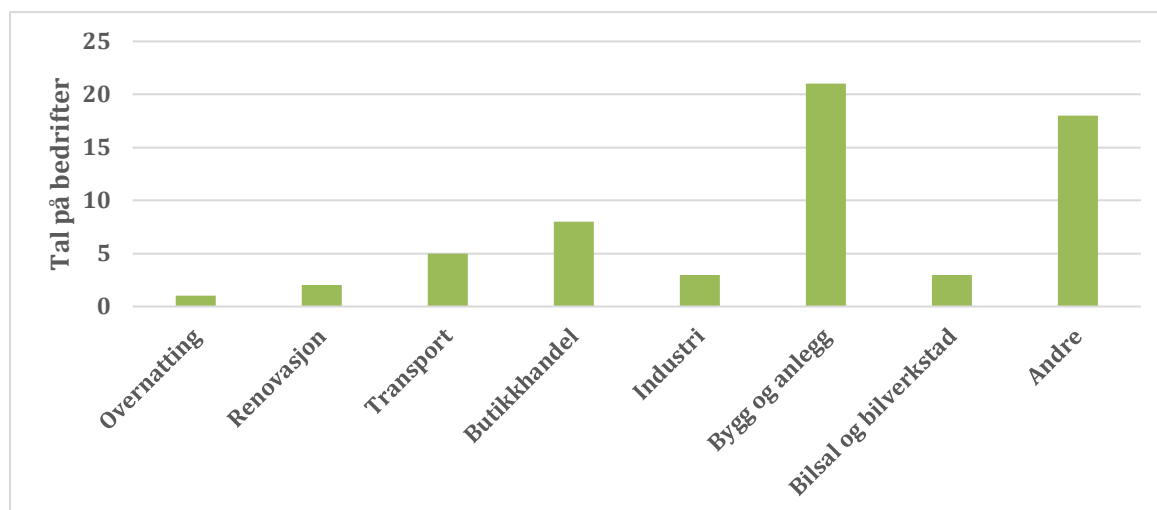
⁶ [Vestlandsparteføljien 2021](#)

Franzefoss. Dette gjeld t.d. papp og papir, biologisk avfall som emballert matavfall frå daglegvarekjeder, brød og bakevarer, blomsteravfall. Desse mengdene er ikkje talfesta i våre tabellar, då vi manglar konkrete data frå næringsaktørar i regionen.

3. Resultat og diskusjon

3.1. Bioavfall frå ulike verksemdar på Kaupanger

Næringsforeininga KAUPUS på Kaupanger i Sogndal kommune tel 61 ulike verksemdar i følge KAUPUS sitt medlemsregister på heimesidene, pr. 30.10.25⁷. Medlemmene vitjar om eit variert næringsliv innan industri, bygg og anlegg, vitensenter, vidaregåande skule, service, transport, renovasjon, handel og reiseliv. Figur 4 syner ei fordeling og klassifisering av bedrifter i næringsforeininga.



Figur 4. Bransjefordeling av dei 61 bedriftene i KAUPUS pr. 30.10.25

Alle verksemdene i KAUPUS genererer mindre mengder hushaldningsliknande biologisk avfall som matavfall, papp og papir, slam og reint eller blanda trevirke ut frå normal drift av eiga verksemd. Det som er meir interessant for å leggje til rette for industriell symbiose er dei verksemdene som produserer større mengder biologisk avfall ved at dei er i renovasjonsbransjen og tek i mot og handsamar avfallet til andre, eller er ei industri og vareproduserande bedrift som produserer biologiske sidestraumar eller bioavfall som fylgje av sin produksjon. Vi vil difor omtale nokre verksemdar eller bransjar i meir detalj.

⁷ <https://www.kaupus.no/medlemmer>

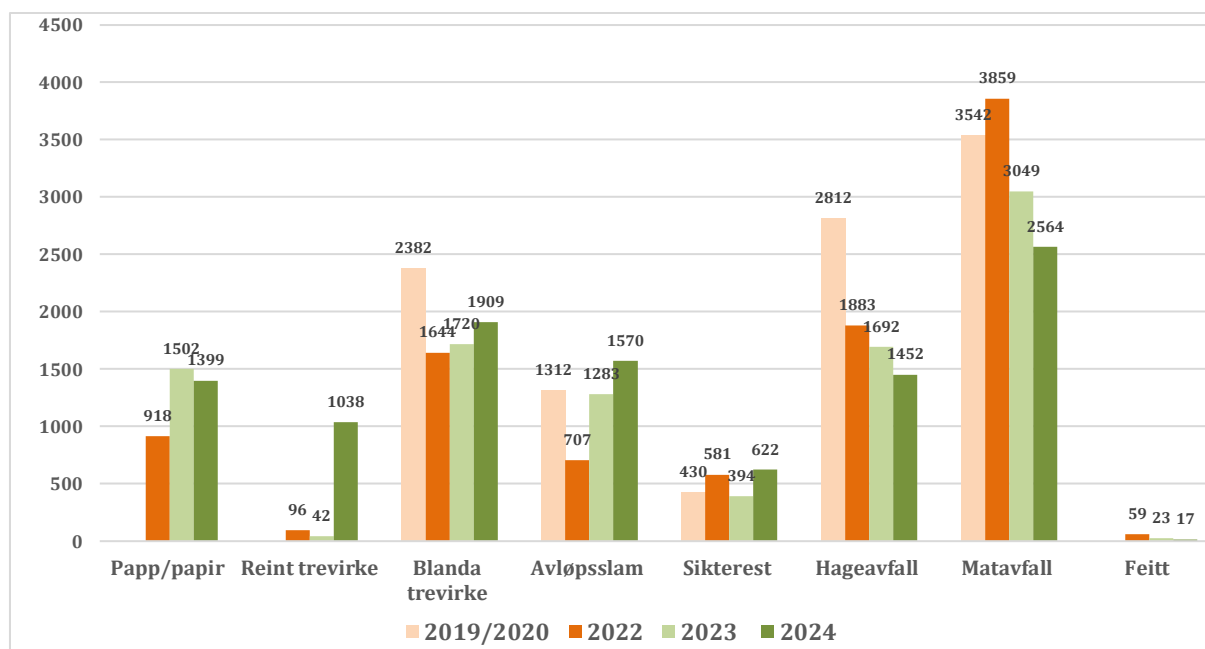
3.1.1. Bioavfall samla inn av renovasjons- og avfallsselskap på Kaupanger

Det er tre lokale aktører som driv med renovasjon og avfallshandtering på Kaupanger: Sunde Resirk, Sirkla AS, og SIMAS IKS.

Sunde Resirk har ikkje løyve til å samle inn treavfall frå private hushaldingar, men kan samle inn inntil 4 500 tonn ordinært avfall (inkl. treavfall) frå næringskunder på sitt anlegg på Kaupanger. Mindre mengder treavfall kan også oppstå som ein del av drifta ved anlegget. Det har ikkje latt seg gjere å få oversikt over mengder treavfall som oppstår ved Sunde Resirk sitt anlegg på Kaupanger i dette studiet. Trevirke som vert samla inn av Sunde vil såleis kome i tillegg til våre tal i figur 5 og tabell 4.

Sirkla AS er eit dotterselskap av det interkommunale avfallsselskapet SIMAS som er eigd av dei 7 kommunane Luster, Sogndal, Årdal, Lærdal, Aurland, Vik og Høyanger. Sirkla samlar inn og transporterer næringsavfall i Sogn, der det meste av bioavfallet blir sendt vidare til SIMAS sitt anlegg i Festingedalen på Kaupanger. SIMAS IKS har ansvar og einerett på hushaldningsrenovasjon i Sogn, og samlar inn biologisk hushaldningsavfall og slam frå alle kommunane til fellesanlegget i Festingedalen. Sirkla og SIMAS IKS samarbeider om innhenting av våtorganisk avfall frå kommunal næring og næring på renovasjonsrutene til SIMAS. Sirkla opplyser at dei produserer noko våtorganisk avfall frå eiga intern drift (omlag 1 tonn i 2023), men denne mengda inngår i dei totale innsamlingstala for SIMAS IKS.

Frå SIMAS IKS sin avfallsstatistikk frå 2022, 2023 og 2024 ser vi at total mengde innsamla biologisk avfall har halde seg nokolunde stabilt dei siste åra (sjå figur 5 og tabell 1), med omlag 10 000 tonn våtvekt biologisk avfall pr. år. Det eksakte innsamlingstalet for 2024 var 10 571 tonn. I 2024 gjekk Årdal kommune for fullt inn i det interkommunale avfallsordninga, og SIMAS IKS overtok all hushaldningsrenovasjonen i kommunen. Den svake auken vi ser i 2024 vil nok såleis halde fram og stige frå året 2025 og framover, etter at driftsavtalen SIMAS IKS hadde med Sunde Resirk om drift av miljøstasjonen i Årdal vart avvikla i 2025. Frå og med sommaren 2025 vil alt biologisk avfall som oppstår hjå private og store deler av næringslivet i Årdal kommune inngå i SIMAS sitt årlege avfallsstatistikk og transporterast til Festingedalen..



Figur 5: Biologisk avfall innsamla gjennom renovasjonsselskapa Sirkla og SIMAS IKS for regionen.

For eit nedstraums behandlingsanlegg er det viktig med føreseieleg og jamn avfallsstrøm inn. Sjølv om totalmengda bioavfall i SIMAS-regionen har halde seg nokolunde stabilt dei siste åra, ser vi ein liten variasjon i mellom mengder pr. år for dei ulike avfallsfraksjonane. Særleg gjeld dette for reint avløpsslam, hageavfall og matavfall. SIMAS IKS gjev ulike forklaringar til oss for denne variasjonen.

