

# Restråstoff i Trøndelag

Forekomst og status for restråstoff i blå og grønne verdikjeder

Rapport utarbeidet av EY, NIBIO, Green House og ReSourcer på oppdrag fra Trøndelag Fylkeskommune



# Forord

På oppdrag fra Trøndelag fylkeskommune har EY, med bidrag fra NIBIO, ReSourcer og Green House, kartlagt omfanget av restråstoff i Trøndelag og sett på mulighetene for å utnytte disse ressursene til nye formål. Rapporten fremhever mulighetene for økt verdiskaping gjennom bruk av restråstoff og gir konkrete anbefalinger for hvordan regionen kan oppnå dette. Den peker også på sentrale barrierer som må håndteres for å sikre en effektiv og bærekraftig utnyttelse.

Trøndelag har et betydelig potensial for videre vekst og næringsutvikling innen bioøkonomi og sirkulærøkonomi, gjennom å øke verdiskapingen fra restråstoffene.

Vi vil takke Trøndelag fylkeskommune for et spennende oppdrag. Takk til alle som har bidratt til rapporten med intervjuer, innspill og tilbakemeldinger.

Oktober 2024



**Hanne Thornam**  
Partner  
Nordisk leder for klima- og bærekraftstjenester, EY  
[hanne.thornam@no.ey.com](mailto:hanne.thornam@no.ey.com)



**James Higham**  
Prosjektleder  
Nordisk klima- og naturleder, EY  
[james.higham@no.ey.com](mailto:james.higham@no.ey.com)

Takk til de som har bidratt i prosjektet:



**Trøndelag fylkeskommune**  
Trööndelagen fylhkentjielte



**WOODWORKS!**  
NORWEGIAN FOREST & WOOD CLUSTER



## Begrensninger i rapporten:

Det er visse begrensninger knyttet til denne rapporten. Datakvaliteten varierer mye på grunn av variasjoner i data-tilgjengelighet og måleteknikker. Konklusjonene som er trukket i denne rapporten er også basert på ulike nivåer av sikkerhet. Derfor bør alle konklusjonene behandles med en viss grad av forsiktighet, og de bør ikke brukes som grunnlag for finansielle eller investeringsbeslutninger. Denne rapporten har som formål å informere og formidle, men den er ikke en vitenskapelig artikkel. Den bør derfor ikke vurderes og brukes på samme måte som vitenskapelige publikasjoner.

# 1 Introduksjon

Dette kapitlet tar for seg bakgrunnen for prosjektet og utgangspunktet for bioøkonomien i Trøndelag. Videre belyser rapporten hvordan restråstoff fra bioøkonomien defineres, samt hvilke barrierer og muligheter som er knyttet til bruken av restråstoff.





# Om rapporten



# Rapportstruktur

Rapporten er delt inn i fire deler. Første del introduserer Trøndelag og restråstoff. Deretter beskrives forekomsten av restråstoff i Trøndelag sektor for sektor. Tredje del retter fokus mot verdiskapingspotensialet knyttet til restråstoff og skisserer fremtidige scenarier for bioøkonomien. Den fjerde og siste delen inneholder forslag til veien videre.

I tillegg til rapporten er det utviklet et verktøy med geografisk oversikt over restråstoffstrømmene i Trøndelag. Dette er nærmere beskrevet på neste side.



## Vedlegg

- A: Metodikk, data og informasjonsgrunnlag for mengder restråstoff i grønne og blå verdikjeder
- B: Dagens verdiskaping av restråstoff
- C: Teknologi
- D: Regelverk
- E: Kilder



Dette ikonet leder deg til det interaktive verktøyet



Hjem-knappen fører deg tilbake til denne siden



Dette ikonet navigerer deg til ordlisten



Dette ikonet navigerer deg til kilder



# I tillegg til rapporten er det utviklet et interaktivt verktøy som oppsummerer kartleggingen

Verktøyets hovedfunksjon er å gi en geografisk oversikt over forekomst av restråstoff, dagens utnyttelse og verdiskaping. Det ligger på nettsiden «Trøndelag i tall» hvor det også er mye annen relevant statistikk om regionen

Verktøyet er inndelt i seks seksjoner:

**Hjem** gir en oversikt over totale mengder restråstoff, med mulighet for filtrering av enkeltnæringer og kommuner.

**Akvakultur, Jordbruk og Skog og tre** går dypere inn i hver sektor og viser fordelingen av hvert restråstoff på kommunenivå samt energipotensial/næringsstoffpotensial for restråstoffene.

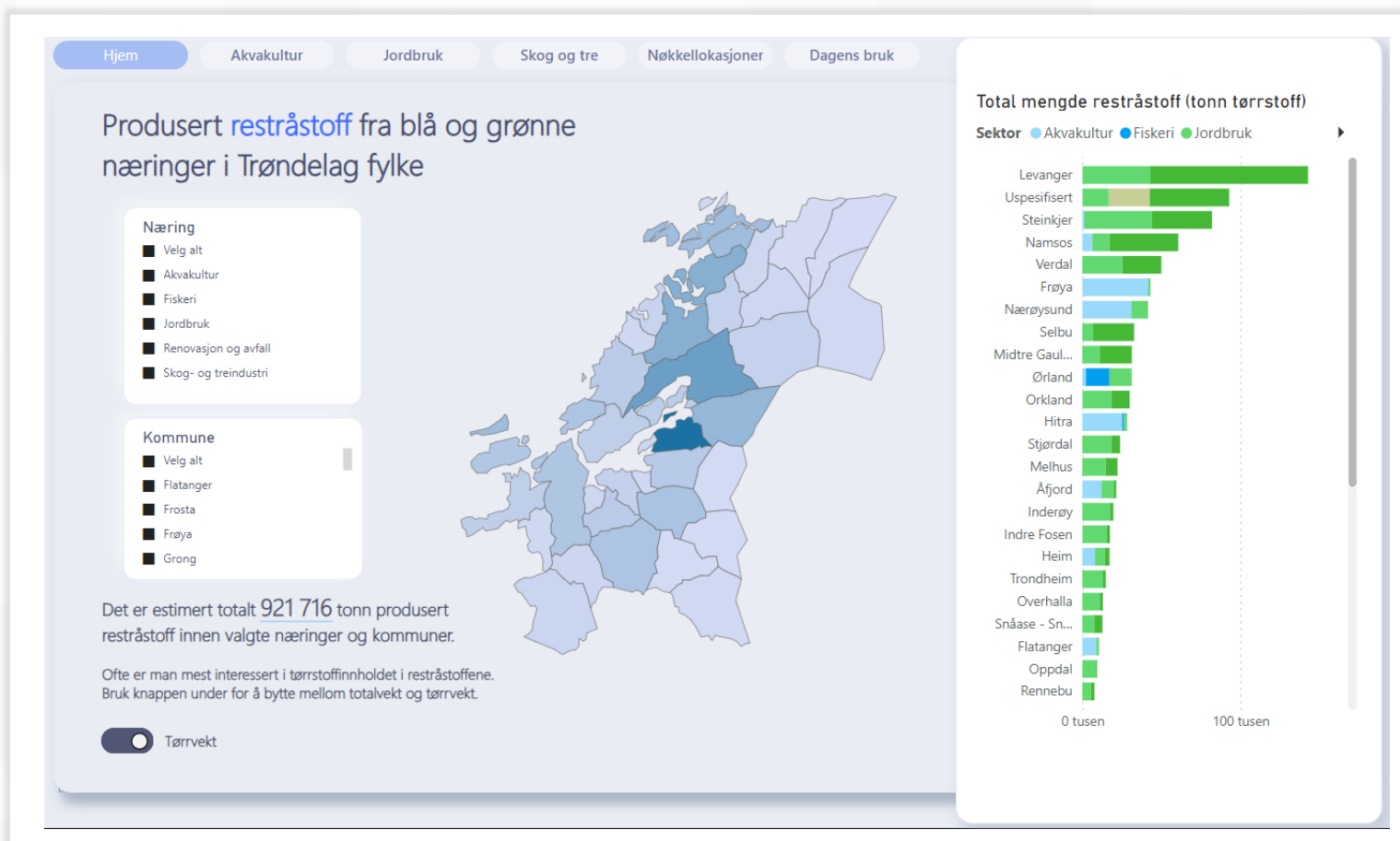
**Nøkkellokasjoner** viser viktige produsenter og forbrukere av restråstoff samt oversikt over biogassanlegg og infrastruktur.

**Dagens bruk** illustrerer hvordan hvert restråstoff utnyttes i dag samt estimert verdiskaping av dette.

Verktøyet har som formål å gi en oversikt over hvor restråstoffene oppstår og hvordan de benyttes i dag. Det er utformet for å være enkelt i bruk og unngår for mye detaljinformasjon. Rapporten, derimot, går mer i dybden og gir utfyllende informasjon om hvert restråstoff, inkludert alternative bruksområder og mer. Det anbefales derfor å bruke verktøyet og rapporten sammen for best mulig utnyttelse.



KLIKK HER Å KOMME TIL VERTØYET





# Fremgangsmåte for datainnsamling og rapportutforming

*Prosjektet har involvert over 20 teammedlemmer og bidragsyttere fra fire ulike organisasjoner; EY, NIBIO, ReSourcer og Green House. Dette er gjort for å reflektere kompleksiteten av temaet og behovet for samarbeid på tvers av organisasjoner og sektorer.*

## Innhenting av data

Datagrunnlaget er sammensatt av en rekke kilder og metoder, inkludert:

- ▶ Offentlig tilgjengelige datakilder som Statistisk Sentralbyrå (SSB), relevante direktorater, Norges Råfisklag og Akvakulturregisteret
- ▶ Publiserte rapporter
- ▶ Intervjuer og data innhentet fra aktører i næringene
- ▶ Beregninger basert på hovedprodukter, med omregningsfaktorer for restråstoffinnhold

For å kartlegge aktørene i de grønne og blå verdikjedene der restråstoff oppstår, er ORTUS™ benyttet, EYs egenutviklede program for å hente ut regnskap- og næringsdata. Det er gjennomført intervjuer med bedrifter som er valgt ut på grunnlag av deres produksjonstall og betydning innenfor de blå og grønne næringene i Trøndelag. Utvelgelsesprosessen av bedriftene har tatt utgangspunkt i anbefalinger fra Trøndelag fylkeskommune, næringsklynger og en analyse av faglitteratur. Intervjuene er hovedsakelig gjennomført via Teams og telefon, samt gjennom fire fysiske bedriftsbesøk.

## Metodiske begrensinger

Det er enkelte metodiske begrensninger i kartleggingen, spesielt knyttet til estimering av mengde, fordeling og verdi av restråstoff. Estimatenes baserer seg i stor grad på bruk av omregningsfaktorer på kommune- og fylkesnivå, ettersom direkte data om produksjon av restråstoff i tilstrekkelig omfang ikke er tilgjengelig. Dette medfører en viss usikkerhet i resultatene.

En detaljert beskrivelse av metodikken, inkludert beregninger av mengder i tørrstoff og dagens verdiskaping for de ulike restråstoffene, finnes i vedlegg A.

## Prosjektet har involvert et stort utvalg interessenter

- ▶ **Diaglog med næringslivet:** Det er gjennomført over 30 intervjuer med aktører fra ulike sektorer, samt fire bedriftsbesøk
- ▶ **Dialogkonferanse:** Det ble arrangert en dialogkonferanse med 63 deltagere som representerte både større og mindre bedrifter i Trøndelag. Deltagerne fortalte om en økende interesse og engasjement rundt restråstoff
- ▶ **Kontinuerlig dialog med klyngeledere i styringsgruppen:** Klyngelederne har bidratt med mye kunnskap fra næringene, og tilbakemeldinger underveis
- ▶ **Dialog med kommunene:** Presentasjon av foreløpige funn ble holdt for politikerne i september 2023, samt intervjuer med flere representanter fra kommuner i Trøndelag
- ▶ **Involvering av forskningsmiljøer:** Samarbeid med forskere fra NIBIO, NTNU og Norsus for å styrke prosjektets vitenskapelige grunnlag







Restråstoff, hva er det?



# Hva er restråstoff?

Generelt sagt er restråstoff biprodukt som oppstår under produksjon av et hovedprodukt. Det kan skilles mellom biologiske og ikke-biologiske restråstoff. Konseptet er i stadig endring og anvendelse av restråstoffer avhenger av faktorer som markedsetterspørsmål, tilgjengelighet og teknologi. Hensikten med dette prosjektet er å fokusere på de biologiske restråstoffene i blå og grønne næringer i Trøndelag. Renovasjon og avfall (brun næring) er også inkludert i kartleggingen.

## Utfordrende å definere «restråstoff»

Betydningen kan variere for ulike interessenter. En fremtredende utfordring i definisjonen er at dersom det genereres mer verdi fra restråstoffressursene enn hovedproduktet, er det uvisst om disse fremdeles kan kategoriseres som restråstoff.

## Grønne, blå og brune næringer

Kartleggingen av restråstoff i Trøndelag er utført for skog- og treindustri og jordbruk (grønne næringer), akvakultur og fiskeri (blå næringer) og renovasjon og avfall (brun næring).

## Forekomst av restråstoff

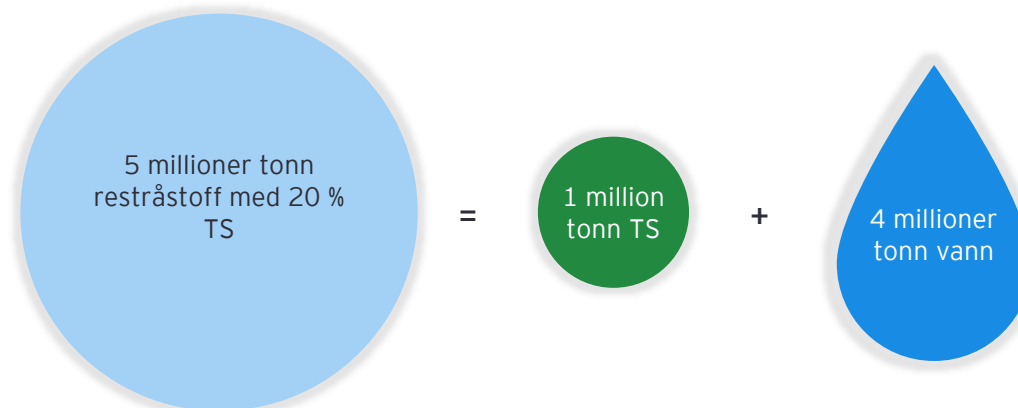
Det finnes ingen samlede databaser for forekomst og utnyttelse av restråstoff. Prosjektet har derfor benyttet et bredt utvalg av kilder og metoder i kartleggingen. Dette inkluderer offentlig tilgjengelige data, data innhentet fra aktører gjennom intervjuer og spørreskjema samt beregninger ut i fra et hovedprodukt og omregningsfaktorer for restråstoffene. Metodikken er beskrevet sektorvis i vedlegg A og B i rapporten.

Biologisk materiale inneholder alltid en andel vann og en andel tørrstoff. Vanninnholdet i forskjellige restråstoff varierer mye, og derfor er det ofte hensiktsmessig å operere med mengden målt i tørrstoff for å kunne sammenligne dem. Dette er illustrert i figuren til høyre.

## Verdiskaping av restråstoff

Dagens verdiskaping av restråstoff er i denne rapporten beregnet ut i fra verdien av sluttproduktene som restråstoffene blir til eller er innsatsfaktor i. Dette illustreres i rapporten med en verdipyramide med definerte prisnivåer og tilhørende produkter. Mengden restråstoff som går til de ulike nivåene har blitt kartlagt i denne rapporten. Kilder til prisene som er brukt, og beskrivelse av metodikken, er gitt i vedlegg B.

### EKSEMPEL: TØRRSTOFF (TS) OG VÅTVEKT (VV)



For å kunne gjøre sammenlikninger mellom ulike typer restråstoff opererer rapporten med mengde tørrstoff (TS) der dette er hensiktsmessig. Dette er vekten av materialet uten vanninnholdet. For restråstoff i kartleggingen varierer TS-innholdet mellom ca. 5 % og 90 %. Omregningsfaktorer for hver type restråstoff er gitt i sektorkapitlene i rapporten og vedlegg A.