Reint trevirke har auka i 2024 og fylgjer konjunkturrendringar og takten i særleg bygg og anleggsverksemd i regionen (munnleg kommunikasjon, SIMAS). Avløpsslam fylgjer tømmefrekvensen på avløpsanlegg i kommunane, og SIMAS IKS informerer om at 2022 var eit år med lite tømning. Volum på innsamla hageavfall har gått noko ned dei siste åra (tabell 1). Dette kan skuldast variasjon i hentetidspunkt i SIMAS IKS, sidan hageavfallet hentast ute i kommunane og vert køyrd til Festingedalen for kverning rundt nyttår. Nokre år kjem såleis mengdene inn i desember og andre år i januar. SIMAS tek også i mot hageavfall frå SUM og NOMIL, men i det siste har SUM starta med kompostering og handterer no sitt hageavfall sjølv. Tala i tabell 1 viser også at innsamla matavfall har blitt redusert dei siste to åra. Dette skuldast i hovudsak at SIMAS IKS fram til 2022 tok i mot og komposterte matavfallet til Nordfjord Miljøverk (NOMIL). Desse leveransane har stoppa grunna for dårleg sorteringskvalitet til å inngå i kompostering. Om desse leveransane startar opp att er usikkert, då det ligg føre planar om å etablere eit nytt biogassanlegg på Byrkjelo der matavfallet frå Nordfjord kan handsamast i framtida.

Vi har samla SIMAS IKS sine avfallstal frå 2019/2020 som også vart publisert i VF-rapport nr. 9-21 og for dei tre siste åra i tabell 1 nedanfor. Vi har satt opp kva skjebne eller handsaming avfallet får i dag og korleis det vert transportert og kva type slutthandsaming dei har pr. i dag.

Tabell 1: Oversikt biologisk avfall innsamla av SIMAS IKS i åra 2019-2024

	Mengde i tonn våtvekt							
	2019/ 2020	2022	2023	2024	Skjebne	Kor sendt?	Transport	Kommentar
Papp/papir		918	1 502	1 399	Materialgj.vinn	Skjern	Trailer	Diesel
Reint trevirke		96	42	1 038	Kompost	SIMAS	Lastebil, bil/hengar	Mest plank og pallar
Blanda trevirke	2 382	1 644	1 720	1 909	Forbrenning	Linkøping	Trailer	Diesel
Avløpsslam	1 312	707	1 283	1 570	Kompost	SIMAS	Slamsugebil	2022 var unntak
Sikterest	430	581	394	622	Forbrent m/restavfall	Sarpsborg/Sverige	Trailer	Diesel
Hageavfall	2 812	1 883	1 692	1 452	Kompost	SIMAS	Lastebil	Kverna hjå SIMAS
Mataavfall	3 542	3 859	3 049	2 564	Kompost	SIMAS	Komprimatorbil	Innsamlingsrute
Feitt		59	23	17	Kompost	SIMAS	Bil	Frityrolje, feitt
TOTALT	10 478	9 747	9 705	10 571				

3.1.2. Bioavfall som går til biobrenselanlegg på Kaupanger

Fleire verksemdar på Kaupanger opplyser at dei sender reint trevirke frå sin produksjon og aktivitet til Vesterland feriepark, der dette inngår som brensel i eit biobrenselanlegg. Brennkammeret der har ein effekt på 600 W og anlegget produserer varme tilsvarende 1,2 GWh/år som går til oppvarming av hytter, lokale og basseng ved Vesterland Feriepark (munnleg kommunikasjon, Vesterland Feriepark).

Det er ikkje kjent kor store mengder treavfall som vert brent i biobrenselsanlegget. Vi bereknar difor mengda med følgjande føresetnader: vi går ut frå at trevirket som vert brent består mest av gran og furu, vi set ein verknadsgrad på 70 % og brukar ein typisk brennverdi for reint og tørt trevirke på 5,2 MWh/tonn (NVE, 2014). Vi brukar formelen:

$$\text{Varmeproduksjon} = \text{tørrvekt} \times \text{brennverdi} \times \text{verkningsgrad}$$

Og finn då at energimengda biobrenselanlegget produserer kvart år tilsvarar ei forbrenning av 353 tonn tørt trevirke per år, eller **401 tonn våtvekt biomasse pr. år** (med 12 % fuktigheit).

Vi set verknadsgraden relativt lågt til å vere ein fyrkjel av nyare dato. Men, verksemda opplyser at det er svært variert og heterogen biomasse dei fyrer med. Dei får inn trevirke frå kapp og

trepallar frå dei større industriaktørane på Kaupanger, samt kapp og restar frå byggjefirma, utrangert og skada tømmer, og sortert trevirke frå resirkuleringsbedrift. Det har blitt mindre restråstoff frå industrien dei siste åra, og dette har blitt kompensert med å ta imot trevirke frå vedlikehald av kraftliner og utvald rivingstrevirke frå lokale bygg- og anleggsverksemdar.

I tillegg til biobrenselanlegget på Vesterland har ARE Treindustrier eit flisfyringsanlegg, der dei fyrer med flis og mindre kapp frå eigen takstolproduksjon. Dei brukar varmen dei produserer til oppvarming av eige lager og produksjonslokale. Dei opplyser at dei brukar **89 tonn trevirke pr. år**.

Det finns også eit mindre privat flisfyringsanlegg i Amla, men vi har ikkje klart å finne informasjon om kva type brensel dei brukar eller kor mykje varme dei produserer pr. år.

Mengdene reint treavfall frå Kaupanger brukt i dag til varmeproduksjon hjå ARE Treindustrier og Vesterland vert av oss estimert til ca. **490 tonn trevirke pr. år**, som kjem i tillegg til innsamlingstala for reint trevirke frå Sirkla og SIMAS IKS.

3.1.3. Bioavfall frå industriverksemdar på Kaupanger

I tillegg til at det finns ei verdikjede for biobrensel på Kaupanger, er det særleg to større industribedrifter, Lerum og ARE Treindustrier som produserer store mengder biologisk avfall på KAUPUS, i form av trepallar, frukt/bærrestar, slam og trekapp.

Lerum er den største aktøren på Kaupanger etter omsetnad, med ca. 37 % av lokal omsetnad i KAUPUS i 2023. Det dei har av biologisk avfall (bærrestar frå sluk, trepallar) går via Sirkla til SIMAS IKS og inngår i deira innsamlingstal. Lerum er i dag tilkoppa Sogndal kommune sitt reinseanlegg i Amlabukta, men det er gjort kjent at reinseanlegget er underdimensjonert i forhold til vekst i bustader og næringslivsaktivitet på Kaupanger. Det er no i gang ein prosess der Lerum er i dialog med Sogndal kommune og Statsforvaltaren om behov for eige utsleppsløyve og fortreinseanlegg for avløpsvatn/prosessvatn. Eit ev. nytt forreinseanlegget hjå Lerum vil generere eit slam som vil innehalde ein del energirike karbohydrat frå saft og syltetøyproduksjon, og vil kunne eigne seg godt til nedstraumshandtering som biogass eller bioplast/bioetanol produksjon i eit fermenteringsanlegg. Men, slammet kan også inngå i kompostering eller gå til biogassproduksjon.

ARE Treindustrier genererer ein del treavfall og kapp gjennom sin produksjon av takstolar, smartveggar, bjelkelag, PreCut veggarm. Dei siste åra har noko av trekappet frå ARE Treindustrier gått inn i ein kubbegolvproduksjon saman med TIMBLA AS og Sogneprodukt. Her

vert trekapp kutta i mindre bitar og satt på høgkant i ei golvflisramme av tre, og så brukast det lim og bindemiddel for å lime saman trebitane til ei ferdig golvflis. Dette er eit døme på oppsirkulering av treavfall, der trekapp frå ein golvplanke, takstol eller ein stender får eit lenger liv ved å bli nytta til ei golvflis. Dette fell inn under dei sirkulære prinsippa R6 *remanufacture/gjenskape*, eller R7 *repurpose/opsirkulere* i 10R rammeverket (sjå figur 3), og er ei betre og føretrekt løysing samanlikna med å brenne trekappet til oppvarming (R9). Verksemda fortel at omlag **89 tonn kapp og treflis** som ikkje kan gå til kubbegolv eller andre treprodukt, vert brent i eigen flisfyr og varmen vert nytta til oppvarming av eigne produksjonslokale og trevarelager.

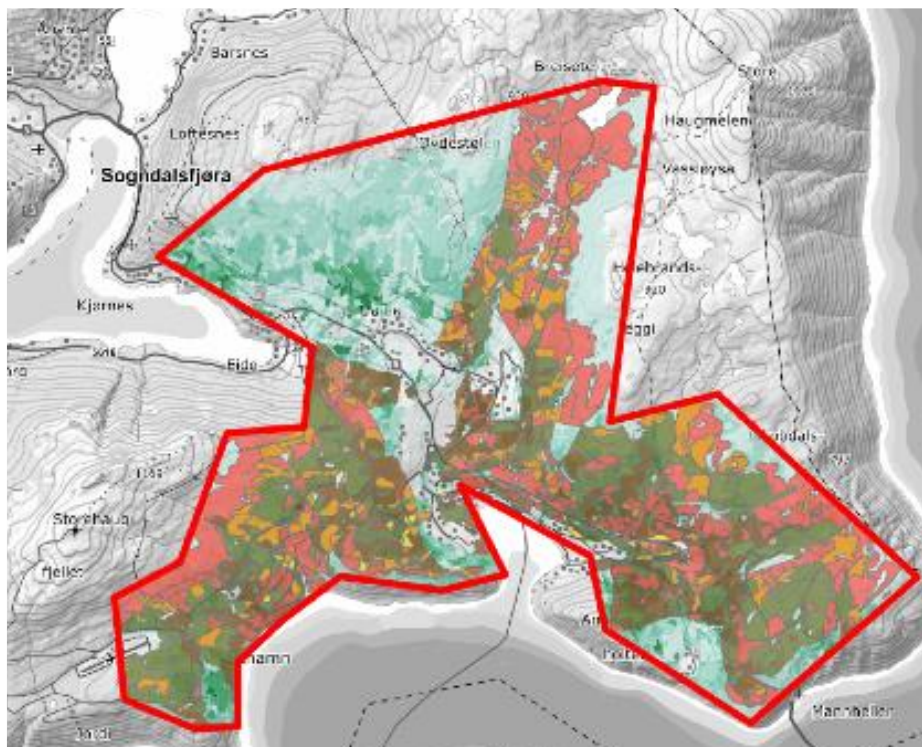
3.1.4. Trevirke/GROT frå skogsdrift på Kaupanger

Det er mykje hogstmoden skog i området på og rundt Kaupanger. Det er ikkje mogleg å angie faktiske mengder av skogsavfall som vil oppstå ved skogskjøtsel eller kor mykje mengder GROT som oppstår som følgje av avvirking av hogstmoden skog på Kaupanger pr. år. Men, for å få eit bilete på det ikkje-utnytta potensialet som ligg i desse bioressursane, har vi likevel teke med berekningar av mengder GROT som teoretisk kan oppstå ved skogavvirking i heile Sogndal kommune. Desse tala stammar frå utrekningar gjort i VF-rapport nr.9-21 (O'Toole et al, 2021). Vi fann då at potensialet for uttak av GROT var på omlag 2 053 tonn våtvekt pr. år i Sogndal kommune.

Figur 6 viser eit kartutdrag frå KILDEN⁸, ein nasjonal database over skogareal i landet. Der finn vi at på eit utvald og markert område på 65 085 dekar i og rundt Kaupanger er det totalt 35 169 dekar skog i ulike hogstklassar, der 13 190 dekar er hogstmoden skog (hogstklasse 5, med rosa farge på figur 6) og 6394 dekar er i hogstklasse 4 (brun farge på figur 6). Det er såleis eit stort potensiale for skogpleie og uttak av tømmer frå skogane på Kaupanger dei nærmaste tiåra, noko som vil auke potensialet for å samle inn GROT frå skogen og nytte dette i eit nedstraumsanlegg for biologisk avfall på Kaupanger.

Ulempa med GROT til bruk i nedstraumsanlegg er at det er krevjande å samle det saman og transportere det og at det kan innehalde ureiningar av jord/grus/stein, samt at det er viktig at noko av hogstavfallet vert att i skogen for å sikre tilvekst og det biologisk mangfaldet i skogen. Men, med relativt enkle tiltak meiner vi det kan leggjast til rette for at dei største og reinaste delane kan flisast opp og/eller transporterast ut av skogen med ATV eller traktor. Incentivet for dette kan vere at skogbrukaren kan ta seg betalt for å levere bioavfallet til eit pyrolyseanlegg.

⁸ www.kilden.nibio.no



Figur 6: Skograpport frå KILDEN for Kaupanger, tatt ut 02.09.2025 (Kjelde: www.kilden.nibio.no)

Fargeforklaring: Rosa farge: hogstklasse 5, brun farge: hogstklasse 4, mørk grøn farge: hogstklasse 3, orange farge: hogstklasse 2 og gul farge: hogstklasse 1.

3.2. Bioavfall frå nærliggande region

3.2.1. Bioavfall frå landbruket

Det vert produsert mykje frukt og grønt i Sogndal kommune og elles i kommunane i Sogn. Sentralpakkeriet for frukt- og grønt i Indre Sogn ligg ved Håbakken i Lærdal. Tabell 2 syner produksjonsvolum, og mengd utsortert til industri/press/sal og kva som vart sortert ut som avfall i 2024 (skriftleg kommunikasjon, Sogn Frukt og grønt).

Tabell 2. Utsortert til avfall frå frukt- og grøntpakkeriet i Lærdal (2024)

Frukt/grønsak	Levert ut [tonn/år]	Utsortert, til industri/ press/sal [tonn/år]	Utsortert til avfall [tonn/år]
Eple	612 (kl. 1)	91	0
Pære	161 (kl. 1)	6	31
Plomme	165 (kl. 1)	13,5	2,5
Morell	167 (kl. 1)	39	24
Potet	1670 (totalt)	<i>Ikkje kjend</i>	<i>Ikkje kjend</i>
Gulrot	1025 (totalt)	<i>Ikkje kjend</i>	<i>Ikkje kjend</i>
Totalt	3800	150 +	58 +

Dette er ikkje medrekna eventuelt anna avfall frå landbruksproduksjonen på sjølve gardane som ikkje vert sendt til pakkeriet, slik som kvist, greiner, overmoda eller øydelagt frukt/grønsaker, nedfallsfrukt e.l. Totalt er det snakk om ca. **58 tonn** biologisk avfall frå eple, pære, plomme og morell i 2024. Mindre mengder av dette vil inngå i avfallsstatistikken til SIMAS, men størstedelen går tilbake til bønder som dyrefor eller har ukjent slutthandsaming. Sogn Frukt og grønt har ikkje opplyst mengder avfall frå potet og gulrot, som det er store produksjonsvolum av. I tillegg blir det oppgitt at 150 tonn vert utsortert, og vert nytta til mat/drikkeproduksjon eller dyrefor. Vi vurderer at eit konservativt og forsiktig anslag er å leggje 58 tonn bioavfall frå landbruksproduksjon rundt Kaupanger til matavfallstala til SIMAS IKS (sjå tabell 4 og tabell 5).

3.2.2. Fiskeslam frå havbruksanlegg

Kaupanger har ikkje produksjon knytt til havbruk pr. i dag, men det finns akvakulturanlegg i Sogndal kommune (Hermansverk), og i den utvida regionen er det havbruksanlegg i Vik kommune (Arnafjord) og i Høyanger kommune (Osland Havbruk). Då fiskeslam både er ein energirik avfallsfraksjon og har blitt eit stort problem for havbruksbransjen, tek vi med berekningar av mengder våtvekt fiskeslam som oppstår frå havbruksanlegga som ligg nærmast Kaupanger, frå Hermansverk og Arnafjord.

Av informasjon frå næringsaktørane, og bruk av avfallsstatistikk og omsetningstal reknar vi ut at det samla kan oppstå rundt 341 tonn tørrvekt fiskeslam i Arnafjord og Hermansverk til saman. Fiskeslam vert oppgitt i litteraturen til å ha rundt 10 % tørrstoffinnhald (Brekke et al. 2017), slik at vi då kan rekne oss fram til at det oppstår **3410 tonn våtvekt fiskeslam pr. år**. Korleis dette fiskeslammet vert handtert i dag er ikkje gjort kjent for oss. Men, den vanlegaste slutthandsamingsløysinga for fiskeslam er å bruke det til biogassproduksjon, eller direkte som ensilasje/gjødsel i landbruket og til pyrolyse/forbrenning. Vi kjenner til at det vert arbeidd med planar om å etablere ei eiga nedstraumsløysing for fiskeslammet lokalt i Arnafjord. Dialog her vil sikre at investeringar i regionen rundt nedstraumsløysingar koordinerast godt, for best mogleg utnytting av råstoff og produkt og styrkar driftsøkonomien for eventuelle nye behandlingsanlegg.

3.2.3. Trevirke frå vegkantrydding

Det er stor tilvekst av busker, kratt og skog rundt vegane våre. I dag vert vegkantane slått, kantpussa og tre, kvist og greiner vert flisa opp og lagt i vegkanten til rotning/nedbryting. Vi berekna tal for mengder treavfall som oppstår ved vegkantrydding i Presis Vegdrift sitt kontraktssområde i Sogn og Indre Sunnfjord i VF-rapport nr. 9-2021 (O'Toole et al. 2021). Med eit total mengde på $70\,874\text{ m}^3/5\text{ år}$, får vi $14\,175\text{ m}^3$ treavfall pr. år. Med eit forsiktig estimat om at densitet på blandingsflis av gran og furu er rundt $350\text{ kg våtvekt/m}^3$ får vi rundt **4 961 tonn vegkantryddeavfall pr. år**. Det teoretiske anslaget er nok sannsynleg satt noko høgt, då tilveksten pr. år på dei same vegane vil reduserast i vedlikehaldsperioden og ikkje generere like store mengder årleg.

Den største ulempa med denne fraksjonen er at det ikkje finns infrastruktur til å samle saman vegkantflis pr. i dag og system for å transportere denne inn til Kaupanger. Vi har likevel valt å ta denne fraksjonen med som potensielle bioressursar som kan inngå i eit anlegg. Men, det bør vere mogleg å utvikle innsamlingsordningar for dette. Til dømes kan fliskuttaren som nyttes til kanthogst frese flisa opp i store big bags som kan hentast av ein lastebil eller at flisa fresast rett i lasteplanet og køyrt vekk etterkvart. Dette er ein innovasjon som vegvedlikehaldarar som Presis Vegdrift og Sogn Biohub bør sjå nærmare på dersom pyrolyseanlegget på Kaupanger vert ein realitet. Ei teknologiutvikling på dette feltet kan nå ut til eit stort marknad i Norge og i utlandet, der skogrydding rundt veg og infrastruktur er viktig for trafikktryggleik og utsikt. Desse bioressursane ligg i dag og rotnar i vegkanten og slepper CO_2 raskt ut att i atmosfæren og frigjev næringsstoff som gir rask tilvekst av nye busker og kratt. Biomassen kan i staden seljast som råstoff til eit pyrolyseanlegg, der om lag 50 % av karbonet vert teken ut av kretsloopet ved å binde det i biokol, i tillegg til produksjon av fornybar bioenergi/overskotsvarme.