# Restråstoff kan bidra til en mer bærekraftig og biobasert økonomi

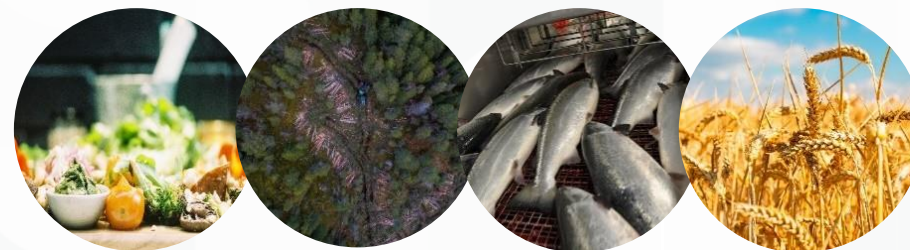
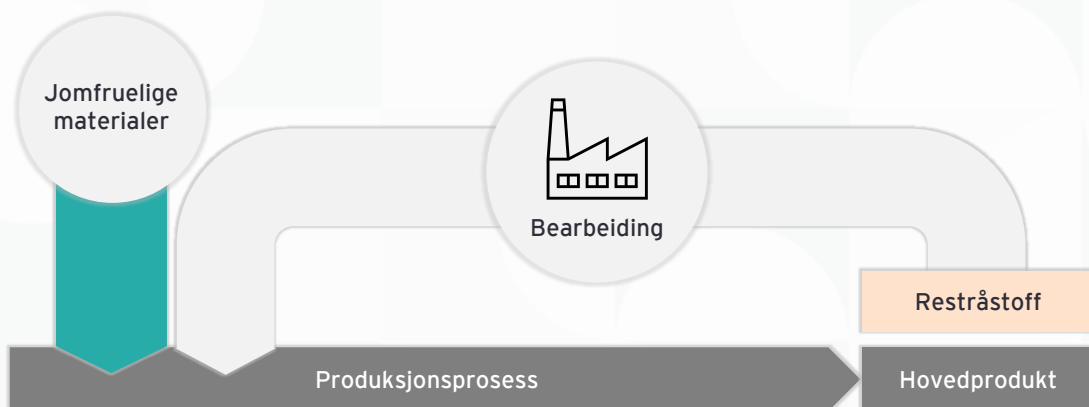
*Restråstoff inneholder verdifulle næringsstoffer og energi som kan anvendes på nye og innovative måter. Fordelene ved å ta disse i bruk er mange, men de mest sentrale er redusert behov for nye landarealer og uttak fra naturen, mindre avfall og lavere utslipp av klimagasser. Det bidrar også til økt verdiskaping av allerede tilgjengelige ressurser. I tillegg kan bruken av restråstoff åpne for nye forretningsmuligheter, fremme innovasjon og stimulere til teknologutvikling.*

## Restråstoff – en løsning for bærekraftig biomasseforsyning?

Dagens samfunn og velferd er bygd på en fossilbasert økonomi og lineære verdikjeder. Selv om dette har bidratt til et høyt velferdsnivå og økonomiske gevinster i Norge, har det også ført til store negative miljøpåvirkninger som konsekvensene nå merkes av. Ved å gå mot en mer biobasert økonomi, der biomasseproduksjon og sirkulære løsninger erstatter det fossilbaserte og lineære, kan det utvikles en økonomi og velferd der energi, mat og industriprodukter i større grad stammer fra fornybare biologiske ressurser. Figuren under viser hvordan restråstoff kan benyttes for å redusere behovet for innsatsfaktorer i ulike verdikjeder.

## Utfordringer knyttet til bruken av restråstoff

Overgangen fra fossil- til biobasert er et viktig steg mot et bærekraftig samfunn, men det finnes naturlige begrensninger. Noen av utfordringene knyttet til restråstoffutnyttelse er sikring av stabil tilgjengelighet og tilstrekkelig god nok kvalitet på produktet.



## FORVENTEDE BÆREKRAFTSFORDELER

- Avfallsreduksjon
- Sirkulære ressurser
- Reduksjon i klimagassutslipp
- Redusert behov for nytt landareal

## UTFORDRINGER

- Kvalitet og kontaminering
- Endringer i ressursbruk og ressursbehov
- Regionale omstendigheter og tilgjengelighet
- Transport
- Sesongvariasjoner

# Restråstoff er en verdifull ressurs som kan skape nye inntektsstrømmer og redusere natur- og klimapåvirkning

Bruk av restråstoff i stedet for jomfruelig råstoff kan i mange tilfeller redusere råvarekostnader, og føre til mindre belastning på miljøet. Verdien av å bruke restråstoff varierer imidlertid med råstoffets sammensetning og anvendelse, og må vurderes i hvert enkelt tilfelle. Figurene nedenfor oppsummerer fordeler ved bruk av restråstoff, basert på litteratur, intervjuer og dialogkonferansen som ble arrangert i forbindelse med prosjektet.

## ØKONOMISKE FORDELER



### GJENBRUK

Utnyttelse av restråstoff kan redusere behovet for jomfruelige materialer, som kan medføre kostnadsbesparelser.



### MINDRE AVFALL

Utnyttelse av restråstoff som ressurs og innsatsfaktor kan bidra til å redusere avfallsmengden og senke kostnadene knyttet til avfallsbehandling.



### ARBEIDSPASSER

Håndtering og behandling av restråstoff kan gi verdiøkning i form av nye ferdigheter, kompetanser og arbeidsplasser



### NYE INNTEKTSSTRØMMER

Restråstoff kan brukes til å lage nye produkter som kan gi bedrifter nye inntektsstrømmer og et konkurransefortrinn i et stadig mer miljøbevisst marked.

## MILJØMESSIGE FORDELER



### REDUSERT FORURENSING

Restråstoff kan forårsake forurensning og forøpling i naturen. Forurensning kan unngås ved å utnytte restråstoffene som ressurser.



### REDUSERT NATURFOTAVTRYKK

Ved å bruke restråstoff kan uttak av jomfruelige materialer reduseres, som igjen reduserer byrden på areal og natur.



### REDUSERTE KLIMAGASSUTSLIPP

Bruk av restråstoff i energiproduksjon reduserer klimagassutslipp ved å erstatte fossil energi. Metanutslipp fra jordbruket kan reduseres ved produksjon av biogass fra restråstoff.



### BÆREKRAFTIG ENERGI

Noen typer restråstoff kan brukes til energigjenvinning og biodrivstoff. Dette kan redusere avhengigheten av fossile brensler.



# Det er en rekke barrierer som hindrer økt verdiskaping fra restråstoff

Basert på dialogkonferansen, litteratur og intervjuer er barrierene nevnt nedenfor identifisert. Det er betydelig variasjon i hvilke begrensinger barrierene setter for de ulike sektorene og restråstoffene. Rapporten viser hvilke begrensinger som knytter seg til enkelte barrierer, og hvordan de påvirker både sektorene og utnyttelse av restråstoffene.

## ØKONOMISKE BARRIERER



### LOGISTIKK

Innsamling og transport av restråstoff over store avstander kan være kostbart og medfører uønskede miljøkonsekvenser. Høyt vanninnhold i restråstoff kan være utfordrende hvis stoffene må transporteres før videre bruk.



### FORSYNINGSSIKKERHET

Usikkerhet rundt mengden tilgjengelig restråstoff kan over tid redusere investeringsviljen i teknologi som kan øke verdiskaping fra restråstoffet.



### ETABLERINGSKOSTNADER (CAPEX)

Kostnader knyttet til etablering av nye prosesseringsanlegg kan være høye. Det kan være utfordrende å tiltrekke seg nye investorer grunnet et umodent marked.



### AMBISJON OG SAMARBEIDSVILJE

Mange selskaper er drevet av kortsiktige økonomiske målsetninger knyttet til hovedproduktet deres. Dette kan hindre prioritering langsiktig samarbeid.

## TEKNISKE, REGULATORISKE OG KULTURELLE BARRIERER



### TILGANG TIL TEKNOLOGI OG INFRASTRUKTUR

Lønnsom utvinning og anvendelse av restråstoff kan avhenge av teknologi som er umoden eller utilgjengelig. Innhold av farlige eller uønskede stoffer i restråstoff kan gi utfordringer for videre bruk.



### LOVGIVNING OG REGULERINGER

Det finnes regulatoriske hindringer som begrenser muligheten til å bruke restråstoff eller gjør det kostbart å overholde lovgivning og reguleringer.



### KOMPETANSE OG KUNNSKAP

Mangel på kunnskap om prosessering og anvendelse av restråstoff. Utvikling av kompetanse tar tid og krever ofte betydelige ressurser.



### KVALITET, RENHET OG DOKUMENTASJON

Restråstoff kan inneholde stoffer som kompliserer videre prosessering eller bruk. Det kan også være vanskelig å dokumentere kvaliteten.





# Hovedfunn



# Blå, grønne og brune næringer i Trøndelag genererer nesten 5 millioner tonn restråstoff årlig, med en estimert verdiskaping på ca. 2 milliarder kroner

Av de 4,9 millioner tonn som genereres, er det ca. 3,7 millioner tonn som blir utnyttet. Husdyrgjødsel fra jordbruksnæringen står for omtrent halvparten av de kartlagde mengdene, og slam fra akvakultur utgjør ca. 20%. De resterende 65 kartlagte restråstoffene utgjør de siste 30 %.

## Det genereres mest restråstoff fra de grønne næringene

Husdyrgjødsel er den klart største kilden til restråstoff, med en årlig mengde på rundt 2,5 millioner tonn (med et gjennomsnittlig tørrstoffinnhold på 13 %). GROT (greiner og topper), flis og bark fra skog- og treindustrien utgjør til sammen omtrent 640 000 tonn, tilsvarende litt under 13 % av den totale mengden restråstoff i regionen.

## Restråstoff fra de blå næringene domineres av akvakultur

I akvakultur genereres restråstoff hovedsakelig gjennom produksjon og foredling av matfisk. Den største mengden kommer fra slam som dannes i merdene, hovedsakelig bestående av fôrrester og avføring, og utgjør litt over 1 million tonn årlig (med et tørrstoffinnhold på 10 %). Fiskerinæringen i Trøndelag står for rundt 50 000 tonn restråstoff i form av avskjær fra ulike typer fangst.

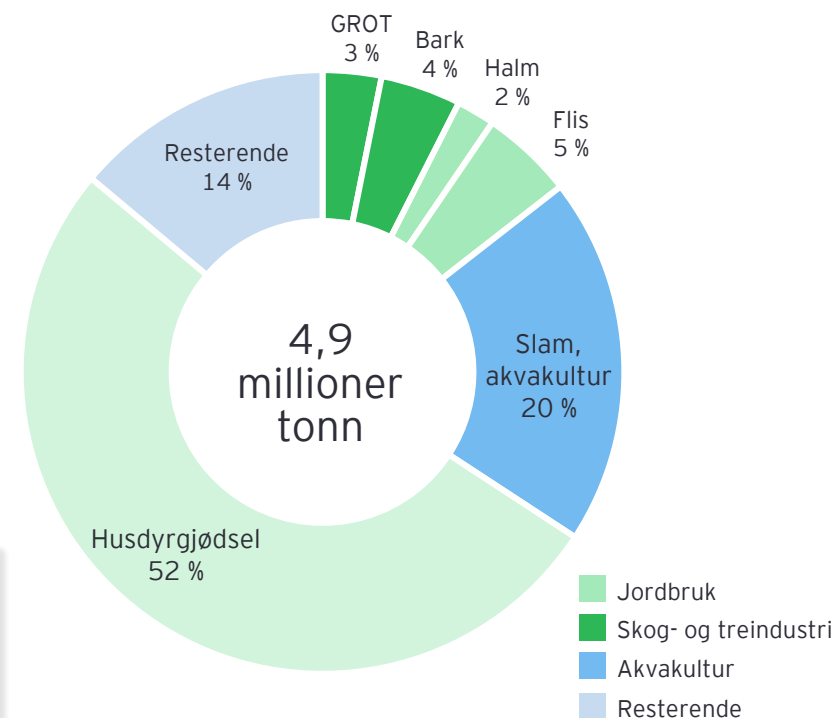
## Det er også betydelige mengder innen renovasjon og avfall

Matavfall, avløps slam og hage- og parkavfall står for de største mengdene innen renovasjonssektoren. Disse utgjør til sammen i overkant av 80 000 tonn restråstoff.

## Det meste utnyttes i dag

Nesten 80 % av restråstoffet i Trøndelag blir allerede utnyttet i dag. Estimert med verdien av produktene de blir til, bidrar dette til en årlig verdiskaping på omtrent 2 milliarder NOK. Det er viktig å påpeke at disse estimatene ikke inkluderer kostnader knyttet til transport, behandling og andre utgifter.

RESTRÅSTOFFENE SOM UTGJØR DE STØRSTE FRAKSJONENE I TRØNDELAG



### Grønne, blå og brune næringer

Kartleggingen av restråstoff i Trøndelag er utført for skog- og treindustri og jordbruk (grønne næringer), akvakultur og fiskeri (blå næringer) og renovasjon og avfall (brun næring).

# 3,7 millioner tonn restråstoff blir utnyttet, men det er et stort potensial for å øke verdiskapingen ved å se oppover i verdipyramiden

Mesteparten av restråstoffet går til produkter eller formål med lav økonomisk verdi, som forbrenning eller gjødsling. Selv om dette i mange tilfeller er god ressursutnyttelse, er det store mengder som kan benyttes i produkter høyere opp i verdipyramiden.

## De største mengdene ligger lavest i verdipyramiden

Av restråstoff som blir tatt i bruk, utnyttes de største mengdene på det nest laveste nivået, med totalt nesten 3,3 millioner tonn (se tall til venstre for pyramiden). Den estimerte verdiskapingen fra dette er på ca. 700 millioner kroner. På dette nivået utgjør husdyrgjødsel som spres på egne jorder de største mengdene, samt store mengder flis, bark og treavfall som går til energiproduksjon gjennom forbrenning. For husdyrgjødsel ligger det største verdiskapingspotensialet i biogassproduksjon. I dag finnes det noen gårdsanlegg som bruker husdyrgjødsel som substrat, men det er også planlagt oppføring av storskala anlegg, for eksempel Malm biogass [1]. Når det gjelder de trebaserte reststoffene, finnes det spennende muligheter for å øke verdien, blant annet gjennom produksjon av biokull, bioolje og andre biomaterialer.

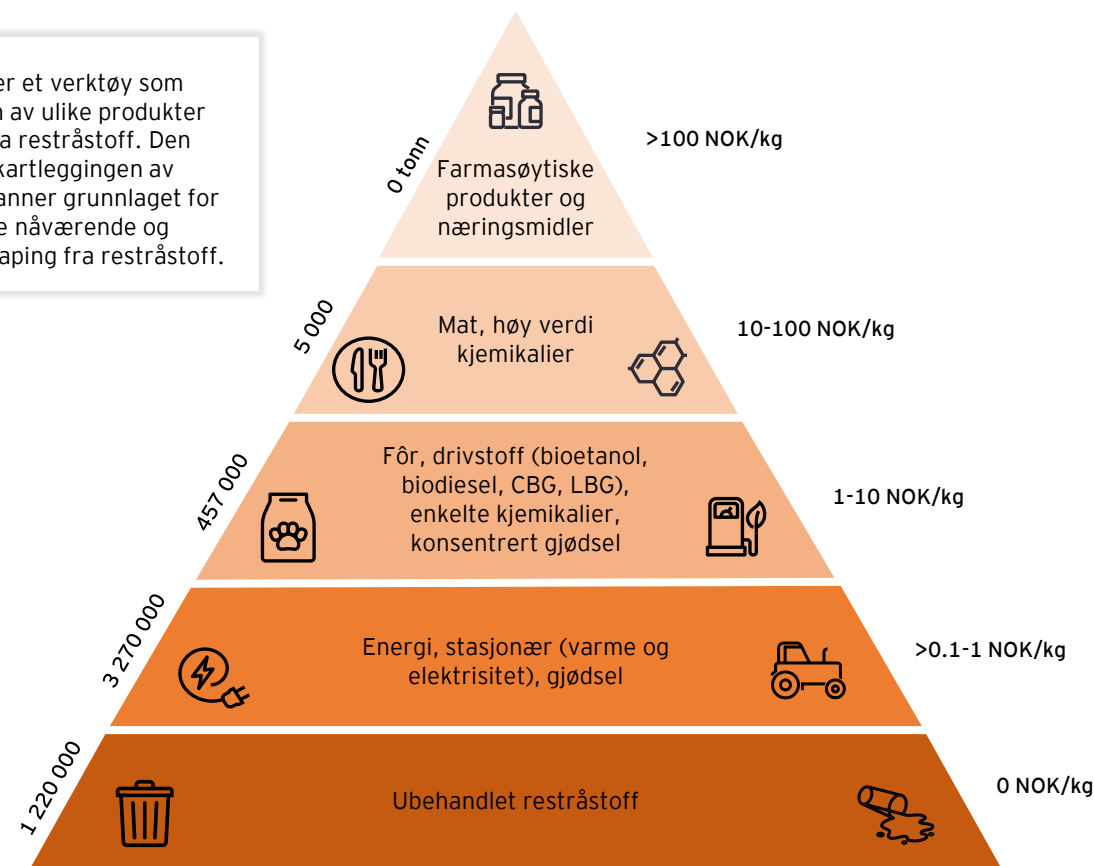
På nivået over utnyttes omtrent 457 000 tonn restråstoff, som genererer en verdiskaping ca. 1,2 milliarder kroner. Mesteparten av verdiskapingen kommer fra fiskeensilasje, slakterest, halm og kornavrens som blir brukt til fôrproduksjon. En del benyttes også til biogassproduksjon, som oppgraderes til biodrivstoff. Et av de viktigste tiltakene for å øke verdiskapingen fra restråstoffene på dette nivået er å benytte så mye som mulig til humant konsum.