3.3. Totale mengder bioavfall tilgjengeleg for Sogn Biohub

Vi har vist SIMAS IKS sin statestikk for avfallsfraksjonar som vert samla inn frå næringsliv og hushaldingar på Kaupanger og elles frå kommunane i Sogn i figur 5 og tabell 1. I tabell 3 nedanfor summerer vi opp tal for andre potensielle kjelder til biomateriale og bioavfall frå Kaupanger og frå regionen rundt, omtalt i kap. 3.1 og 3.2 ovanfor. Dokumenterte og teoretiske berekna mengder viser at det kan vere eit potensial for å samle inn omlag dobbelt så mykje bioavfall som det SIMAS IKS samlar inn til Kaupanger pr. i dag. Utover dette er det fleire kjelder til bioavfall som ikkje er

⁹ <https://verdiskapingsfondet.no/wp-content/uploads/2024/01/Markedsundersokelse-energivirke-Kortversjon.pdf>

omfatta av vår kartlegging (sjå kap.3.3.1), som kan utvide ressursgrunnlaget ytterlegare for nye nedstraumsløysingar i området.

Tabell 3: Totale mengder biomateriale i regionen utanom SIMAS IKS statistikken

Bioavfall frå andre kjelder på Kaupanger eller nærliggande region	Tonn våtvekt
GROT, Sogndal kommune	2 053*
Vegrydding, større region	4 961*
Treavfall (som går direkte til ARE og Vesterland i dag til biobrensel)	490
Fiskeslam, Arnafjord og Leikanger	3 410
Landbruksavfall (grønsaker, frukt og bær)	58
TOTALT	10 972

(Tal merka* har kjelde: O'Toole et al. 2021)

Vi slår saman mengdene innsamla gjennom SIMAS IKS for 2024 (tabell 1) og mengder bioavfall vi har funne fram til eller berekna i tabell 3, for å finne totale mengder for ulike bioavfallsfraksjonar som er tilgjengeleg for Sogn Biohub (sjå tabell 4). Sidan nokon av mengdene i tabell 3 og 4 er berekna og det enda ikkje finns innsamlingsordningar for fraksjonane, skil vi mellom desse i tabell 4. Vi markerer rader med grøn farge for dokumenterte mengder vi har fått gjennom informasjon frå verksemder, og grå farge på rader med stipulerte, teoretiske mengder. Vi ser då at det potensielt kan vere **totalt 21 543 tonn bioavfall tilgjengeleg for Sogn Biohub** kvart år.

Tabell 4: Samla dokumenterte og potensielle mengder bioavfall tilgjengeleg i 2024 for Sogn Biohub

	tonn/år		
Bioressurs/bioavfall	2024	Skjebne i dag	Kommentar
Papp/papir	1 399	Materialgjenvinning utanfor regionen	Mengder innsamla av SIRKLA/SIMAS
Reint trevirke	1 528	Kompost + biobrensel	SIMAS sitt + ARE/Vesterland sitt forbruk av biobrensel
Blanda trevirke/returtrevirke	1 909	Forbrent utanfor regionen	Ein del av denne fraksjonen kan med betre utsortering/forbehandling gå inn i verdikjeder for reint trevirke
Avløpsslam	1 570	Kompost	
Sikterest	622	Forbrent med restavfall	Ein del av denne fraksjonen kan med betre utsortering/forbehandling gå inn i verdikjeder for reint trevirke
Hageavfall	1 452	Kompost	
Matavfall	2 564	Kompost	
Feitt	17	Kompost	
Landbruksavfall (frukt og bær)	58	Kompost/ukjent	Noko leverast til SIRKLA/SIMAS og går i kompost, noko går tilbake til bøndene til dyrefôr/heimekompostering.
TOTALT	11 119	Dokumenterte bioavfall/bioressursar tilgjengeleg i Sogn Biohub i 2024	

Fiskeslam	3 410	Ukjent	Frå Arnafjord og Hermansverk sine akvakulturanlegg
GROT	2 053*	Ligg att i skogen	Behov for innovasjon og utvikling rundt innsamling/logistikk
Vegkantryddeavfall	4 961*	Ligg att i vegkanten	Behov for innovasjon og utvikling rundt innsamling/logistikk og ev. endra krav til handsaming
POTENSIELT	21 543	Potensielle avfallsressursar tilgjengeleg for Sogn Biohub pr. år gitt at 2024 tala held seg stabile og nye bioressursar vert samla inn	

3.3.1. Biologiske ressursar som ikkje er med i kartlegginga

Det geografiske scopet i denne kartlegginga har vore å samle inn data frå kva avfall som vert skapt av aktivitet og produksjon hjå KAUPUS verksemder, inklusive SIRKLA og SIMAS IKS sin aktivitet. Vi har berre i nokon grad innhenta, samla eller berekna tal frå næringsaktivitet elles i Sogneregionen i kap. 3.2 og 3.3. Det har ikkje vore økonomiske ressursar eller tid i oppdraget til å forfylgje alle moglege bioressursar som kan oppstå i heile Sogneregionen. Men, vi vil likevel nemne nokre fraksjonar eller aktivitetar som Sogn Biohub kan prøve å få kartlagt i det vidare arbeidet. Dette er samanstilt i tabell 5 nedanfor, og bør kartleggast nærmare i eit vidare arbeid.

Vedlikehald av kraftliner: dersom det finns tal på kor mange løpemeter linjetrasear som vert rydda for skog og eventuelle trenedfall hjå kraft- og linjeselskap i regionen, kan vi gjere ei berekning av kor mykje reint trevirke som då kan oppstå og utnyttast.

Planteavfall frå blomsterhandel og planteskule: det er fleire store aktørar i regionen som sel blomar, planter og busker, t.d. Europris på Kaupanger, Coop Extra, Mester Grønn i Sogndal og Felleskjøpet i Sogndal, planteskulen på Ylvisåker og Syrstrand gartneri på Hermansverk. Dette avfallet frå regionen kjenner vi ikkje skjebnen til i dag og inngår difor ikkje i våre tal.

Landbruksavfall som kvist, greiner, trekapp, halm og gras: Dette er i dag biologisk avfall som det er unntak for i ureiningslova¹⁰, og Sogndal kommune tillet brenning av dette på garden til visse tidspunkt, i si lokale forskrift for opa brenning¹¹. Sjølv om dette er lovleg avfallshandtering i dag, vil dette kunne endrast i framtida gjennom regelendringar, som sikrar at bioressursar frå landbruket ikkje går til spille, men kan inngå i sirkulære bioøkonomiske verdikjeder lokalt.

Emballert matavfall frå daglegvarekjeder: Daglegvarekjeder har bransjeavtalar for logistikk for varelevering og innsamling av avfall, t.d. gjennom ASKO. I tillegg brukar kjedebutikkane ofte andre avfallsselskap enn dei lokale, slik som Norsk Gjenvinning eller Franzefoss. Men, her er det

¹⁰ <https://lovdata.no/lov/1981-03-13-6/§8>

¹¹ <https://lovdata.no/dokument/LF/forskrift/2024-10-03-2840>

store mengder emballert matavfall som oppstår her i Sogn som i dag sendes ut av regionen for handsaming.

Bryggeriavfall og pressrestar frå sider og juiceproduksjon: Det oppstår ukjente mengder bryggeriavfall (mask) og pressrestar (pomace) frå ølbrygging, siderproduksjon og juicepressing i regionen. Særleg store aktørar finn vi i Balestrand med Balholm og i Flåm med Ægir bryggeri. Det har ikkje vore rom å kartleggje desse biofraksjonane i dette arbeidet.

Tabell 5. Moglege kjelder til biologisk restråstoff som ikkje er talfesta i rapporten

Aktivitet	Moglege kjelder
Potetavfall	Sogn frukt og grønt (Lærdal)
Landbruksavfall (kvist, greiner, halm og gras)	Bondelaget, lokale bønder
Pressrestar/bryggeriavfall	Amble gard, Balholm, Ægir, cider og vinprodusentar i Sogn
Rivingstrevirke, forskalingstrevirke	Større entreprenører innan bygg og anlegg
Tekstilar	SIMAS IKS sin avfallsstatestikk for 2025
Papp og papir frå møbelbutikkar, elektrobutikkar	Elkjøp, Bohus, JYSK
Emballert matavfall frå daglegvarehandel	Coop Extra, REMA 1000, Meny
Brød og bakevarer	Marianne Bakeri og Kafe, Lustrabui, Fredag og Fretland
Blomster og planteavfall frå blomsterbutikkar, gartneri	Mester Grønn, Europris, Felleskjøpet, Systrond Gartneri
Vedlikehald av kraftliner	Sognekraft, Statkraft, Statnett, Luster Energiverk

3.4. Materialstraumar som går mellom KAUPUS verksemder og omegn i dag

Målet for Sogn Biohub er å utvikle sirkulære verdikjeder eller industriell symbiose der bioressursar og bioavfall frå ei verksemd kan gå inn i verdiskapinga til ei eller fleire andre. Ut frå materialet som er systematisert i studiet, kjem det fram at det allereie går ein del biologiske materialstraumar mellom ulike verksemder på KAUPUS med omegn (sjå tabell 6). Vi vil særleg trekkje fram dei vel 400 tonna med reint treavfall som i dag går frå ulike industriverksemder og byggevarehandel til biobrenselanlegget til Vesterland. Vesterland sparar store utgifter til innkjøp av elektrisk straum for å varme opp lager og kontorbygg, hytter, restaurant, leikeland og svømmebasseng til gjestene sine med å utnytte reint trevirke til brensel.