På nest øverste nivå i pyramiden er det kartlagt omtrent 5 000 tonn som primært går til humant konsum. Selv om mengdene er relativt små, utgjør de likevel en verdi på nesten 150 millioner kroner.

På øverste nivå er det er det få eller ingen restråstoff som benyttes.

*Når restråstoffer som har en anvendelse i dag flyttes høyere opp i verdipyramiden, etterlates et gap som må erstattes av andre innsatsfaktorer. Dette kan ha både miljømessige og økonomiske konsekvenser.*

Verdipyramiden er et verktøy som illustrerer verdien av ulike produkter som fremstilles fra restråstoff. Den kombineres med kartleggingen av dagens bruk og danner grunnlaget for beregning av både nåværende og potensiell verdiskaping fra restråstoff.



Verdipyramiden gir en oversikt over gjennomsnittlig verdiskapingspotensial for restråstoffene som blir generert og utnyttet i Trøndelag i dag.



# 1,2 av nesten 5 millioner tonn utnyttet ikke i dag, og utgjør en urealisert verdiskaping på minimum 200 millioner kroner

*Gjennom ny teknologi, tydeligere rammeverk og insentiver kan disse ubenyttede ressursene generere både økonomisk verdi og miljøbesparelser.*

## Trøndelag har en vesentlig mengde restråstoff som ikke blir utnyttet

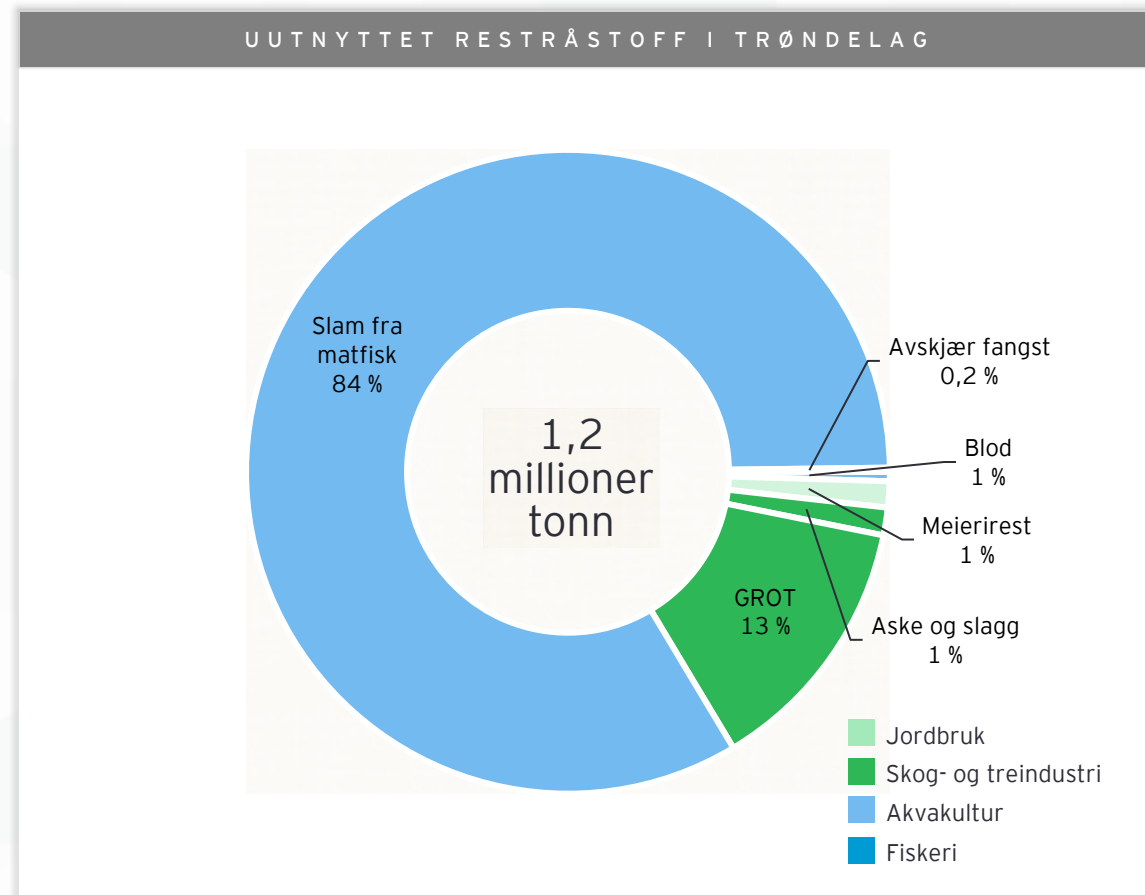
Kartleggingen viser at det genereres omtrent 1,2 millioner tonn restråstoff årlig som forblir uutnyttet. Hovedårsaken er manglende lønnsomhet og høye kostnader knyttet til innsamling, lagring og behandling, som overstiger de potensielle inntektene. Som figuren viser, utgjør slam fra matfisk (ca. 1 million tonn) og GROT (ca. 160 000 tonn) de største mengdene. Slam fra matfisk består av avføring og fôrrester fra åpne merder, som i dag ikke samles opp på grunn av teknologiske utfordringer og lav lønnsomhet. GROT ble i betydelig grad fram til 2013 tatt ut fra skogene i Trøndelag, takket være insentiver fra energiflistilskuddet, som ble avsluttet i 2014. Etter dette har ikke GROT blitt utnyttet grunnet kostnader og utfordringer med logistikk, tørking og bevaring av næringsstoffer i jordsmonnet.

## Potensiell verdiskaping av uutnyttede restråstoffer

Ved utnyttelse på det nest laveste nivået i verdipyramiden, det vil si bruksområder som forbrenning eller gjødsling, er det estimert at de 1,2 millioner tonnene med uutnyttet restråstoff kan skape en årlig verdi på minimum 200 millioner kroner. Noen av restråstoffene har imidlertid mulige bruksområder høyere opp i verdipyramiden. For eksempel kan blod brukes til framstilling av farmasøytiske produkter, og en del avskjær fra fisk og krabbe kan gå til humant konsum. Store mengder kan også gå til produksjon av fôr til husdyr, kjæledyr og akvakultur, inkludert insektproduksjon. Insektprotein kan erstatte soyaprotein, noe som ikke bare øker verdiskapingen, men også betraktelig reduserer klimafotavtrykket avhengigheten av import.

## Insentiver og regulatoriske tiltak kan bidra til å realisere verdiskapingspotensialet i de uutnyttede restråstoffene.

I flere av de andre nordiske landene er det insentiver for biogassproduksjon og regulatoriske tiltak som gjør det mulig å utnytte blant annet aske til fyllmasse i vei og parkeringsplasser. I Trøndelag har det tidligere blitt søkt om å bruke asken i et prøveprosjekt på vei, men fått avslag fra Miljødirektoratet grunnet forurensningsfare.

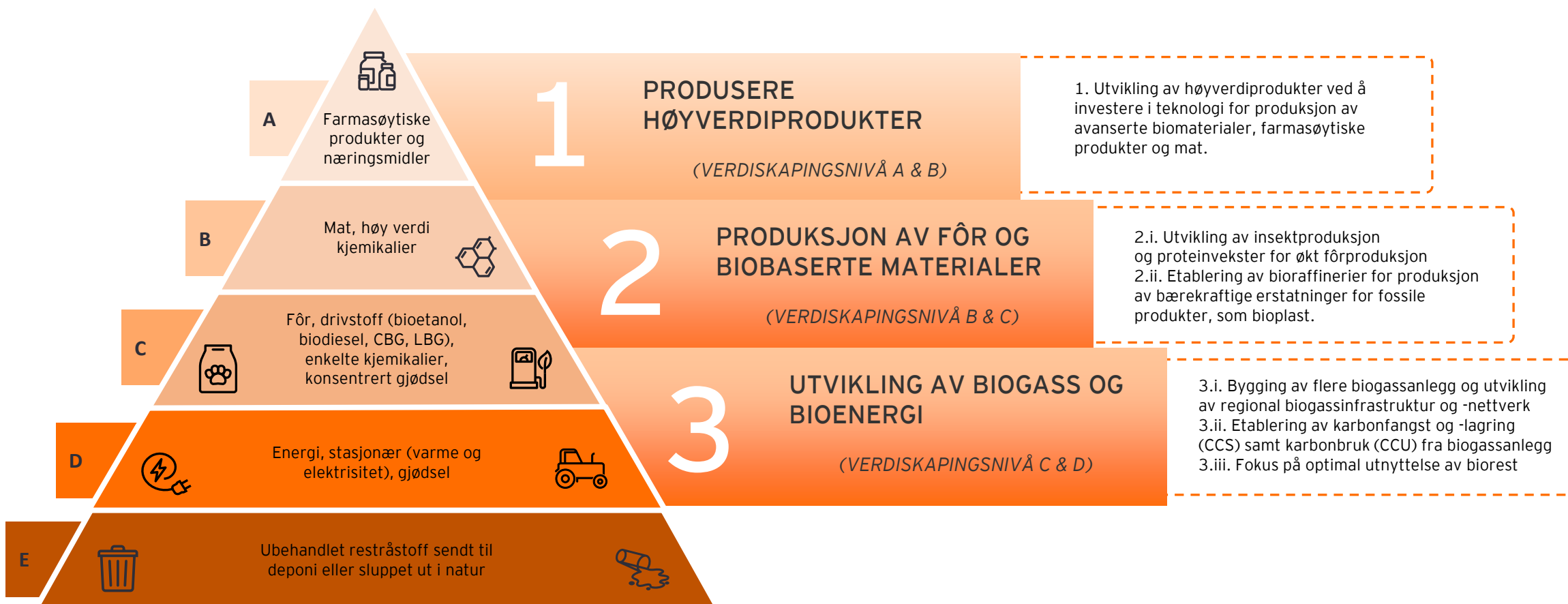




# Det er identifisert tre mulighetsrom som kan bidra til å øke verdiskapingen av restråstoff

Mulighetene er identifisert gjennom intervjuer med relevante aktører, workshops og litteraturstudier. I rapporten er disse kategorisert i tre hovedområder basert på pris, produkter og kompleksitet. Hvert av disse områdene, både individuelt og samlet, har potensial til å øke ved utnyttelse av restråstoff betydelig.










## MULIGHETSROM FOR RESTRÅSTOFF I TRØNDELAG

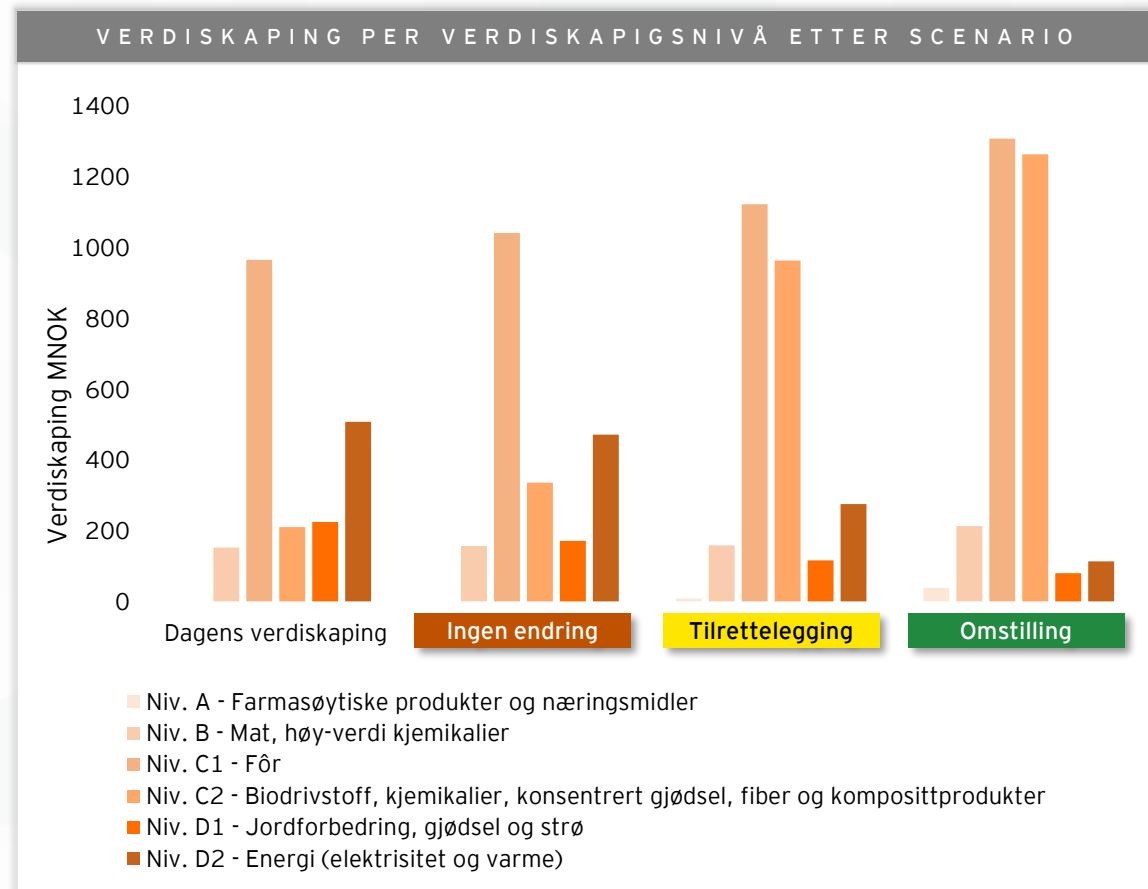


# Tre scenarier utforsker hvilken rolle restråstoff kan spille i Trøndelags bioøkonomi gjennom det neste tiåret

Fremtidsscenarioene belyser hvordan ulike veivalg kan påvirke bioøkonomien i Trøndelag. De brukes til å skape nyanserte fremtidsbilder av den fremtidige utviklingen.

For å vurdere utviklingen knyttet til restråstoff i Trøndelag, er det utarbeidet tre scenarier:

	Verdiskaping	Klima- besparelse	Biodrivstoff
<b>1</b> <b>Ingen endring:</b> Det skjer ingen betydelige endringer i måten restråstoff håndteres og utnyttes. Det innebærer at det fortsatt er en betydelig avhengighet av de tradisjonelle, lineære verdikjedene. Dette resulterer i begrenset verdiskaping fra restråstoff og en relativt svak tilnærming til bærekraftig utvikling.	2 200 MNOK 	41 000 tonn CO <sub>2</sub> e 	160 GWh 
<b>2</b> <b>Tilrettelegging:</b> Økt fokus på verdiskaping og implementering av sirkulære løsninger på kort og mellomlang sikt. Ny teknologi som muliggjør bedre innsamling av restråstoff blir tatt i bruk, noe som vil øke tilgjengeligheten på restråstoff og i enkelte tilfeller redusere den negative påvirkningen på naturen.	2 700 MNOK 	160 000 tonn CO <sub>2</sub> e 	370 GWh 
<b>3</b> <b>Omstilling:</b> Trøndelag blir en ledende region for sirkulær økonomi, og restråstoff bidrar til at regionen når sine klimamål. Restråstoff blir sett på som en ressurs i et lukket kretsløp, der det omdannes til nye produkter eller materialer. Det vil bli etablert rammeverk og insentiver for å øke oppsamlingen av restråstoff og forbedre verdiutnyttelsen.	3 000 MNOK 	280 000 tonn CO <sub>2</sub> e 	540 GWh 





# Rapportens anbefalinger til myndigheter og næringslivet for å realisere potensialet i restråstoff



## MYNDIGHETER

- ▶ **For å realisere omstillingsscenarioet må Trøndelag fylkeskommune være en pådriver for samarbeid, teknologiutvikling og ressursutnyttelse.** Trøndelag fylkeskommune kan spille en avgjørende rolle i å øke utnyttelsen av restråstoff i regionen gjennom å påvirke nasjonale myndigheter for å fremme målrettet politikk, regulatoriske krav og støtte.
- ▶ **Sikre at finansieringsmekanismer er lett tilgjengelig.** Dette gir lavere kapitalkostnader og øker incentivet for investeringer. Et eksempel kan være å etablere eller fremme et infrastrukturfond dedikert til prosjekter som involverer restråstoff.
- ▶ **Bruke innkjøpsmakten** for å skape et marked for lavkarbonprodukter basert på restråstoff, slik som biokull, biobaserte polymerer og andre fossilfrie materialer.
- ▶ **Aktivt påvirke nasjonale myndigheter** til å revidere regelverk som begrenser innovativ bruk av restråstoff, for eksempel i insektproduksjon.
- ▶ **Oppmuntre til og støtte selskaper i rapportering** om ressursbruk og sirkulær økonomi, i tråd med EUs bærekraftsdirektiv (EU ESRS E5). Dette vil bidra til å danne et mer solid datagrunnlag som kan utnyttes på mange måter, for eksempel ved kontinuerlige oppdateringer av kartleggingsverktøyet som er laget sammen med denne rapporten.
- ▶ **Offentlige samarbeidsorganisasjoner og etablering av biohuber.** De ulike aktørene innenfor blå og grønne næringer bygger videre på samarbeid med privat næringsliv. Økt nettverkssamarbeid spiller en sentral rolle i å øke utnyttelsen av restråstoff i Trøndelag.
- ▶ **Trøndelag fylkeskommune behøver en oppdatert regional klimastrategi med planer for hvordan regionen kan etablere negativ utslippsteknologi, som tar i bruk restråstoff.** Strategien må integreres og være i overensstemmelse med kommunale mål, slik som Trondheims planer for karbonfangst- og lagring ved forbrenningsanlegget på Heimdal.



## NÆRINGSLIVET

- ▶ **For å realisere omstillingsscenarioet må aktørene innenfor blå og grønne næringer utvikle sin satsing på sirkularitet og restråstoff.** Restråstoff må tilgjengeliggjøres for andre aktører, og prioritering av restråstoff fremfor nye ressurser som innsatsfaktor bør være en standard praksis for potensielle kjøpere.
- ▶ **Styrke klyngenettverkets rolle:** Trøndelag har et unikt klyngenettverk og spiller en viktig rolle i å tilrettelegge for økt samarbeid og løse opp i restråstoff-flokene. Det er viktig at klyngene også utvikler sin rolle som FoU-fasilitator og koordinerer søknader om finansiering av prosjekter og teknologi.
- ▶ **Forskningsinstitusjoner må engasjeres direkte i næringslivets utfordringer** for å effektivt adressere det brede spekteret av problemstillinger som er nødvendige for å realisere en vellykket omstilling.
- ▶ **Forbedre rapportering:** Aktørene bør rapportere om deres nåværende status og fremgang, i tråd med EU ESRS E5, for å forbedre sitt datagrunnlag knyttet til restråstoff og identifisere nye muligheter.
- ▶ **Aktørene bør sette ambisiøse mål,** som for eksempel Science Based Targets, som krever en gjennomgang av forretningsmodeller og ressursbruk. Utnyttelse av restråstoff må bli en integrert del av selskapenes bærekraftstrategi, og ledelsen bør få opplæring i denne tilnærmingen.
- ▶ **Investorer og virkemiddelapparatet:** Kapitalinvesteringer er avgjørende for å øke ressursutnyttelsen. Sirkulære verdikjeder og forretningsmodeller krever ofte utvikling av flere ledd parallelt. Risikostrukturen kan være annerledes sammenlignet med tradisjonelle forretningscaser, noe som kan kreve tilpasset risikovurdering og avlastning.



# 2

## Restråstoff i Trøndelags grønne og blå verdikjeder

I dette kapittelet fokuseres det på hvilke restråstoff som genereres i Trøndelag innenfor sektorene skog- og treindustri, jordbruk, akvakultur, fiskeri, og renovasjon.

Power BI-verktøyet som er utviklet er enkelt å bruke og gir en oversikt over kartleggingen.

Datagrunnlag og fremgangsmetodikk finnes i vedlegg.



# Trøndelag har gode forutsetninger for å benytte restråstoff til økt verdiskaping fremover

*Bioøkonomi er et av de fire prioriterte satsingsområdene i Trøndelags verdiskapingsstrategi, hvor ett av målene er komplette sirkulære verdikjeder for biomasseressurser i 2025. Trøndelag har et sterkt forskningsmiljø og næringsliv som gir regionen et betydelig fortrinn og konkurransekraft i utviklingen av nye verdikjeder basert på restråstoff.*



## Ledende bioøkonomi

Trøndelag har en betydelig andel av Norges samlede bioøkonomi, særlig innen jordbruk, fiskeri, akvakultur og skogbruk. Regionen står for en stor del av den nasjonale produksjonen innen disse sektorene, og har dermed et bredt spekter av restråstoffer som kan utnyttes til videre verdiskaping.



## Ledende forskningsmiljø

Trøndelag er hjem til ledende forskningsmiljøer som NTNU, SINTEF, NINA, Ruralis og NIBIO. Samspillet mellom academia og næringsliv er en essensiell del av regionens forsknings- og utviklingslandskap, og bidrar i stor grad til utviklingen av banebrytende teknologier og innovative prosjekter.



## Etablert klyngemiljø

Næringslivet er sterkt engasjert i temaet, og det er tette koblinger på tvers av sektorer gjennom de fire næringsklyngene som har bidratt til rapporten. Den høye tilliten og samarbeidsviljen i det norske samfunnet gir en unik mulighet til å finne og utvikle løsninger på tvers av sektorer. Næringsklyngene og Katapultordningen utgjør viktige strukturer for videre utvikling og innovasjon.



## Eksisterende infrastruktur

Trøndelag har betydelig kapasitet for transport, prosessering og videreføring av bioressurser, samt en rekke industribedrifter som produserer mat og drikke, trevarer, papir, biodrivstoff og andre biobaserte produkter. Regionen har de siste årene sett stor vekst i biogasskapasiteten, og gjennom samlokalisering av ressurser og industri kan dette skape nye muligheter for økt verdiskaping.



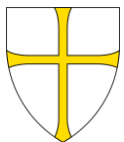
## Fornybare energiresurser

Trøndelag har hatt betydelig vekst innen vindkraft, særlig mellom 2018 og 2021. Dette har vært omstridt, spesielt i lys av saker som Fosen. Videre satsing på fornybar energi må ta hensyn til miljø, lokalsamfunn og urfolks rettigheter. Økt tilgang til fornybar kraft kan imidlertid åpne for å omfordele restråstoff fra forbrenning til mer verdiskapende aktiviteter, noe som bidrar til bærekraftig og langsiktig vekst.

For å nå sine mål for bioøkonomien har Trøndelag fylkeskommune behov for:

1. En kvantitativ og kvalitativ oversikt over forekomst av restråstoff fra blå og grønne verdikjeder i Trøndelag: volum, kvalitet og eventuelle utfordringer
2. En vurdering av verdiskapingspotensialet for bruk av kartlagt restråstoff i Trøndelag
3. En oversikt over hvilke aktører som benytter restråstoff i dag

# Trøndelags bioøkonomi skaper arbeidsplasser og verdi, og har et betydelig potensial for videre vekst



Trøndelag har rikelig med naturressurser, lang kystlinje, store skogsarealer og rikt jordsmonn [1]

Primærnæringer innenfor akvakultur, skog- og jordbruk er sentrale for verdiskapingen i regionen [2]:

- ▶ Fiske, fangst og akvakultur vokser ti ganger raskere enn den generelle veksten i fylket
- ▶ Oppdrettsfisk Trøndelags viktigste eksportvare, og utgjorde 56 % av all eksport i 2018, med en verdi på 12,7 milliarder NOK
- ▶ Trøndelag er en stor jordbruksprodusent og sto for cirka 23% av jordbruksproduksjonen i Norge i 2019
- ▶ I primærleddet til jordbruk, skogbruk og fiske var det per 4.kvartal i 2021 totalt 9 023 sysselsatte. Det utgjør 3,7% av de sysselsatte i fylket
- ▶ Antall rein i vårflokk per 31. mars 2020 var 13 757 i Sør-Trøndelag/Hedmark og 13 864 i Nord-Trøndelag [6]



## Jordbruk

Trøndelag er en betydelig jordbruksregion i Norge, med omkring 23% av landets totale produksjon på kaloribasis. Regionen leverer en stor del av sine matvarer til andre områder i landet [8]. Regionen leverer en stor del av sine matvarer til andre deler av landet. I 2022 var det 5 412 jordbruksbedrifter i drift i Trøndelag, med et totalt jordbruksareal på 1 640 078 dekar [5].

Bevaring av dyrket og dyrkbar jord er avgjørende for å kunne opprettholde regionens matproduksjon. Produksjon av melk og storfekjøtt er også sentralt for sysselsetting og verdiskaping. I 2015 sysselsatte jordbruket 14 700 arbeidstakere, som utgjorde 6,6 % av den totale sysselsettingen i Trøndelag. Samme år hadde primærjordbruket i regionen en omsetning på 7,7 milliarder kroner. Trøndelag har også betydelige aktiviteter innen leverandørtjenester og foredlingsindustri. Jordbruksproduksjonen danner grunnlaget for omfattende verdiskaping videre opp i verdikjeden.



## Skog- og treindustri

I Trøndelag er det mer enn 10,3 millioner dekar med produktiv skog som egner seg for skogbruk. På dette området er det for tiden et stående volum på 100,3 millioner m<sup>3</sup> og en årlig tilvekst på 3,1 millioner m<sup>3</sup>. Skogen forvaltes av private skogeiere, private allmenninger, skogbruksorganisasjoner og myndighetene på ulike nivåer [3]. I 2022 ble det avvirket 832 496 m<sup>3</sup> tømmer for salg i Trøndelag [4].

Skognæringen i Trøndelag har en anslått produksjonsverdi på 7,5 milliarder NOK [7]. Denne næringen sysselsetter om lag 4 000 personer i regionen. Av disse er om lag 600 ansatte innenfor primærleddet, mens 1 550 arbeider innenfor skogsindustrien. De resterende stillingene er knyttet til virksomheter relatert til skogbruk.



## Blå næring

Kysten av Trøndelag er en sentral region for fiskeri- og havbruksnæringen i Norge. Hitra/Frøya og Nærøysund, to av de største lokalsamfunnene for slike virksomheter, ligger i Trøndelagsregionen [1]. Disse områdene huser betydelige klynger av bedrifter som er involvert i akvakultur, fiskeri og fiskeforedling..

Fra 2008 til 2021 har sysselsettingen innen akvakultur, fiskeri og fiskeforedling i Trøndelag økt med 72 %, som tilsvarer 1 912 nye stillinger. Denne veksten har særlig vært drevet av akvakulturnæringen og fiskeforedlingsindustrien. Innen akvakultur har sysselsettingen økt med 131 % i løpet av denne perioden, som utgjør 1 233 nye stillinger.



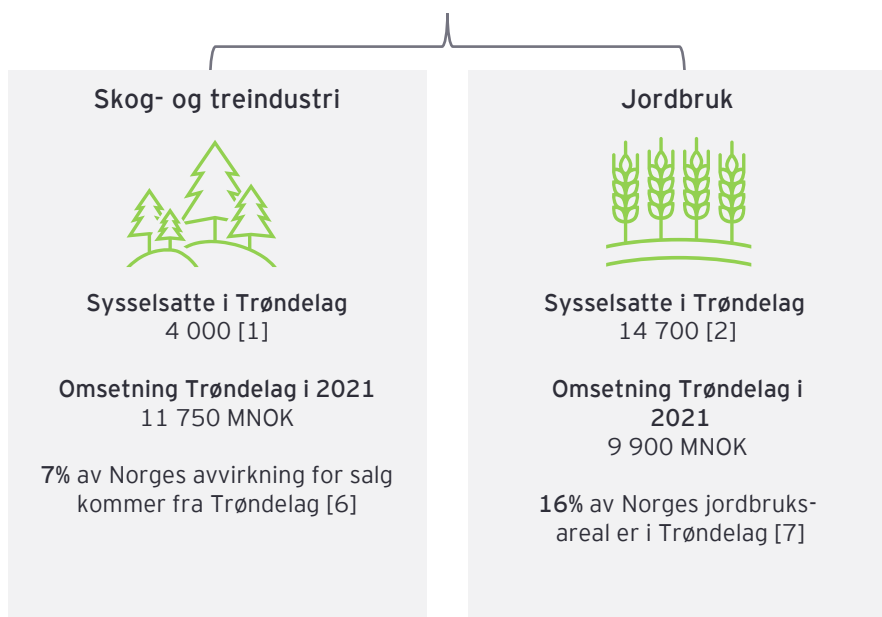
# Bioøkonomien i Trøndelag omfatter særlig fem sektorer

Bioøkonomien er basert på produksjon og foredling av biologiske ressurser

Den omfatter en rekke aktiviteter som er sentrale i samfunnet, som mat- og biomasseproduksjon. Den kan organiseres etter hvordan produksjonen foregår:

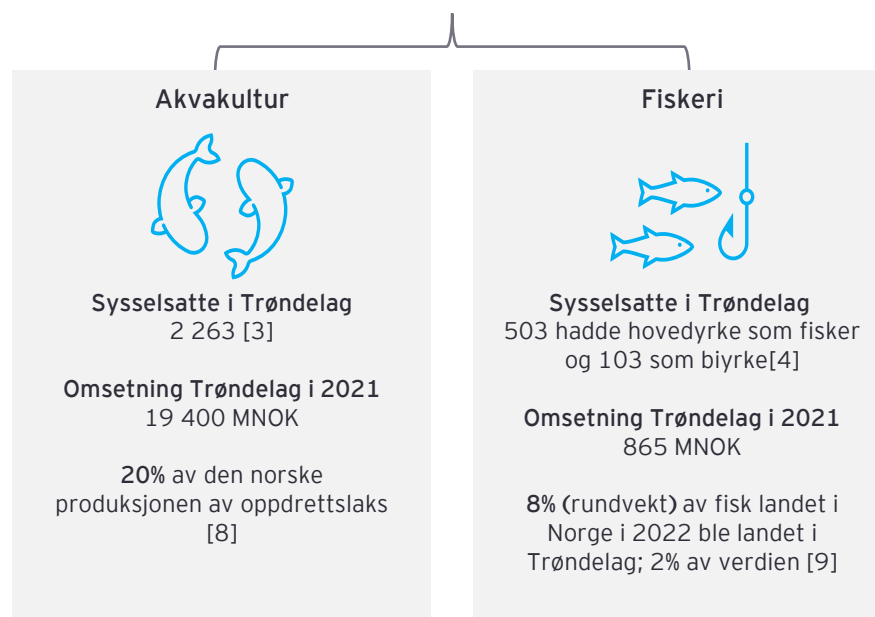
## De grønne verdikjedene omfatter:

Matproduksjon på land, mat- og fôrverdikjeder, hogst, treforedling og treavfall



## De blå verdikjedene omfatter:

Mat produsert i eller høstet fra havet, eller produsert ved landbaserte anlegg



## Resterende restråstoff omfatter:

Avløpsslam og renovasjonsmateriale av organisk art, utenom treavfall



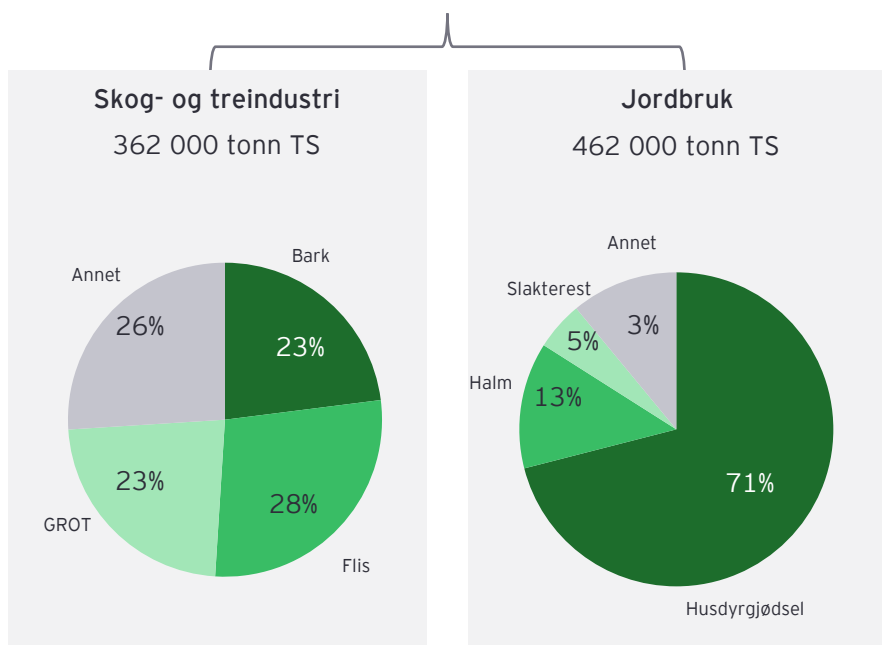
# Volumer og fordeling av restråstoffer innenfor de fem sektorene

Kartleggingen viser at det oppstår ca. 4,9 millioner tonn restråstoff per år i Trøndelag. Omregnet til tonn tørrstoff blir dette litt i overkant av 1 million tonn. Omregningen gjør at restråstoff med forskjellig vanninnhold blir mer sammenlignbare på mengde.