Å nytte lokalt bioavfall til biobrensel lokalt er normalt både økonomisk og miljømessig betre løysing, enn å sende bioavfallet vekk til biobrenselsføremål andre stader i landet, sidan vi sparar transportkostnader og utslepp frå transport av avfallet. Det føreligg ikkje konkrete utrekningar av miljø- og klimateffekten dette vil utgjere i denne analysen, men dette er utrekningar som bør innlemmast i vidare kartleggingsarbeid. Men, å utnytte bioressursar direkte som biobrensel,

scarar ikkje særleg høgt ut frå sirkulær økonomiske prinsipp, og er berre definert som R9 *recovery* eller energigjenvinning. Dersom fyrkjelane som er på Kaupaner i dag vert erstatta med eit pyrolyseanlegg, vil ein kunne produsere biokol i tillegg til biovarme, syngas og bioolje. Produksjon av biokol fører til at vi hamnar eit steg oppover i «Lansinks stige» (Lansink, 1979), til R8 *recycle* eller materialgjenvinning. Biokol er eit produkt som kan seljast på marknaden både som jordforbetningsmiddel og som klimakreditt, sidan biokol lagrar CO₂ stabilt i jorda i over 100 år (O'Toole et al. 2021).

Ei annan viktig materialstraum vi vil trekke fram er det nylege initiativet til Vill OPP og Timbla AS, der dei produserer kubbegolvfliser av trekapp frå ARE Treindustrier. Dette tilsvarar dei sirkulære prinsippa R6 eller R7, og er ein aktivitet som bør styrkast og utvidast for å ha best mogleg sirkulær utnytting av biologiske restressursar/sidestraumar lokalt. Vi har dessverre ikkje klart å talfeste mengder trekapp som går til kubbegolvproduksjon, sidan produksjonen vart starta opp i 2024. Kubbegolvflisane produserast av Sogneprodukt, som er ei arbeidstreningsverksemd og bidreg positivt også til sosiale berekraftsmål for KAUPUS.

Tabell 6: Materialstraumoversikt mellom verksemder på KAUPUS med omegn

Aktør	Kjerneverksemd	Råstoff/energi INN	Produkt UT	Restråstoff/sidestraum UT
Jordbruk	Frukt- og bærproduksjon	Gjødsel (eige), kompost (SIMAS), varme/energi	Frukt/bær (til LERUM)	Frukt og bæravfall (til mat/for, matavfall), greiner og kvist (kompost/opa brenning), overskotsgjødsel (til biogass?)
Skogbruk	Tømmer- og vedproduksjon	Biokol kan brukast til å "gjødsle" skog, drivstoff	Tømmer (til ARE/Timbla)	Ved (til Vesterland), GROT (til pyrolyse?)
ARE	Takstolar	Tømmer (frå skogbruk), straum/varme (eigen fyrkjel)	Takstolar mm. (til bygg hjå private og bedrifter)	Trekapp (til Timbla/kubbegolv), treavfall (til varme/pyrolyse?), aske (til kompost/gjødsel)
Timbla	Møblar, Kubbegolv	Tømmer (frå skogbruk), trekapp (frå ARE), straum	Heiltremøblar, kubbegolvflisar	Treflis og spon (til varme/pyrolyse?)
XL-bygg m.fl	Byggematerialar	Reint trevirke, Straum/varme	Byggematerialar	Treavfall (til pyrolyse/kompost/kubbegolv)
LERUM	Saft/syltetøy-prod.	Frukt/bær (frå jordbruk), straum, varme (eige bruk)	Saft/syltetøy, varme?	Avløpsslam (til biogass?), overskotsvarme
Vesterland	Turisme, varmeprod. (næringsliv)	Skogsvirke/ved (frå skogbruk), hageavfall (eige), kapp/trevirke		Varme (eige bruk), aske (til kompost/gjødsel)
SIMAS	Avfallshåndtering (Hushaldningar)	Matavfall, hageavfall, treavfall, slam	Kompost (til jordbruk/parkanlegg)	Sikterest (til forbrenning/pyrolyse?), restavfall (til forbrenning/OxyWTE?)
SIRKLA	Avfallshåndtering (Næring)	Næringsavfall, rivingstrevirke, trepallar (frå bedrifter)		Trevirke (til forbrenning/kompost/pyrolyse?)

Det er viktig i det vidare arbeidet med Sogn Biohub, at det vert planlagt nedstraumsløysingar og andre sirkulær økonomisk samarbeid som sikrar at biomassane vert utnytta så høgt opp i *Lansinks stige* som mogleg. Difor er det viktig for Biohuben å bygge kompetanse for avfallsreduksjon og avfallsplanlegging. Slik at nokre materialstraumar og avfallsressursar kan stoppast eller reduserast (R0-R2), brukast om att (R3), reparerast (R4), renoverast eller pussast

opp (R5) og brukast til same eller andre føremål og produkt (R6, R7), før løysingar som berre gjev materialgjenvinning (R8) eller energiutnytting (R9) vert vald som slutthandsamingsløysing.

Vi har samla alle dei sirkulær økonomiske initiativa vi kjenner til på Kaupanger eller i Sogndal kommune i tabell 7 (grøn farge), og viser korleis desse møter dei sirkulære prinsippa i 10R rammeverket. Vi har også lagt inn nokre andre moglege nedstraumsløysingar som kan vurderast for å auke sirkulær verdiskaping av biologiske fraksjonar frå området (sjå tabell 7, oransje/gul farge).

Tabell 7: Sirkulære initiativ på Kaupanger eller Sogndal kommune (grøn farge) eller som kan vurderast (oransje farge)

Type bioavfall/restressurs	Aktør	Nye produkt	10R prinsipp
Matavfall, utgåtte matvarer	SIMAS IKS, SmakeMeir	Mat av overmoden frukt og grønt og datovarer	R0
Bygningsmateriale i tre	SIRKEN shop/SIRKLA	Brukke bygningsmateriale i tre får lengre liv	R3, R6/R7
Brukke møblar, interiør, bøker og tekstilar	NMS Gjenbruk	Brukke møblar og utstyr får lengre liv	R3
Brukke møblar, småvarer, interiør, ski og fritidsutstyr	SIMAS IKS, ombruk på miljøstasjonar	Brukke møblar og utstyr får lengre liv	R3
Klede, tekstilar, brukte møblar	Poden & Boden	Brukke klede/tekstilar	R3
Matavfall, hageavfall, slam	SIMAS IKS	Kompost	R8
Brukke, øydelagde klede	Inna Ushakova	Reparerte klede, omsydde, redesigna klede	R4, R5-R7
Avfallstekstilar	Sogneprodukt	Klutar/filler til oppsuging av søl, moppar	R7
Flis, tremasse	?	Trefiberplater, papirproduksjon	R7
Avfallstekstilar	?	Stopping/fyll i møblar, isolasjonsmateriale	R7
Avfallstekstilar	?	Tau som kan inngå i møbelproduksjon	R7
Treavfall, kapp	?	Møbelproduksjon, veggfliser, romdelarar	R7

3.5. Vurdering av slutthandsamingsanlegg for bioavfall på Kaupanger

Mykje av bioressursane som oppstår på Kaupanger kan gå inn i eksisterande eller nye sirkulære verdikjeder med fokus på ombruk, reparasjon og ombygging (tabell 6 og 7). Teoretisk vil dei fleste biologiske produkt kunne ha mange rundar i livsløpet sitt før dei til slutt går ut av ombrukskretslopet og må handterast som avfall. Det er difor viktig å planleggje for eit eller fleire slutthandsamingsanlegg som til sist kan frigjere materialar og energi frå bioavfallet tilbake i verdikjedene.

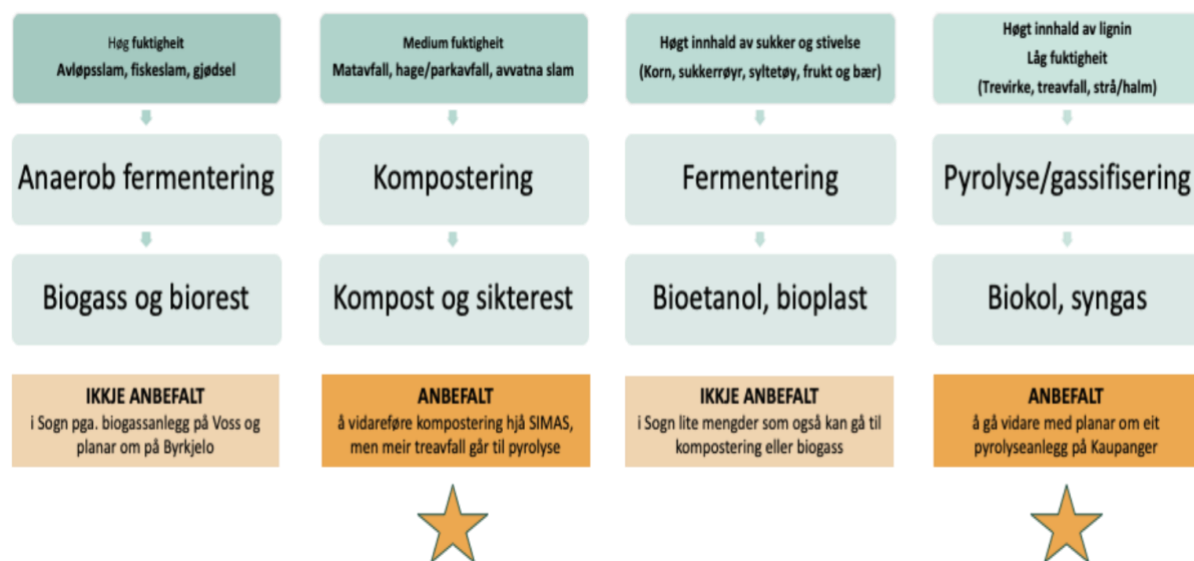
Vi har difor gjort ei enkel vurdering om moglege slutthandsamingsløysingar for bioavfall på Kaupanger. Vurderinga er gjort på grunnlag av innsamla mengde og kjemiske/fysiske eigenskapar til bioavfallet som oppstår eller vert innsamla i området. Vi støttar oss til anbefalingar frå vitenskapleg litteratur på feltet, etablerte prinsipp for sirkulær økonomi (figur 2 og 3) og det teoretiske grunnlaget for industriell økologi (sjå kap 2.5). Papp og papir fraksjonen går i dag til papirgjenvinningsanlegg utanfor regionen. Vi tilrår at denne tørre, celluloserike fraksjonen fortset å gå inn i nye verdikjeder for papp og papirproduksjon og omtalar ikkje denne fraksjonen noko vidare i rapporten.

3.5.1. Pyrolyse

Pyrolyse er det siste tiåret blitt ein føretrekt metode for å konvertere biomasse som innheld mykje lignin og lignocellulose til biokol. Lignin har høg termisk stabilitet og gjev godt utbytte av biokol (Zadeh et al. 2020 og O'Toole et al. 2021). Ved pyrolyse vert biomassen brent mellom 400-1000 grader Celcius, flyktige grunnstoff vil gå over i gassfase og karbonet som vert att vert omforma i aromatiske ringar i form av biokol (Budai, et al. 2016). Desse karbonstrukturane er svært vanskeleg for nedbrytarar (bakteriar og sopp) i jorda å bryte ned dei aromatiske karbonforbindelsane til CO₂ og vatn, dermed har biokol ein karbonlagringsfunksjon, der karbonet vil vere stabilt i jorda i over hundre år (Rasse et al. 2019 og O'Toole et al. 2021).

På Kaupanger har vi vist at det i 2024 var **1 528 tonn reint trevirke** frå SIMAS IKS og verksemdar som kan passe godt til å brennast i eit pyrolyseanlegg. Men, det ligg eit potensiale for til saman vel **8 542 tonn årleg** av reint trevirke, dersom vi legg til berekna biomasse som kan kome inn årleg i området frå skogpleie, skoghogst, og vegkanthogst (sjå tabell 8). Reint trevirke og skogsavfall har eit høgt innhald av lignin og lignocellulose og har relativt låg fuktigheit som eignar seg godt til pyrolyse (Zadeh et al. 2020 og O'Toole et al. 2021). Vi har ikkje hatt ressursar til å vurdere ulike pyrolyseteknologiar i dette avgrensa oppdraget. Men, i eit forprosjekt gjennomført av Tolga kommune, finn vi at ein vanleg omn brukt i norske pyrolyseanlegg er Biomacon C500, kan handtere inntil 2 360 tonn biomasse pr. år i løpet av 8000 driftstimar og produsere 453 tonn biokol pr. år. (Tolga kommune, 2025). Ressurskartlegginga vår viser at det er potensiale til å hente inn nok reint treavfall på Kaupanger pr. år til å drifte ein pyrolysereaktor i denne storleiken, i tillegg til å halde fram med kompostering av våtare biomasse som i dag.

I det vidare arbeidet i Sogn Biohub bør ulike teknologiar for pyrolyse samanliknast, med omsyn til kapasitet, tørkebehov av råstoff, biokolutbyte og kWh varmeenergi den kartlagde mengda bioavfall kan potensielt gje.



Figur 7: Anbefalt slutthandsamingssløysingar av ulike typar biomasse, med bioprosesseringsteknologi og produkt

3.5.2. Kompostering

Kompostering er ein nedstraumsløysing for biomasse som er enkel og rimeleg å drifte. SIMAS IKS har drive med kompostering av matavfall på Kaupanger i over 20 år, og har utvikla ein rankekomposteringsmetode som gjer at 65-70 % av matavfallet vert attvunne. Dei produserer høgverdig og potent kvalitetskompost som jordforbetningsmiddel til private og næringslivskundar. Dei produserer også parkkompost av avløpsslam. Dei har hatt periodar med gratis utlevering av kompost for å få opp etterspurnaden i marknaden, men sel no komposten frå 200-630 kr pr. m3 inkl. moms til private og frå 150-400 kr pr. m3 eks. moms til næringsdrivande¹².

SIMAS IKS har saman med Aurland kommune¹³ testa ut å tilsette biokol i komposteringsprosessen for å redusere utslepp av klimagassar i komposteringa, og ynskjer å blande inn biokol i sin kompost for å lage ein klimakompost som både verkar jordforbetrande på kort sikt, men som også held på næringsstoff og vatn til plantene og frigjer dette litt etter litt. Denne klimakomposten vil i tillegg til å ha ei karbonbindande funksjon også auke karboninnhaldet i jorda for seinare generasjonar. Klimakompost kan gje betre avling særleg i tilsett sandhaldig jordsmonn (med lite organisk humusinnhald) på både kort og lengre sikt.

SIMAS IKS ynskjer å halde fram med kompostering av matavfall, hageavfall og slam (munnleg kommunikasjon, SIMAS IKS). Vår anbefaling er difor at dei halvtørre og halv våte biomassane som matavfall, hageavfall, avløpsslam, feitt og landbruksavfall som oppstår og samlast inn i området,

¹² <https://www.simas.no/simaskompost>

¹³ <https://www.miljodirektoratet.no/kutte-utslipp-av-klimagasser/klimasats/2020/klimakompost---biokol-som-tilsetning-i-kompost/>

vert kompostert også i framtida. Då sikrar ein høg kompostproduksjon sjølv om reint trevirke frå området går inn i ein annan slutthandsamingsprosess. I vår kartlegging utgjer desse nemnde fraksjonane totalt **5 661 tonn biomasse pr. år**, og er omlag tusen tonn mindre enn den mengda som vart kompostert av SIMAS IKS i 2024 (6 641 tonn, inkludert reint trevirke).

Tabell 8: Anbefalte nedstrømsløyningar for biomasse som oppstår på Kaupanger med omegn (mengder merka med grå farge er stipulerte, teoretiske mengder)

Ressursstrøm	Mengde (tonn)	Anbefalt nedstrømsløyning
A. Tørre, låg fuktighetsgrad	8542	PYROLYSE for Biokol + Varme
Reint trevirke (SIMAS)	1038	Reint trevirke er ideelt for biokol (høg C-andel, lite ureining).
Treavfall (frå Kaupus verksemdar)	490	Råstoff av god og rein kvalitet (pallar, plank, kapp, reint rivingstrevirke)
GROT Sogndal	2053*	Ny fraksjon - krev ny infrastruktur, innsamling/transport, reint hogstavfall, greiner, kvist, røtter mm (kan ha litt jord og grus som ureining)
Vegkantryddeavfall (Sogn)	4961*	Ny fraksjon - krev ny infrastruktur og innovasjon hjå vegvedlikehaldar, oppsamling/transport av flis
B. Fuktige, høgt organisk innhald	5661	Eksisterande KOMPOSTERING + Biokolberiking
Matavfall	2564	Fortset i kompost.
Hageavfall	1452	Fortset i kompost, stukturmateriale
Avløpsslam	1570	Fortset i kompost.
Fett	17	Fortset i kompost (liten mengde).
Landbruksavfall (Gr.saker, frukt/bær)	58	Ny fraksjon - krev ny infrastruktur, innsamling/transport
C. Våt fraksjon, energirikt innhald	3410	BIOGASS
Fiskeslam (Arnafjord/Leikanger)	3410	Ny fraksjon - krev ny infrastruktur for innsamling og tørking/behandling, kan gå til biogass utanfor regionen?
D. Ureine fraksjonar	2531	Energigjenvinning med reinseanlegg - utanfor regionen
Blanda trevirke	1909	Forbrenning til varme. (Med betre utsortering/forbehandling vert nok ein del reint nok til å gå til pyrolyse)
Sikterest	622	Forbrenning til varme. (Med betre utsortering/forbehandling vert nok ein del reint nok til å gå til pyrolyse).

3.5.3. Biogass

Biogass består av hovudsakleg metan (CH₄) samt CO₂ og vert danna ved anaerob nedbryting (utan oksygen) av organisk materiale som matavfall, fiskeslam og husdyrgjødsel¹⁴. Biogass kan erstatte naturgass utvinna frå fossile kjelder i drivstoff til bilar, bussar og fly, kan brukast til

¹⁴ <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/kutte-utslipp-av-klimagasser/klima-og-energitiltak/fornybar-energi/utrede-potensialet-for-biogass/>

oppvarming eller til straumproduksjon, og vert rekna som ei fornybar og klimanøytral energikjelde i det nasjonale klimagassrekneskapet¹⁵. I tillegg til biogass vil det produserast ein bioest som enten kan brukast direkte som gjødsel i jordbruket eller gå til pyrolyse/forbrenning.

Biogassproduksjon skjer ved forrotning av ein vassrik suppe av biomasse, og passar for fuktige, energirike biofraksjonar som ikkje inneheld for mykje cellulose eller lignin (trevirke)¹⁴. Det er difor særleg eigna for fiskeslam frå KAUPUS og utvida region i Sogn, som oppstår i omlag 3410 **tonn pr. år**. Fiskeslam kan også avvatnast, tørkast og forbrennast eller pyrolyserast til biokol, men dette er ei mindre berekraftig handtering og ei løysing vi ikkje vil anbefale, då det krevst mykje energi til å avvatne og tørke slammet før det kan pyrolyserast (O'Toole et al. 2021). Fiskeslam er heller ikkje ei ynska massestraum KAUPUS ynskjer å utvikle sirkulære næringsaktivitet av pr. i dag, grunna risiko for luktproblem og sjenanse på næringsområdet (munnleg kommunikasjon, KAUPUS næringsforeining). Vår anbefaling er derfor at fiskeslam som oppstår i regionen, heller bør gå til produksjon av biogass, enten i det nye biogassanlegget på Voss, eller til det planlagde biogassanlegget på Byrkjelo eller ei anna nedstraumsløysing som kanskje vert etablert i Arnafjord i framtida.