Kartleggingen viser at hele 81% av restråstoffene i Trøndelag genereres i grønne verdikjeder, hvor det meste kommer fra jordbrukssektoren. Det bemerkes at restråstoffene i regionen har både sesongvariasjon og årlig variasjon, som er avgjørende for tilgjengeligheten. For oversikt over alle restråstoffene, se sektorkapitlene og verktøyet.

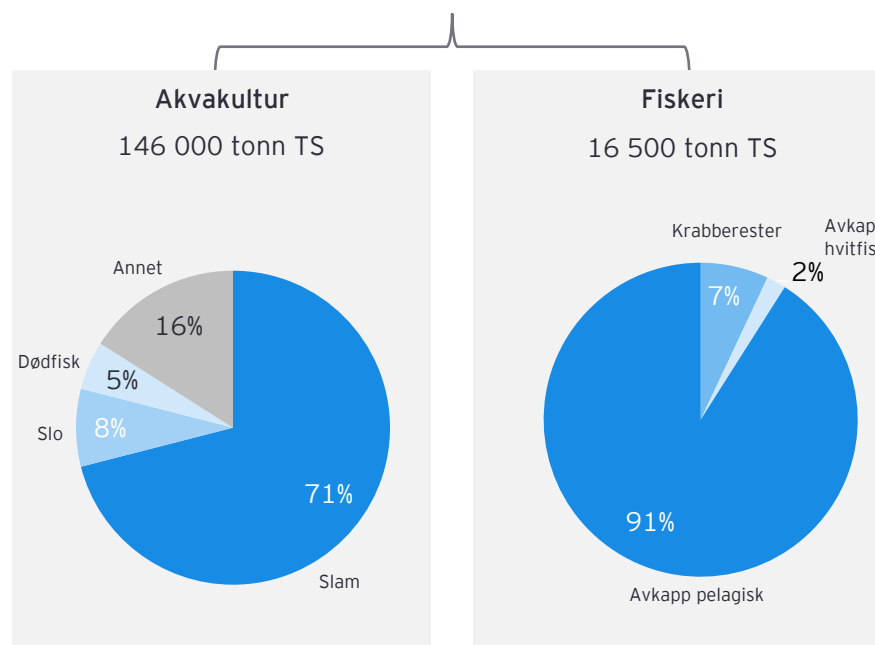
## De grønne verdikjedene omfatter:

Total mengde restråstoff  
824 000 tonn TS



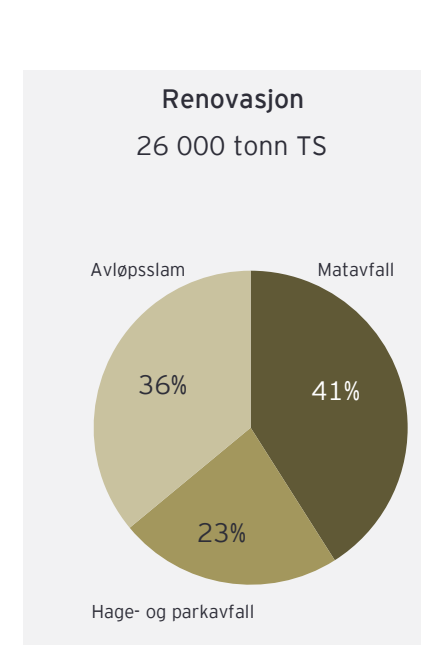
## De blå verdikjedene omfatter:

Total mengde restråstoff  
162 500 tonn TS



## Resterende restråstoff omfatter:

Total mengde restråstoff  
26 000 tonn TS



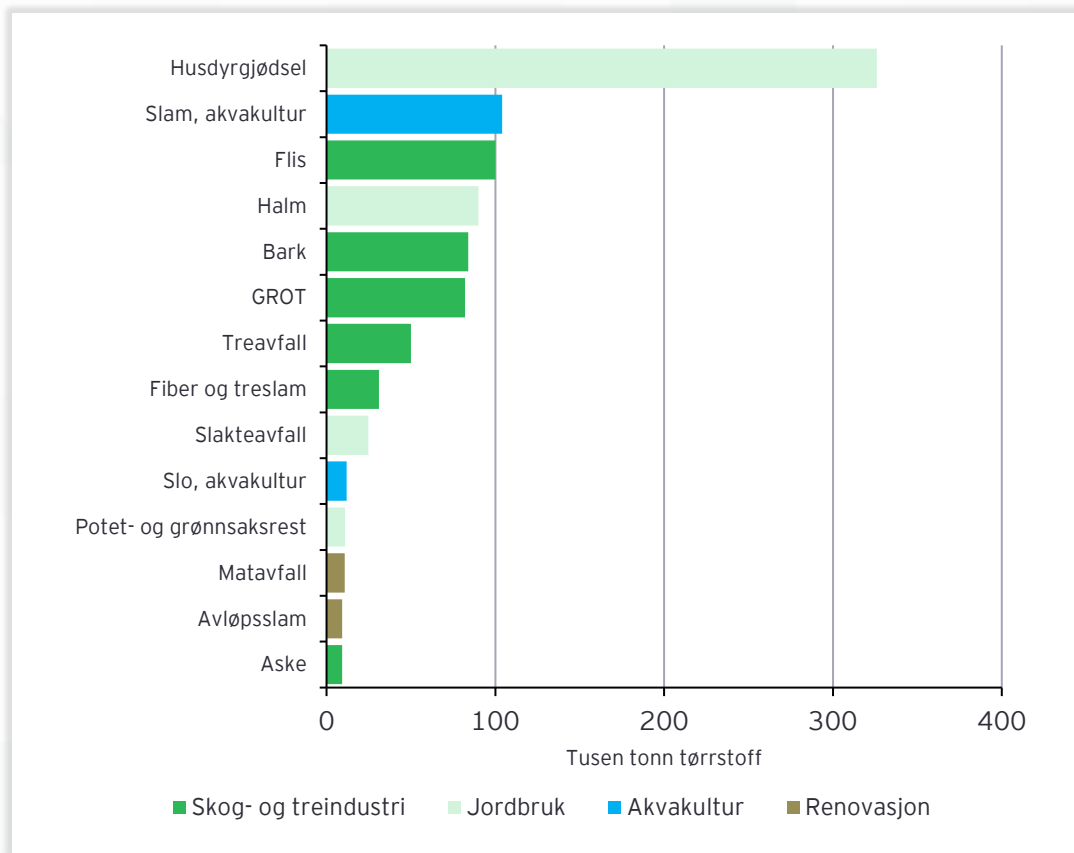
Kilder: [Statsforvalteren i Trøndelag \(2023\)](#), [Trøndelag i tall \(2023\)](#)



# Husdyrgjødsel utgjør den desidert største andelen av restråstoff

Kartleggingen viser mange kilder til restråstoff i Trøndelag, og at fire hovedkilder utgjør ca. 60% av det totale ressursgrunnlaget, målt i tonn tørrstoff.

Det er kartlagt 20 typer restråstoff med mengde på over 5 000 tonn TS og de største er vist i figuren under. Funnene viser at det er en betydelig mengde restråstoff tilgjengelig for potensiell viderebehandling og ressursutnyttelse i Trøndelag. Se vedlegg A for forklaring på de forskjellige restråstoffene som er kartlagt.



De fleste restråstoffene i Trøndelag blir utnyttet i dag. Det er kun fire restråstoff av betydelig mengde som ikke utnyttes:

- **Slam fra akvakultur:** Slammet som genereres i åpne merder blir ikke samlet opp i dag. Oppsamling er utfordrende med dagens teknologi. Det er idag ikke aktuelt å samle opp vesentlige mengder.
- **Blod fra akvakultur:** Prosessvann inkludert blod samles og stabiliseres før ytterligere håndtering i tråd med utslippstillatelse. Utnyttelse av blodet vil kreve store tilpasninger og anses ikke aktuelt på kort sikt.
- **GROT:** Svært lite GROT har blitt tatt ut av skogen i Trøndelag og ellers i landet siden 2013, som var siste året med energiflistilskudd. Det har et stort potensial, men også utfordringer knyttet til blant annet logistikk, tørking og bevaring av næring i jordsmonn.
- **Aske og slag:** Aske kan inneholde viktige næringsstoffer, men i Norge er det ikke tillatt å tilbakeføre treaske til skog [1].

# Det transporteres biologisk råstoff til og fra andre fylker, men lite av dette er restråstoff

## Flyt av restråstoff over fylkesgrensene

Det er lite tilgjengelig informasjon om hvor mye restråstoff som sendes til eller mottas fra andre fylker.

## Blå og grønn næring i Trøndelag importerer store mengder råstoff

I Trøndelag er fiskefôr, tømmer, kraftfôr, gjødsel og fossil energi noen av de viktigste importvarene. I Trøndelag har jordbruksnæringen et årlig fôrforbruk på ca. 410 000 tonn [1] og oppdrettsnæringen et forbruk på ca. 364 000 tonn [2][3]. Andelen av importerte fôrråvarer på landsbasis er 54% for jordbruksnæringen og 92% for havbruk. Samlet importeres det 522 660 tonn/år fôr til Trøndelag. I grønne næringer hentes det store mengder tømmer til ulike formål, for eksempel til papirproduksjon ved Norske Skog Skogn [4].

## Trøndelag eksporterer biologiske varer internasjonalt

Noen av de viktigste eksportvarene fra bioøkonomien er laks, papir, kjøtt og meieriprodukter. Eksport av oppdrettslaks utgjør over 60% av verdien av alle eksportvarer i Trøndelag [5]. Norske Skog på Skogn produserer 500 000 tonn papir hvert år, hvorav store mengder av dette eksporteres til utlandet [6]. Jordbruket i Trøndelag produserer ca. 60 000 tonn kjøtt, hvor største delen av dette blir eksportert ut av fylket for foredling og salg.

## En del av varene som kommer utenfra fylket blir til restråstoff

Fiskefôr er en av varene som kan gi restråstoff. Selv med ny teknologi som regulerer mengdene fôr til oppdrettslaks i merder, er det en viss mengde som ikke blir spist. Fôroverskuddet bidrar til slamproblematikk. Tømmer som transporteres til fylket gir restråstoff som bark og flis.

## Lite flyt av restråstoff fra andre fylker

Restråstoffer som hentes utenfra fylket er fiskeensilasje, slam fra landbaserte oppdrettsanlegg og matavfall. Disse ressursene blir råstoff for biogassproduksjon i regionen. Det foregår noe handel med slakteavfall, men tilgjengelig informasjon tyder på at nettobevegelsen er ubetydelig.

## Restråstoff som eksporteres fra Trøndelag

Dagens incentiver for biogassproduksjon i Danmark resulterer i at mye restråstoff blir transportert dit for videre prosessering. Fra oppdrettsnæringen blir ensilasje ofte tørket før den blir fraktet til Danmark for biogassproduksjon.

Fra jordbrukssektoren eksporteres noe innmat (hjerter, magesekker, mellomgulv o.l.). Dette går til humant konsum i blant annet Asia. Fra den resterende slakteresten blir noe av fettfraksjonen videreforedlet til biodrivstoff.

Transportkostnad er en betydelig barriere for flyt av restråstoff over fylkesgrensen. Det er i hovedsak restråstoff med høyt tørrstoffinnhold som transporteres over lengre avstander.



# NØKKELTALL FOR SKOG- OG TREINDUSTRI I TRØNDELAG

## 2.1 – Skog- og treindustri



AREALRESSURS  
20 MILLIONER DEKAR



OMSETNING  
11 750 MNOK



1016  
VIRKSOMHETER TILKNYTTET  
SKOGBRUK



219  
FOREDLINGSBEDRIFTER



4000 SYSSELSATTE



# Geografisk fordeling av restråstoff fra skog- og treindustri

## Sammensetning av typer treslag

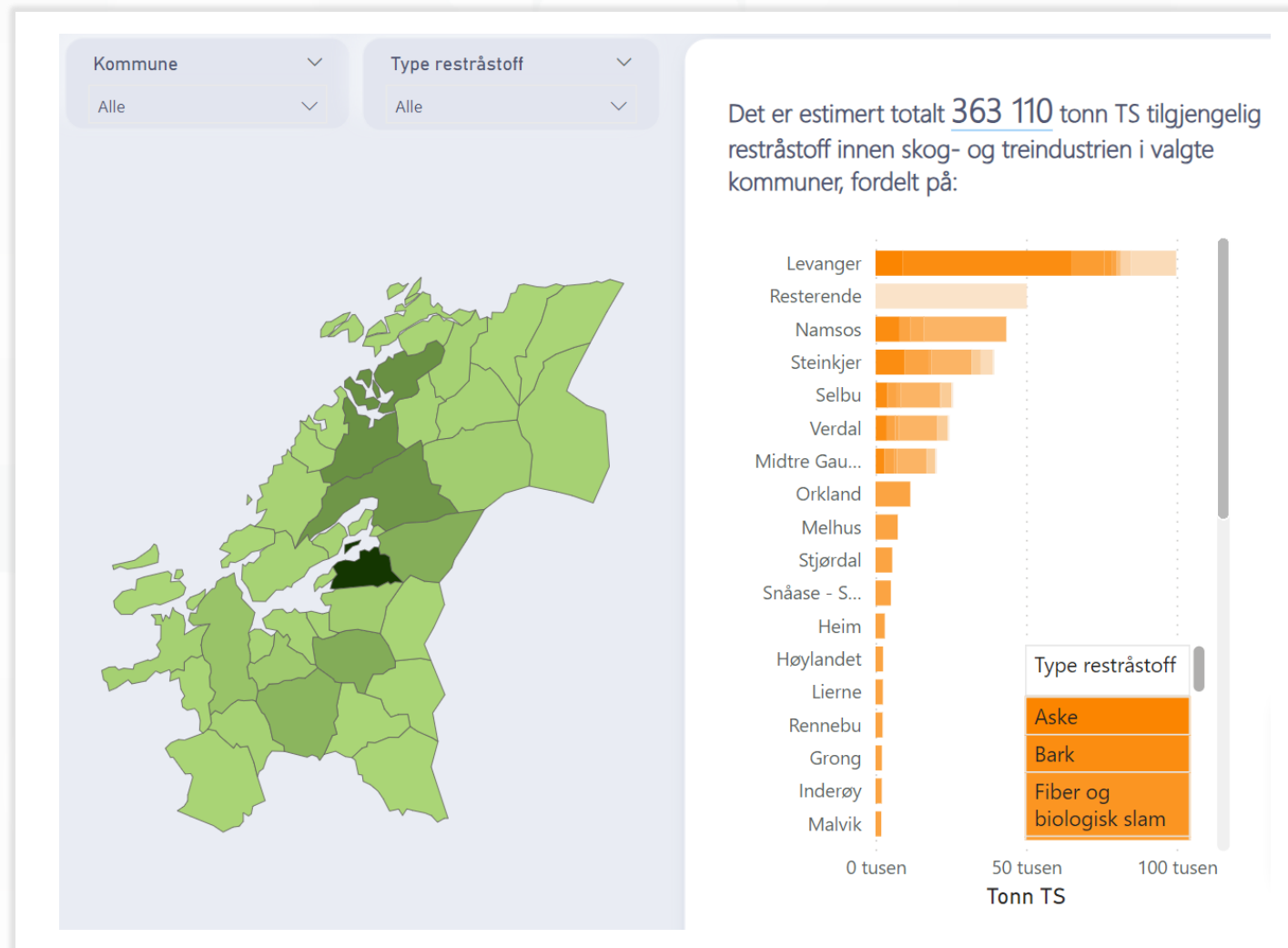
Trøndelag har rikelig med ressurser for skog- og treindustri, med omtrent 20 millioner dekar skog- og tresatt areal. Rundt halvparten av arealet utgjør produktiv skog og som varierer i treslag. Granskog utgjør 39%, furu står for 15%, mens resten består av ulike typer blandingsskog [1].