3.5.4. Forbrenning med energigjenvinning

Ein del biologisk avfall frå KAUPUS og utvida region går i dag til avfallsforbrenningsanlegg med energigjenvinning på austlandet eller Linköping i Sverige (munnleg kommunikasjon, SIMAS IKS). Dette er den fraksjonen som er oppgitt som *Ureine fraksjonar* i tabell 8, og består av blanda trevirke (returtrevirke) og sikterest. Denne fraksjonen utgjer totalt **2 531 tonn biomasse** pr. år.

Blanda trevirke eller returtrevirke er rekna som farleg avfall, sidan det inneheld ein del ureinande stoff som tungmetall, maling/lakk, plast mm. Sikterest er det materialet som ikkje har blitt godt nok kompostert i komposteringsprosessen eller som er brukt til strukturmateriale i botnen for å sikre tilstrekkeleg lufttilgang i komposteringa. Sikteresten består i hovudsak av større trebitar og flis, men vil også innehalde ein del plast, litt metall og anna ureining frå biomassane som er brukt.

Det er mogleg å utvikle og etablere betre utsortering og forbehandling av returtrevirke, slik at meir av denne fraksjonen vert reint nok til å inngå som råstoff i eit pyrolyseanlegg (skriftleg kommunikasjon, SIMAS IKS). Vidare er det SIMAS IKS si oppfatning at også sikteresten med litt betre forbehandling også kan inngå som råstoff i eit pyrolyseanlegg. Vi vil anbefale at det først vert gjennomført testforsøk og optimalisering av forbehandlingstrinn av både blanda trevirke og sikterest, for å få betre grunnlag for å vurdere kor stor del av desse fraksjonane som vert reine

¹⁵ <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/transport/biodrivstoff/>

nok til å inngå i produksjon av biokol. Før vi har meir kunnskap, vel vi å definere desse to fraksjonane som ureine her i denne kartlegginga. Vi tek likevel høgde for at det kan vere eit potensiale for omlag **1 500-2 000 tonn ekstra råstoff** til eit eventuelt pyrolyseanlegg med innføring av ekstra forbehandlingstrinn for blanda trevirke og sikterest frå området.

Vår anbefaling er at det ikkje etablerast forbrenningsanlegg for restavfall eller biomasse som er definert som farleg avfall på Kaupanger, då dette krev store investeringar i prosess- og reinseanlegg. Slike anlegg er også sterkt regulert/kontrollert og kan fort bli ein konfliktskapande aktivitet med risiko for utslepp av ureining til luft på industriområdet til KAUPUS, der avstanden mellom industri og private hushald er kort.

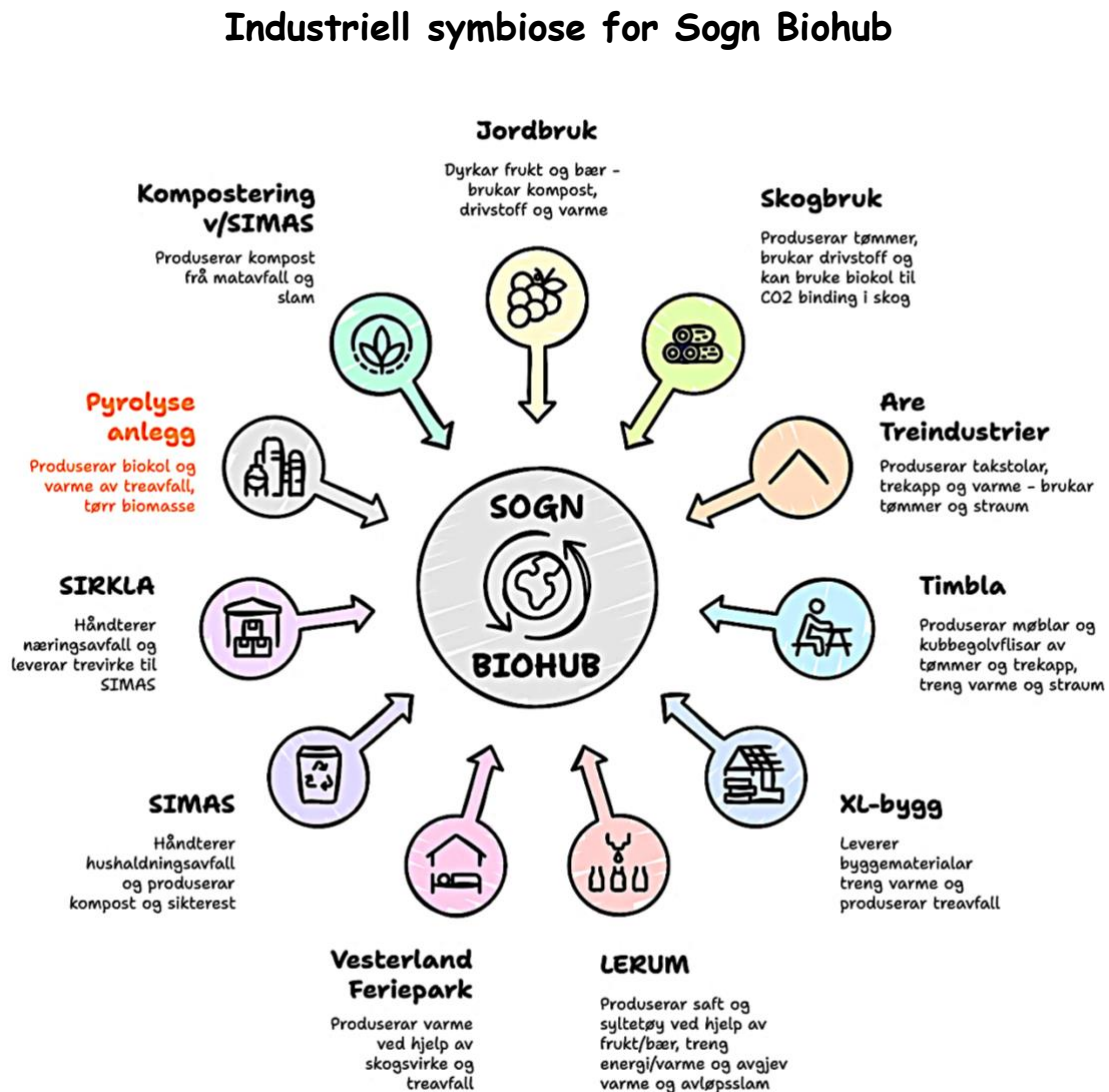
3.5.5. Samla vurdering av slutthandsamingsløysingar på KAUPUS

Vår samla vurdering basert på ressurskartlegginga er at dei mest aktuelle nedstrømsløysingane for Kaupanger og Sogn Biohub er å kombinere kompostering hjå SIMAS IKS med eit nytt pyrolyseanlegg for tørt trevirke, som kan produsere biokol og varmeenergi i eit fjernvarmenett til verksemdene på KAUPUS. Ei investering i pyrolysereaktor vil redusere masseflyten som ARE Treindustrier i dag brukar i eigen flisfyringsomn og som går mellom ulike verksemdar på Kaupanger og til biobrenselanlegget hjå Vesterland Feriepark. Ei framtidig utvikling og investering i pyrolysereaktor, bør difor skje i dialog med dei lokale aktørane som i dag er avhengig av biomasse som oppstår i området for si verdiskaping og/eller brukar bioenergi for å redusere sine straumutgifter. Vi anbefalar at Sogn Biohub og aktørane tilknytt huben får gjennomført den planlagde energikartlegginga i området, og i tillegg kartlegg ulik pyrolyseteknologi og nødvendig infrastruktur som trengs utbyggast for best å få utnytta restvarmen frå anlegget.

Det må også gjerast ei økonomisk analyse av driftsgrunnlaget inklusive diverse offentlege støtteordningar og skisserast moglege eigarskapsmodellar i samarbeid med aktørane og ev. andre investorar. For å sikre eit stabilt og høgt nok ressurstilgang til eit nytt pyrolyseanlegg for at det skal bli økonomisk drivverdig over tid, så bør anlegget også gje synergjar til ev. andre nedstrømsanlegg som er etablert eller er planlagt i den utvida regionen (Voss, Nordfjord, Sunnfjord, Valdres, Hallingdal). Det kan t.d. jobbast med å inngå langsiktige leveringsavtalar og utveksling av avfallsfraksjonar mellom dei store renovasjonsaktørane i den utvida regionen, BIR, Valdres kommunale renovasjon (VKR), Hallingdal renovasjon (HR), SIMAS IKS, NOMIL og SUM, som gjer at nedstrømsanlegg det vert investert i på ulike stader kan utfylle kvarandre og vere økonomisk drivverdige over tid.

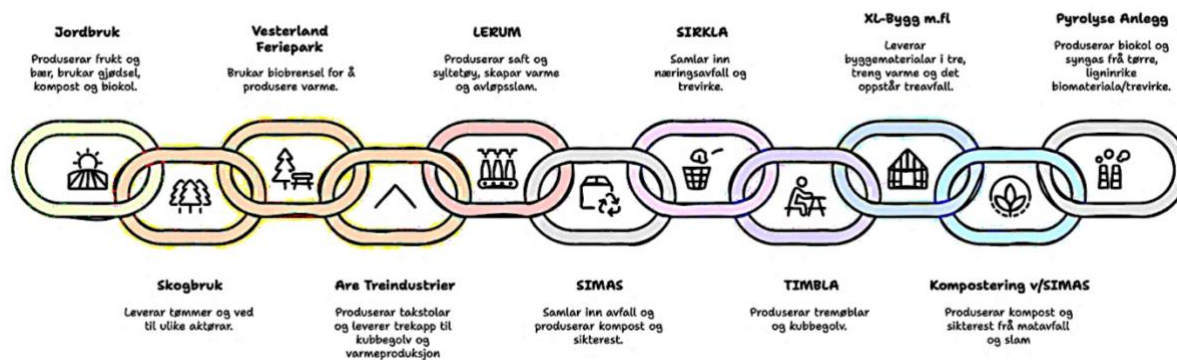
3.5.6. Illustrasjon av korleis industriell symbiose ved Sogn Biohub kan sjå ut i framtida

Vi har brukt AI verktøyet Napkin og laga nokre illustrasjonar om korleis ei aktørkjede og ein industriell symbiose på Kaupanger kan sjå ut (figur 8 og 9). I modellane har vi lagt inn dei føreslegne slutthandsamingsløysingane for bioavfall frå området, kompostering og pyrolyse.



Figur 8: Industriell symbiose for Sogn Biohub på Kaupanger (laga med hjelp av KI verktøyet Napkin)

Aktørkjede for Sogn Biohub



Figur 9: Aktørkjede for Sogn Biohub på Kaupanger (laga ved hjelp av KI verktøyet Napkin)

4. Konklusjon

Basert på denne ressurskartlegginga, er vår samla vurdering at det er eit grunnlag for å utvikle fleire sirkulære verdikjeder og industriell symbiose mellom aktørar på KAUPUS og i regionen elles. Særleg bør det prioriterast å styrke eksisterande verdikjedesamarbeid og etablere nye initiativ som baserer seg på avfallsreduksjon, ombruk, reparasjon og ombygging, for at biologiske produkt kan få lengre bruks- og levetid før det til slutt må handterast som bioavfall.

Vi anbefaler vidare ei todelt løysing for slutthandsaming av bioavfallet frå området som vil frigje materialar eller energi tilbake til verdikjedene. Denne todelte løysinga kan bestå av:

- 1. Vidareføring og utvikling av kompostering:** Eksisterande rankekompostering av våtorganisk avfall (matavfall, slam, hageavfall) bør vidareførast. Slik kan om lag 5 661 tonn biomasse pr. år frå området inngå i produksjon av vanleg kompost. Ved å inkludere lokal produksjon av biokol kan produksjonen av klimakompost (blanding av kompost og biokol) aukast. Dette sikrar lokal produksjon av kompost og klimakompost, som vil ha salsverdi både som gjødsel, klimatiltak/sal av klimakreditt og klimatilpassingstiltak.
- 2. Etablering av pyrolyseanlegg:** For å handtere tørt trevirke (reint trevirke, GROT og vegkantflis) potensielt 8 542 t/år inkludert GROT og vegkantflis, bør dagens biobrenselanlegg på Kaupanger fasast ut til fordel for pyrolyse. Dette vil gje både biokol for jordforbetring og sal av klimakreditt, i tillegg til fjernvarme på Kaupanger.

For å sikre økonomisk og miljømessig berekraft til slutthandsamingsanlegg i Sogn Biohub er fylgjande punkt avgjerande:

- **Forsknings- og innovasjonsarbeid for å auke mengda bioavfall/bioråstoff:** Det bør gjennomførast FoU og innovasjonsarbeid for å: 1) samle inn meir GROT frå skogsdrift og vegkantflis og 2) betre utsortering og forbehandling av returtrevirke og sikterest som kan gjere meir av desse fraksjonane tilgjengeleg for pyrolyse og biokolproduksjon. Desse to ureine fraksjonane utgjer i dag 2 531 t/år, og bør framleis sendast ut av regionen for forbrenning med energigjenvinning, inntil testforsøk og etablering av nye forbehandlingstrinn kan dokumentere at råstoffet vert reint nok til å inngå i pyrolyse.
- **Regionalt samarbeid om bioavfall/bioråstoff:** Det bør søkast samarbeid med andre renovasjonsaktørar og slutthandsamingsanlegg, der meir reint trevirke vert importert til KAUPUS, medan meir vasshaldig biomasse og urein biomasse vert transportert til andre spesialiserte anlegg i omliggande region.

- **Forankring og implementering:** Vidare utvikling av Sogn Biohub krev tett dialog med KAUPUS og lokale aktørar, kommunen og lokale innbyggjarar. Det må gjennomførast ei teknisk-økonomisk avklaring, ei energikartlegging av fjernvarmebehovet, og gjerast ei vurdering av eigna eigarskapsmodellar og moglege støtteordningar for etablering (t.d. ENOVA)

For å lukkast med Sogn biohub er det viktig at framtidige investerings- og utviklingsplanar for verksemdene i området legg til rette for sirkulære verdikjeder og industriell symbiose rundt dei biologiske ressursane dei har som sidestraumar eller avfall. I tillegg må bioressursane ha tilstrekkeleg mengde med stabil tilgang for å gje gode økonomiske driftspremissar. Eit nytt pyrolyseanlegg på Kaupanger må bli økonomisk lønsamt i seg sjølv, men må også vere tenleg og nyttig for fleire aktørar oppstraums eller nedstraums i lokale verdikjeder for å lukkast med industriell symbiose. Det er også viktig å tilpasse eit nytt slutthandteringsanlegg på Kaupanger med ein større regional marknad. Vi tilrår difor at Sogn Biohub søker å skape synergi med andre nedstraumsanlegg for bioavfall, som er etablert eller er planlagt i den utvida regionen i det vidare utgreiingsarbeidet.

Referansar

Brekke, A., Soldal, E., Saxegård, S., Svanes, E., Lerche Raadal, H. (2017): Klimavirkninger av ikke-skogbasert bioenergi, *NVE-Rapport 48, 2017*, side 28.

Budai, A., Rasse, D.P., Lagomarsino, A., Lerch, T.Z., Paruch, L., 2016. Biochar persistence, priming and microbial responses to pyrolysis temperature series. *Biology and Fertility of Soils* 52, 749-761.

Den europeiske union (1975). *Council Directive 75/442/EEC of 15 July 1975 on waste* [31975L0442]. *Den europeiske unjons tidende*, L 194, 39–41. Henta frå: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/?uri=CELEX:31975L0442>

Den europeiske union. (2008). *Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives* [32008L0098]. *Den europeiske unjons tidende*, L 312, 3–30. Henta frå <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0098>

Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition*. Henta frå <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/towards-a-circular-economy-business-rationale-for-an-accelerated-transition>

Ellen MacArthur Foundation. (2019). The butterfly diagram: Visualising the circular economy. Hentet fra <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram> .

Europeisk Kommisjon. (2012). Innovasjon for bærekraftig vekst: En bioøkonomi for Europa (COM(2012) 60 final). Henta frå: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52012DC0060>

Jacobsen, N. (2008). Industrial Symbiosis in Kalundborg, Denmark: A Quantitative Assessment of Economic and Environmental Aspects. *Journal of Industrial Ecology*, 10, 239-255. <https://doi.org/10.1162/108819806775545411>

Lansink A (1979) *Tweede Kamer, 1979–1980, Rijksbegroting voor het jaar 1980, Hoofdstuk XVII, 15800, nr.21*.

Morsaletto, P. (2020). Targets for a circular economy, *Resources, Conservation & Recycling*, 153, 1-12. Available at: <http://www.elsevier.com/locate/resconrec>

NVE (2014) Bioenergi i Norge. Rapport 41-2014. https://publikasjoner.nve.no/rapport/2014/rapport2014_41.pdf. Vitja 06.05.2025.

O'Toole, A., Simonsen, M., Johnsen, F.M., Hønsi, T. (2021) Karbon fra jord til jord. VF-rapport nr. 9-2021. Vestlandsforskning, Sogndal.

Popović, A., & Radivojević, V. (2022). The circular economy: Principles, strategies and goals. *Economics of Sustainable Development*, 6(1), 45-56.

Rasse, D., Økland, I., Bárcena, T.G., Riley, H., Martinsen, V., Sturite, I., Joner, E., O'Toole, A., Øpstad, S., Cottis, T., Budai, A. (2019): Muligheter og utfordringer for økt binding av karbon i jordbruksjord, NIBIO-Rapport 36/2019.

Raadal, H.L., Callewaert, P., Askham, C. (2024) Øra industriområde: Industriell symbiose og klimapåvirkning 2021. OR 17.24. NORSUS, Kråkerøy.

Tolga Kommune (2025); Sluttrapport forprosjekt: Pyrolyse og biokull i et kortreist karbonkretsløp, 1. oktober 2025.

Watson, D., Trzepacz, S., Svendsen, N. L., Skottfelt, S. W., Kiørboe, N., Elander, M., & Ljungkvist, H. (2020). Towards 2025: Separate collection and treatment of textiles in six EU countries (Environmental Project No. 2140). Miljøstyrelsen.
<https://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2020/06/978-87-7038-202-1.pdf>

Zadeh, Z. E., Abdulkhani, A., Aboelazayem, O., & Saha, B. (2020). Recent Insights into Lignocellulosic Biomass Pyrolysis: A Critical Review on Pretreatment, Characterization, and Products Upgrading. *Processes*, 8(7), 799. <https://doi.org/10.3390/pr8070799>