## Skogavvirkning i Trøndelag

Siden 2014 har det vært en svak nedgang i skogavvirkningen i Trøndelag, med en reduksjon fra omtrent 1 million m<sup>3</sup> i 2014 til litt under 800 000 m<sup>3</sup> i 2023. Kommunene Steinkjer og Orkland har den høyeste avvirkningen i regionen. Se seksjonen om skogbruk på Trøndelag i tall for mer informasjon om skogbruket i Trøndelag [2].

## Forekomst av restråstoff

Restråstoff fra skog- og treindustrien oppstår ved avvirkning av skog og videreforedling av trevirke. Utklippet fra verktøyet til høyre (lenke nedenfor) gir en oversikt over total mengde restråstoff som er kartlagt, og fordeling per kommune. Levanger skiller seg ut med de klart største mengdene, med over 100 000 tonn TS. Bark og flis fra de store aktørene som videreforedler tre utgjør de største mengdene.



KLIKK HER Å KOMME TIL VERTØYET



# Oversikt over verdikjeden og produksjonsprosessen for skog- og treindustri

## Skogene i Trøndelag har en årlig tilvekst som kan legge til rette for økt avvirkning i fremtiden

Den årlige tilveksten i skogene i Trøndelag var gjennomsnittlig 3,3 millioner m<sup>3</sup> i tidsperioden 2017-2021, til sammenligning ble det i 2023 avvirket i underkant av 800 000 m<sup>3</sup>. Andelen gran har vært rundt 80 % av den årlige hogsten. Det er mulig å øke avvirkningen ettersom kulturskogen blir eldre og hogstmoden.

Det er blitt satt ambisiøse mål for skognæringen i Trøndelag, med et tydelig fokus på å ta en ledende rolle innen utviklingen av bioøkonomien. I Midt-Norge finnes en helhetlig verdikjede innen skog- og treindustrien. Det produseres store mengder tømmer og hoveddelen av trevirket videreføres i regionen. I tillegg hentes omtrent like mye råstoff fra andre deler av landet og utenlands. Foredlingen av tømmeret bidrar sterkt til verdiskaping og sysselsetting. I tillegg til de største aktørene (Norske Skog, FollaCell, Moelven og InnTre Kjelstad) bidrar en rekke mellomstore og mindre foredlingsbedrifter.

## FORENKLET VERDIKJEDE FOR SKOG- OG TREINDUSTRI



Hogst og uttak av tømmer



Sagbruk og papirindustri



Treavfall etter endt levetid fra husholdninger, bygg- og anlegg, industri og tjenesteytende næring

**LEDD 1**  
A V V I R K N I N G

**LEDD 2**  
F O R E D L I N G

**LEDD 3**  
S L U T T H Å N D T E R I N G

# Restråstoff fra skog- og treindustrien er en verdifull ressurs i den grønne omstillingen

## Økt etterspørsel etter bærekraftige materialer fra skogen

Som respons på et økende behov for bærekraftige materialer og energikilder, har etterspørselen etter produkter og biomasse fra skog økt [1]. Verdien av restråstoff fra skogen har også blitt mer anerkjent. Skog- og treindustrien har effektiv og høy utnyttelse av råstoffet, men det er fremdeles restråstoff som kan utnyttes bedre.

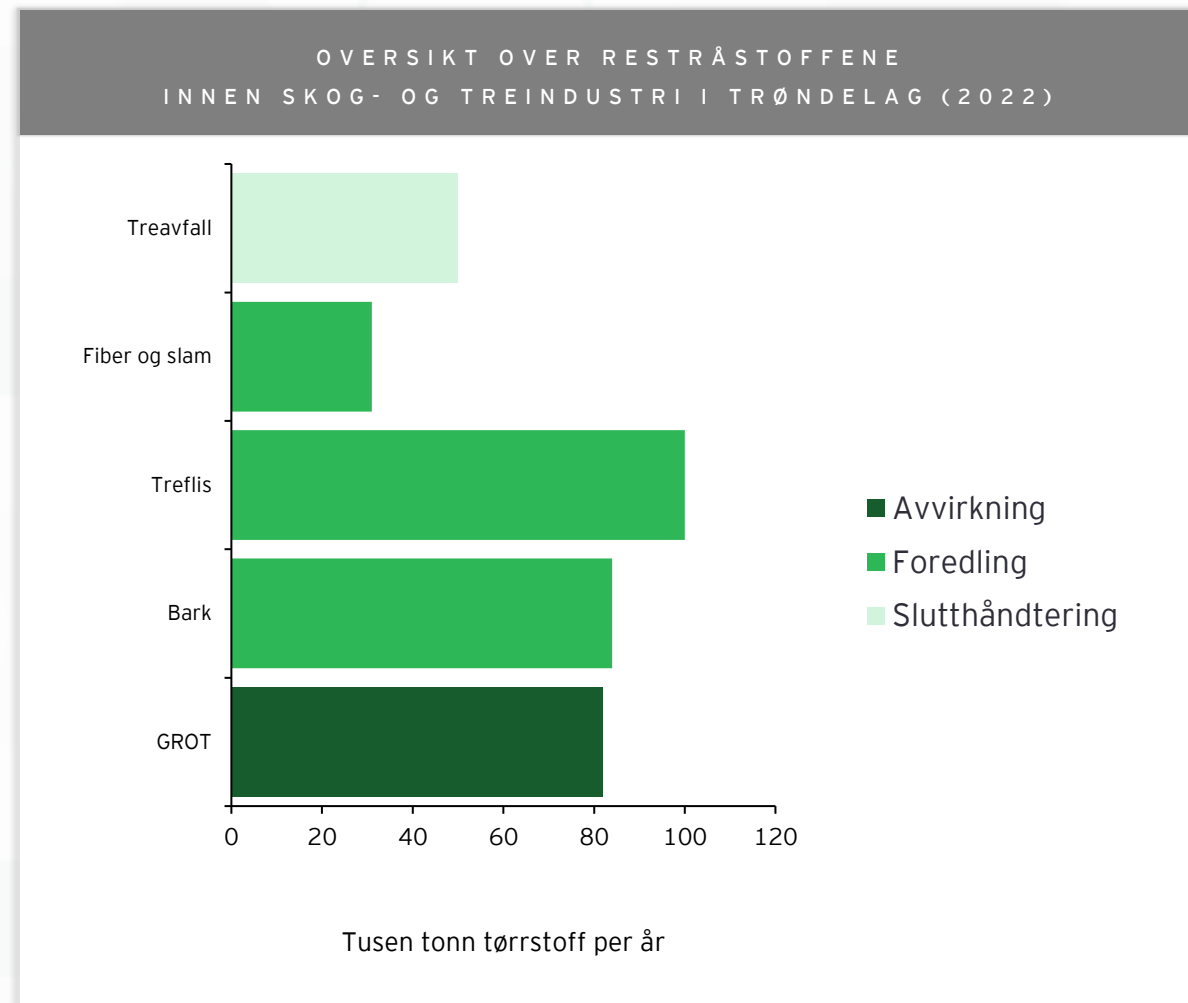
## Restråstoff dannes langs hele verdikjeden, fra avvirkning til sluttbehandling

I avvirkningsleddet er GROT (greiner og topper) er det beregnet i overkant av 80 000 tonn basert på avvirkning per kommune i Trøndelag. Fra foredlingsleddet har aktørene, primært store sagbruk og bedrifter innen papp- og papirproduksjon, oppgitt en total mengde på ca. 230 000 tonn. I sluttbehandlingsleddet er det beregnet at 50 000 tonn treavfall oppstår fra husholdninger, industri, bygg- og anlegg og tjenesteytende næring. De største restråstoffstrømmene vises i stolpediagrammet til høyre. Beregningsmetodikk for mengde restråstoff og spørreskjema til bedriftene er gitt i vedlegg A.

## Skog- og treindustriens restråstoff er en viktig ressurs for grønn omstilling

Restråstoff fra skog- og treindustri er en verdifull kilde til biomasse som kan brukes i produksjonen av bioenergi, biokjemikalier og biomaterialer. Dette er et viktig steg i utviklingen av en bærekraftig bioøkonomi, som er avgjørende for å møte utfordringene som klimaendringer og ressursknapphet medfører.

[Lenke til beskrivelse av restråstoffer](#)





# GROT som restråstoff fra skogavvirkning



## Stort GROT-potensial

Aktuelt restråstoff innen skogbruk er hovedsakelig greiner og topper (GROT). Gran er det mest egnete treslaget for innsamling av GROT, hvor greiner og topper utgjør omtrent 30 % av treets stammevolum [1]. Av dette volumet er det anbefalt av teknisk-økonomiske og miljømessige hensyn at maksimalt 70% av det totale GROT-potensialet tas ut fra hogstfeltet [2]. Med dette til grunn, samt modellen fra Viken (2012) [3], er det årlige potensialet for GROT i Trøndelag estimert til 81 000 tonn TS.

## GROT utnyttes i liten grad i dag

For tiden blir svært lite GROT tatt ut fra skogen, mye grunnet økonomiske forhold. Stubber og røtter blir nesten aldri fjernet, blant annet fordi de bidrar til redusert erosjonsrisiko i skråninger. GROT tilsvarer en energimengde på 14,7 TWh av det totale nasjonale potensialet på 36,9 TWh for bioenergi [4]. Frem til 2013 ble GROT i betydelig grad tatt ut av skogen i Trøndelag, men insentiver gjennom energiflis-tilskuddet ble fjernet i 2014 [5]. I senere tid har ikke GROT blitt utnyttet.

## GROT kan brukes som råvare til å produsere attraktive produkter

Det forskes og utvikles nye muligheter for bruk av GROT som råvare til å produsere nye produkter. Eksempler på muligheter er å benytte karbohydratene fra tre som grunnlag for produksjon av f.eks. fôr som et alternativ til mer arealkrevende fôrråvarer. GROT kan også være en innsatsfaktor i en gjæringsprosess for å produsere ettertraktede proteiner til husdyr og fisk, gitt at det tilføres en bærekraftig nitrogenkilde. Dette kan bidra til en mer bærekraftig og lokal produksjon av fôr i fremtiden.

Restråstoff	Total mengde (tonn)	Tørrstoffinnhold (%)	Mengde tørrstoff (tonn)
GROT	~162 000	~50	~81 000

# Restråstoff fra foredling av tømmer benyttes ofte til nye byggematerialer og er en attraktiv kilde til bioenergi



## Bark og flis er de største restråstoffkildene fra produksjonen av sagtømmer

Sagtømmer, som sorteres etter dimensjon og kvalitet, blir brukt til å lage planker, bjelker og andre trevarer som er essensielle for bygge- og anleggsindustrien. Det er viktig å merke seg at både sagtømmer og massevirke ofte kommer fra det samme treet. Mens sagtømmer oppfyller høye krav til kvalitet og brukes til konstruksjonsformål, blir massevirke, som ikke møter disse standardene, anvendt til andre produkter som papir eller trebaserte plater.

## Attraktivt for bioenergi og velegnet for materialgjenvinning

Mange fjernvarmeanlegg bruker bark og flis til oppvarming. Sagflis er attraktivt for bioenergi på grunn av tilgjengelighet, lavt fuktighetsinnhold og dermed økt energiutbytte. Sagflis og spon er også et velegnet råstoff til produksjon av ulike typer sponplater. I tillegg er trefiberisolasjon og torverstatninger bruksområder i vekst.

Restråstoff	Total mengde (tonn)	Tørrstoffinnhold (%)	Mengde tørrstoff (tonn)
Bark	60 250	40	21 500
Sagflis	32 750	38	12 300
Industriflis	195 850	37	73 800
Høvelspon	25 000	85	9 500
Aske	420	75	320
Råkapp	2 150	37	800
Tørrkapp	5 700	70	2 300

## Noen aktuelle aktører innen treforedling i Trøndelag\*



\*For oversikt over andre relevante bedrifter se vedlegg E



# Restråstoff fra treforedling av massevirke



## Massevirke er tradisjonelt brukt i papir- og kartongproduksjon og til trebaserte plater

Dette råmaterialeet omfatter tømmer som kvalitetsmessig ikke kan benyttes som sagtømmer. Trøndelag er nå landets største region for foredling av massevirke. Restråstoff fra denne prosessen inkluderer bark, treflis og slam. Massevirke er tradisjonelt brukt i papir- og kartongproduksjon, samt til noen typer trebaserte plater. Papir- og kartongindustri benytter restråstoffer fra ulike kilder og industrier, samtidig som produksjonen genererer en del restråstoff.

## Egenskaper som er av interesse til flere industrielle formål

Bark utgjør en stor mengde restråstoff som skilles ut før tømmeret går inn i papirproduksjonen. Bark har egenskaper som egner seg godt i komposteringsprosesser, og har interessante antimikrobielle egenskaper som gjør at det forskes på å bruke ekstrakter fra bark som impregneringsmiddel [1]. Aske har også innhold og egenskaper som er av interesse til flere industrielle formål, for eksempel som kilde til næringsstoffer for planter [2]. Mineraler i asken kan utnyttes til gjødslingsformål i skog både alene eller sammen med andre næringsstoffer [3]. Tidligere søkte Trøndelags-bedriften Norske Skog, i samarbeid med Levanger kommune, om tillatelse til å benytte asken fra deres virksomhet i et pilotprosjekt. Dette forslaget ble imidlertid avslått av Miljødirektoratet på grunn av bekymringer knyttet til forurensningsrisiko [4]. Pyrolyse av treflis og bark kan generere bioolje, biokull og pyrogass. Biooljen kan brukes som biodrivstoff eller i kjemiske prosesser, mens biokullet kan brukes som jordforbedringsmiddel og reduksjonsmiddel i metallurgisk prosessindustri [5].

Restråstoff	Total mengde (tonn)	Tørrestoffinnhold (%)	Mengde tørrstoff (tonn)
Bark	169 400	37	62 450
Industriflis	6 040	37	2 280
Finstoff	6000	40	2400
Aske og slagg	18 000	75	12 380
Fiber og slam	74 000	40-60	31 300

## Noen aktuelle aktører innen treforedling av massevirke i Trøndelag\*



MM FollaCell AS

\*For oversikt over andre relevante bedrifter se vedlegg E



## Flere kilder med varierende kvalitet

I SSBs avfallsregnskap [1], rapporteres mengde avhendet treavfall i henhold til 4 ulike kilder: bygg- og anleggsvirksomhet, private husholdninger, industri og tjenesteytende næring. Treavfallet samles inn på interkommunale og kommersielle gjenvinningsstasjoner. Samlet utgjør dette en estimert reststrøm på ca. 67 000 tonn årlig i Trøndelag, dette inkluderer ikke impregneret treavfall som defineres som «farlig avfall». Treavfallet består av heltre, trebaserte plater (behandlet og ikke-behandlet, med/uten lim, plast og metall), konstruksjonsvirke, kledning, vegg- og gulvplater, parkett, møbler og emballasje mm. Enkelte aktører sorterer ut rent treavfall (heltre som ikke er overflatebehandlet, behandlet eller inneholder lim/plast/metall) fra 'blandet treavfall'. Kvaliteten på treavfall kan variere betydelig.

## Mye restråstoff går til til materialgjenvinning

SSB rapporterte at 18 % av treavfallet ble levert til materialgjenvinning i 2020, i 2021 lå andelen på 27% [1]. I Trøndelag opplyser Retura på Fiborgtangen at de mottar ca. 35 000 tonn treavfall årlig, i form av blandet og rent trevirke. Det rene trevirket (ca. 6 000 tonn) flises opp og går til Arbor AS for sponplateproduksjon. Det er ventet at dette tallet vil øke i årene framover. Blandet trevirke flises opp til energiflis og går til Norske Skog for energigjenvinning. Ragn-Sells mottar betydelige mengder treavfall på sine anlegg i Trondheim og på Hitra. Så si alt (2 600 tonn) går til energigjenvinning. En liten andel går til materialgjenvinning.

Kapp og overskudd fra både tremekanisk industri og bygg- og anleggssektoren (samt rent heltre treavfall) kan potensielt inngå som råstoff inn i nye produkter slik som fingerskjøtete lengder, innsatsfaktor i krysslimtre, skrudde bygningselementer eller som råstoff inn i trebaserte plater. Produksjon av trefiberisolasjon er et annet bruksområde.

Restråstoff	Volum (tonn)	Tørrestoffinnhold (%)	Tørrestoff (tonn)
Treavfall fra byggeaktivitet (estimert)	23 030	75	17 270
Treavfall fra husholdning	22 260	75	16 700
Treavfall fra tjenesteytende (estimert)	15 340	75	11 500
Treavfall fra industri (estimert)	6 460	75	4 850

## Noen aktuelle aktører innen håndtering av treavfall i Trøndelag\*



\*For oversikt over andre relevante bedrifter se vedlegg E



# Dagens bruksområder og verdiskaping for restråstoff som genereres i skog- og treindustri

Tabellen til høyre viser oversikt over dagens bruk av restråstoffene samt verdien av produktene de blir til. En mer inngående forklaring av disse estimatene og de gjennomførte omregningsfaktorene finnes i vedlegg B.

Restråstoffene som genereres i skog- og treindustrien, unntatt GROT, utnyttes allerede i stor grad. Til tross for den generelt høye utnyttelsesgraden, blir flertallet av restråstoffene benyttet til produkter som har lav økonomisk verdi i verdipyramidens kontekst.

Dagens hovedbruk av restråstoffene fra skog- og treindustri er materialgjenvinning, energigjenvinning og jordforbedring, gjødsel og strø. Blant disse bruksområdene går de største mengdene til energigjenvinning og pellets-/brikettproduksjon, med samlet verdiskaping på 474 millioner kroner.

Årsaken til stor variasjon i verdi per tonn for kategorien jordforbedring, gjødsel og strø er forskjellige bruksområder for de forskjellige restråstoffene.

Restråstoff	Ledd hvor restråstoff genereres	Dagens bruk	Estimert fordeling av bruk	Estimert verdi på produkt av restråstoffet	Estimert total verdi fra restråstoffproduktene
GROT	Avvirkning	Ikke utnyttet	100%	0 NOK	0 NOK
Aske	Foredling	Ikke utnyttet	100%	0 NOK	0 NOK
Bark	Foredling	Jordforbedring, gjødsel og strø	3%	553 NOK/tonn VS	3 MNOK
	Foredling	Energigjenvinning	97%	2 380 NOK/tonn TS	198 MNOK
Flis og avkapp	Foredling	Jordforbedring, gjødsel og strø	3%	2 550 NOK/tonn VS	17 MNOK
	Foredling	Energigjenvinning	3%	2 380 NOK/tonn TS	13 MNOK
	Foredling	Cellulose og papirproduksjon	47%	2 856 NOK/tonn TS	133 MNOK
	Foredling	Pellets/briketter	49%	2 380 NOK/tonn TS	117 MNOK
Fiber og slam	Foredling	Energigjenvinning	93%	1 414 NOK/tonn TS	37 MNOK
	Foredling	Jordforbedring, gjødsel og strø	7%	70 NOK/tonn VS	0,5 MNOK
Treavfall	Slutthåndtering	Materialgjenvinning	9%	2 856 NOK/tonn TS	13 MNOK
	Slutthåndtering	Energigjenvinning	91%	2 380 NOK/tonn TS	109 MNOK
<b>Total</b>					<b>637 MNOK</b>





# Maksimering av skogens verdipotensial (barrierer og muligheter)

## Økning i tømmervolumet

Mulighetsrommet for økt utnyttelse av skogsråstoff i Trøndelag beror på ulike faktorer. Først og fremst øker tømmervolumet i norske skoger, spesielt i Trøndelag, hvor volumet har økt fra 75 millioner kubikkmeter til 105 millioner kubikkmeter siden midten av 1990-tallet [1]. Den årlige tilveksten er nå på 3,1 millioner kubikkmeter, med et uttak på en tredjedel av tilveksten [2].

## Rom for økt avvirkning

Dette økte tømmervolumet gir rom for økt avvirkning, samtidig som skogens produksjonsevne og økologiske balanse opprettholdes. Dette er spesielt viktig i lys av den økende etterspørselen etter skogsråstoff. Økt regional foredling ses også som en mulighet for å utnytte potensialet, med fokus på å bygge opp egen plateproduksjon for å benytte seg av regionalt treavfall.

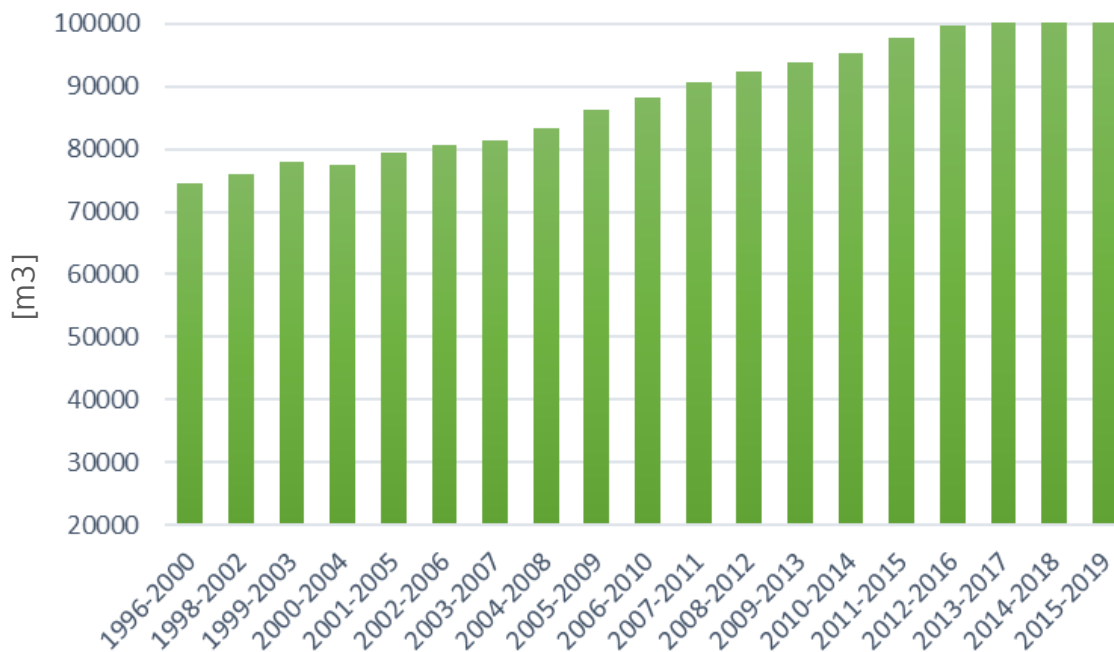
## Kortsiktig utslippsreduksjon og langsiktig utnyttelse av skogens ressurser

Miljøavveininger spiller en sentral rolle for utnyttelse av skogens verdier. Det er nødvendig å balansere mellom utslippsreduksjon og ivaretagelse av økosystemtjenester. Potensialet for økt bioenergiproduksjon er en del av denne avveiningen. Samtidig må det tas hensyn til bevarelsen av viktige skoger, spesielt gammelskoger. Valget mellom kortsiktige utslippsreduksjoner fra fossile brenslere og en langsiktig, bærekraftig utnyttelse av fornybare ressurser er av stor betydning, med tidspreferansen som en viktig faktor.

## Behov for tekniske tilpasninger, forvaltning og infrastruktur

Det finnes barrierer for optimal utnyttelse av skogsråstoffet i Trøndelag. Tekniske tilpasninger er nødvendige, spesielt i små energianlegg, for å støtte opp om økt avvirkning. Det er også en utfordring å sikre lokal tilgang til tømmer, og det er behov for forvaltning og infrastruktur for å håndtere skogressursene bærekraftig. Overdreven uttak av tømmer og GROT er en potensiell trussel, da det kan føre til økologisk skade. Disse faktorene må håndteres for å maksimere nytteverdien av det økte mulighetsrommet for skogsråstoff i Trøndelag.

ØKNING I STÅENDE KUBIKKMASSE (UTEN BARK) I TRØNDELAG [3]



# NØKKELTALL FOR JORDBRUK I TRØNDELAG



AREALRESSURS  
1,6 MILLIONER DEKAR



OMSETNING  
9 900 MNOK



329 000  
SMÅ- OG STORFE



5 412  
JORDBRUKSBEDRIFTER



14 700 SYSSELSATTE

## 2.2 - Jordbruk

# Geografisk fordeling av restråstoffene innen jordbrukssektoren

## Jordbruksproduksjon i Trøndelag

Mye av jordbruksproduksjonen i Trøndelag er konsentrert rundt Trondheimsfjorden, spesielt indre deler av fjorden. Levanger og Steinkjer utmerker seg som de største produsentene av restråstoff i Trøndelag. Begge kommunene genererer årlig om lag 20 000 tonn TS fra bløtgjødsel hver. Dette kan effektivt utnyttes i lokal kornproduksjon, som utgjør 25 000 tonn av forskjellige kornarter i hver av kommunene.

## Kilder til restråstoff

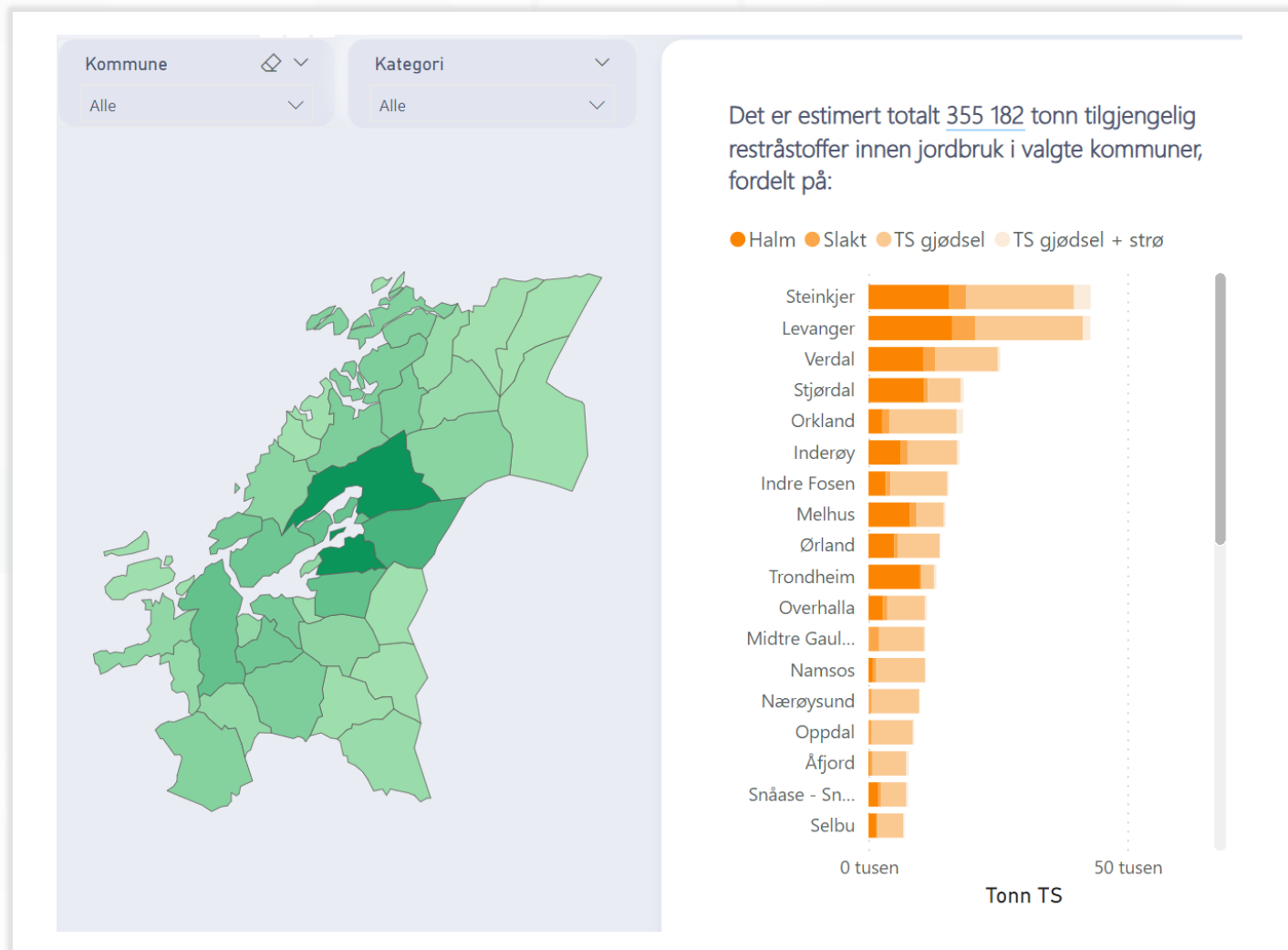
Restråstoffene genereres i både husdyrproduksjon og planteproduksjon langs hele verdikjeden fra gården til matindustrien. På gårdene utgjør de primære restråstoffene hovedsakelig husdyrgjødsel og ulike planterester. Dette gjelder fôr, halm, usalgbare deler av grønnsaker og ull. Disse ressursene er relativt jevnt fordelt i hele fylket. Andre former for restråstoff er knyttet til slakterier, kornmottak, fôrproduksjon og annen matindustri i regionen.

## Bærekraftig praksis og utfordringer

Et slikt mangfold av restråstoff gir både muligheter og utfordringer for bærekraftig jordbrukspraksis i Trøndelag. Det vil være viktig å sikre at overskuddsgjødsel og restråstoff blir fordelt og utnyttet effektivt i fylkets jordbruksproduksjon for å opprettholde en balansert og mer miljøvennlig produksjon på lokale ressurser.



KLIKK HER Å KOMME TIL VERTØYET





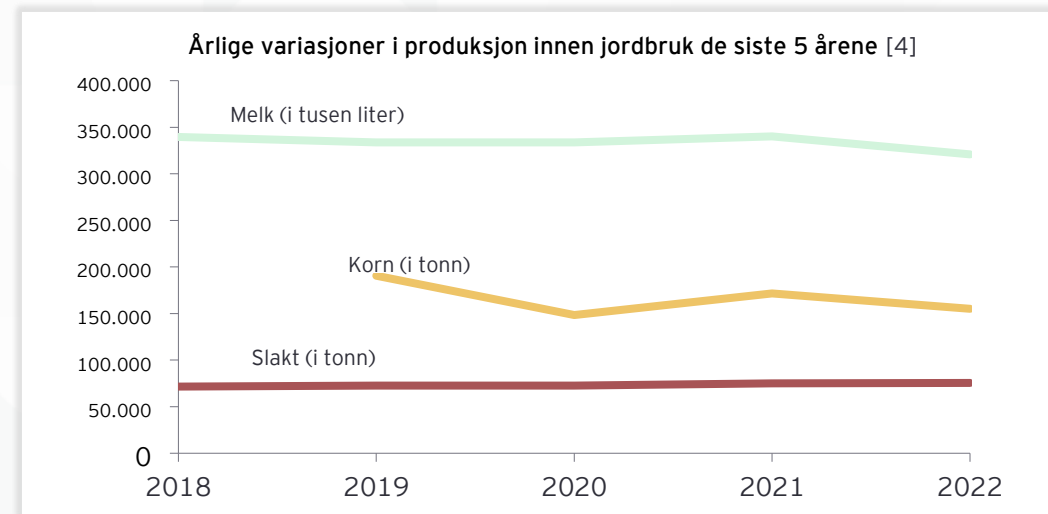
# Oversikt over verdikjeden og produksjonsprosessen for jordbruk

## Jordbruket i Trøndelag- en stor kraft i norsk jordbruksproduksjon

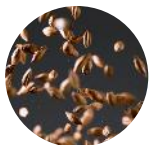
Jordbruket i Trøndelag foregår på 4,3 % av fylkets areal. Dette arealet utgjør 17 % av Norges samlede jordbruksareal. Dyrket areal brukes hovedsakelig til engvekster (71 %) og korn (27 %). En liten del brukes til dyrking av poteter (0,8 %), grønnsaker (0,5 %), frukt og bær (0,5 %). I tillegg har Trøndelag et veksthusareal på 117 000 m<sup>2</sup> [1]. Trøndelag har en betydelig årsproduksjon av melk (333 millioner liter), egg (15 000 tonn) og kjøtt (fjørfe 30 000 tonn, svin 23 000 tonn, storfe 18 000 tonn, sau og lam 2 700 tonn, samt rein) [2].

## Dyrking av bygg dominerer

Utenfor Østlandet er Trøndelag den viktigste regionen for kornproduksjon i Norge. Kornproduksjonen foregår først og fremst i kommunene rundt Trondheimsfjorden samt elvedalene og Gauldal. Det produseres hovedsakelig bygg, som står for 88 % av arealet. Deretter følger havre som dyrkes på 9 % av kornarealet, mens høst- og vårhvete til sammen utgjør 3 % av kornarealet. Både det totale kornarealet og andelen av de ulike kornslagene varierer litt fra år til år. Kornet som dyrkes i Trøndelag går stort sett til kraftfôrproduksjon.



## FORENKLET VERDIKJEDE FOR JORDBRUK



Gjødsel, frø og plantevernmidler for avlinger. Land og vann som produksjonsressurser.

### LEDD 0

RÅVARER OG INNGANGER



Jordbruksaktiviteter som planteproduksjon og dyrehold.

### LEDD 1

PRIMÆRPRODUKSJON



Høsting av planteprodukter. Slaktning av dyr.

### LEDD 2

HØSTING



Transport, foredling, lagring og distribusjon.

### LEDD 3

BEARBEIDING OG FOREDLING



Pakking og eksport av varer.

### LEDD 4

SALG OG EKSPORT

# Utnyttelse av jordbrukets restråstoff

## Fra gård til industri

Restråstoff fra jordbruket er knyttet til plante- og husdyrproduksjon langs hele verdikjeden fra gården til matindustri. Restråstoff fra primærleddet er i hovedsak husdyrgjødsel og ulike planterester som fôr, halm og ikke-salgbare deler av grønnsaker, samt litt ull. Disse restråstoffene finnes spredd i fylket, og brukes for det meste på gårdene. Øvrige restråstoffer genereres på slakterier, kornmottak, og fôr- og matindustri.

## Mengder og bruksområder

Det er anslått om lag 462 000 tonn TS i samlet mengde restråstoff fra jordbruket. De største kildene er husdyrgjødsel, kornavrens, halm og slakteavfall. Dette brukes til fôr, matvarer, biobrensel/biogass, gjødsel og jordforbedring, samt en rekke andre produkter. Risikoavfall destrueres. Potensialet for gjødsel- og energiproduksjon er sannsynligvis begrenset til visse risikomaterialer på grunn av den allerede høye utnyttelsen i mat og fôrprodukter [1].

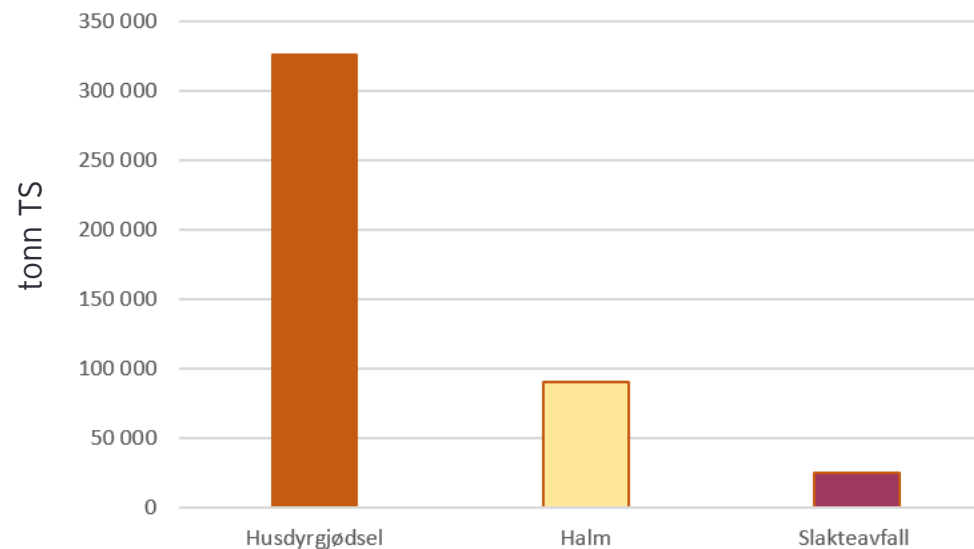
## Potensial og regulering

Utsorterte poteter og grønnsaker, samt fjær, bein, blod, innvoller og skinn, har potensial for bruk til mat eller høyverdi produkter etter videre prosessering [2].

Restråstoff som genereres langs verdikjeden i jordbruket er regulert gjennom ulike forskrifter, slik som: gjødselvereforskriften, avfallsforskriften, forskriften om animalske biprodukter som ikke er beregnet på konsum, floghavreforskriften og forurensningsforskriften.

[Lenke til beskrivelse av restråstoffer](#)

OVERSIKT OVER DE STØRSTE MENGDENE MED RESTRÅSTOFFENE  
SOM GENERERES FRA JORDBRUKET I TRØNDELAG (2022)



# Strategisk innhøsting kan bidra til bærekraftig avsetning og nyskapende bruk av restråstoff



## Halm og kornavrens er de viktigste restråstoffene fra planteproduksjon

Halmen blir skilt fra kornet ved tresking. Halmen inneholder mye karbon i forhold til nitrogen og bidrar med organisk materiale om den blir værende i åkeren. Halmen øker likevel ikke moldinnholdet like mye som bruk av husdyrgjødsel eller vekstskifte med eng. I en ensidig drift med kun korndyrking og mineralgjødsel vil halmen likevel være vesentlig for å kunne opprettholde et visst moldinnhold. Dette er viktig for blant annet jordstrukturen og jordas vannlagringsevne, og lagring av karbon i jordsmonnet.

Høsting av poteter, grønnsaker, frukt og bær gir planterester som ofte består av lettomsattelig organisk materiale med potensial for nitrogentap. Sikker avsetning eller mulighet for lagring for å unngå nedmoldning av salgbare produkter er viktig. Det vil oppstå noe restråstoff i form av avskjær og utsorterte råvarer ved høsting på gårdene og veksthusene, i lager og på pakkeri.

## Jordforbedring, biogassproduksjon og matindustrielle løsninger

Halmen blir i dag hovedsakelig pløyd ned i jorda eller brukt som strø eller talle i fjøs, enten på egen gård eller solgt til andre husdyrprodusenter. Det er utfordrende å finne tallgrunnlag for å beregne mengden, da det mangler oversikt over hvor stor andel av de ulike dyreslagene som går på talle. Når halmen blir brukt som strø eller talle havner den også til slutt i jorda, men da i blanding med husdyrgjødsel. Gjennom ammoniakkbehandling kan halmen også brukes som grovfôr til drøvtyggere, eller brukes som biomasse til energiproduksjon [1], [2].

For å utnytte restråstoff fra poteter, grønnsaker, frukt og bær på best mulig måte, bør disse benyttes til produksjon av fôr eller mat. Bedriften Grønne Folk på Frosta er et eksempel på hvordan utsorterte, men brukbare grønnsaker kan brukes til å lage ferdigprodukter til mat for salg i detaljvarehandelen. Organisk avfall som jord og planterester fra veksthusproduksjon kan for eksempel leveres til bedrifter som gjennom reaktorkompostering er i stand til å gjenvinne rundt 90% av næringsstoffene og produsere gjødsel og jordprodukter.

Restråstoff	Total mengde (tonn)	Tørrstoffinnhold (%)	Mengde tørrstoff (tonn)
Halm	106 000	85	90 000
Potet- og grønnsaksrest	61 300	18	11 000

Noen av de aktuelle aktørene innen håndtering av restråstoff fra høsting i Trøndelag\*



\*For oversikt over andre relevante bedrifter se vedlegg E



# Restråstoffer fra husdyrhold er viktig for å optimalisere planteproduksjonen i jordbrukssektoren



## Restråstoff benyttes for å få optimal planteproduksjon

De organiske restråstoffene som genereres i jordbruket, representerer næringsstoffer som er ønskelig å beholde i jordbruket. Husdyrgjødsel inneholder næringsstoffer, spesielt nitrogen og fosfor, som er ønsket i planteproduksjon, men som kan få negative konsekvenser for klima og miljø når det kommer på avveie. God utnyttelse av husdyrgjødsel gir mindre behov for mineralgjødsel.

## Biogassproduksjon

Husdyrgjødsel er en råvare egnet for produksjon av biogass og gjødsel. Det er flere gårdsbaserte biogassanlegg i drift og under planlegging med mulighet for å utnytte husdyrgjødsel i Trøndelag i dag. Det knyttes utfordringer til logistikk og kostnader for ytterligere økning av sentrale anlegg. Andre substrater som inngår i biogassproduksjon vil kunne påvirke kvaliteten på bioresten som kommer ut fra biogassanleggene.

## Restråstoff fra ull

Det er anslått at 10% av ull på landsbasis ikke leveres til ullmottak, og at deler av denne ulla ikke anvendes i dag, og for eksempel blir brent eller gravd ned [1]. Ull har mange gode egenskaper som vi kan dra nytte av, til enten planteproduksjon eller produksjon av klær og garn [2].

Restråstoff	Total mengde (tonn)	Tørrstoff-innhold (%)	Mengde tørrstoff (tonn)
Husdyrgjødsel (bløt)	2 154 700	7-11	228 040
Husdyrgjødsel (gjødsel og strø)	378 700	20-50	86 100
Husdyrgjødsel (fast)	43 800	28	12 300

Noen av de aktuelle aktørene innen håndtering av restråstoff fra primærproduksjon i Trøndelag\*

Biogassanlegg som tar i mot husdyrgjødsel

**Svanem**  
**BIOGASS**

 **norilia**

Ullmottak

\*For oversikt over andre relevante bedrifter se vedlegg E

# Bearbeiding og foredling gir verdifulle restråstoffer



## Plantebasert restråstoff

Kornavrens som restråstoff oppstår ved kornmottak og møller, og utgjør omtrent 5-6 % av kornet som blir levert. Gjennom bearbeiding av kornet ved bryggeriene genereres det restråstoff i form av bryggerirest.

## Animalske restråstoff

Slakt genererer store mengder restråstoff, som bein, blod, skinn og innvoller. Animalske biprodukter fra slakt deles i tre risikokategorier som igjen bestemmer materialets brukspotensial. Økt salg av innmat som mage, mellomgulv og hjerte innenlands utgjør en mulighet for å utnytte hele eller større deler av dyret. Restråstoff i kategori 3 kan utnyttes i større grad til menneskelig konsum da dette er restråstoff med lav risiko. Restråstoff fra egg og melk, som eggeskall, eggeplomme, myse og kjernemelk, inneholder verdifulle ressurser om ofte ikke utnyttes fullt i dag. Eggeskall er for eksempel en potensiell kilde til kalsium, men utvinning av dette næringsstoffet er fortsatt lite utbredt. I tillegg utgjør meierirest og slakteavfall muligheter for avansert proteinforedling til bruk i sportsernæring eller lignende.

## Produksjon av pellets, biobrensel, biogass, kjøttbenmel og animalsk fett

Kornavrens fra Steinkjer kornsilo og flere andre kornmottak leveres til Førforedling AS, som produserer kornavrenspelletts. Disse brukes som fôr til kjøttfe, ammekyr, sau, reinsdyr og hest. Kornavrens kan også brukes som biobrensel eller til produksjon av biogass. På Norgesmøllene sitt anlegg i Buvika produseres det omtrent 50 000 tonn matmel i året. Råvarene kommer dels fra Østlandet og dels fra utlandet. Restråstoffet fra mølla er kli som går videre til Felleskjøpet i produksjon av dyrefôr.

Slakteriavfall, verpehøns og kadaver går til Biosirk Norge AS for produksjon av kjøttbeinmel og animalsk fett. Kjøttbeinmel blir til gjødselprodukter, brensel og råstoff til sementindustri, mens animalsk fett brukes til fyringsolje.

Restråstoff	Total mengde (tonn)	Tørrestoffinnhold (%)	Mengde tørrstoff (tonn)
Kornvrens fra mølle	9 250	85	7 870
Bryggerirest	2 200	66	1 320
Slakt (kat.3)	42 000	50	21 000
Slakt (kat. 1 & 2)	7 500	50	3 750
Flytende meierirest	32 088	6	1 930

## Noen aktuelle aktører innen bearbeiding og foredling i Trøndelag\*



\*For oversikt over andre relevante bedrifter se vedlegg E

# Dagens bruksområder og verdiskaping for restråstoffer som genereres i jordbrukssektoren

## Verdiskaping og bruksmangfold

Restråstoffene fra jordbruket utgjør en betydelig ressurs, selv om verdiskapingen varierer avhengig av bruksområdet. Tabellen til høyre gir en oversikt over verdien knyttet til hvert restråstoff basert på dagens hovedbruk, med estimater basert på tilgjengelige kilder. Verdiskapingen er beregnet ut fra antatte fordelinger mellom bruksområder for restråstoffene, og en mer detaljert forklaring finnes i vedlegget.

De største mengdene restavfall fra jordbruket omfatter husdyrgjødsel, halm og slakteriavfall. Analysen viser at de mest verdifulle bruksområdene, målt i penger per tonn, er slakteavfall brukt til menneskelig konsum, slakteavfall brukt til fôrproduksjon, samt kornavrens fra møller brukt til fôrproduksjon. Samtidig utgjør de minste mengdene av brukt restavfall fra jordbruket slakteavfall til menneskelig konsum og kornavrens fra møller til energigjenvinning.

## Behov for alternative bruksområder

Verdipotensialet er lavest, målt i kroner per tonn, for bruk av husdyrgjødsel til jordforbedring/gjødsel og biogass, slakterirest fra kategori 1 med høy risiko ved bruk, samt utnyttelse av bryggerirest og meierirest. Dette underbygger behovet for å utforske alternative og mer verdiskapende bruksområder for disse restråstoffene i jordbrukssektoren. Samlet sett illustrerer disse funnene betydningen av å optimalisere bruket av restråstoffene for å øke verdiskapingen i jordbruket.

Restråstoff	Ledd hvor restråstoff genereres	Dagens bruksområde	Prosent brukt til	Dagens utnyttelsesverdi ved gitt bruksområde	Dagens verdiskaping gitt bruksområde
Husdyrgjødsel	Primærproduksjon	Gjødsel /jordforbedring	100%	70 NOK/tonn VS	181 MNOK
		Biogass*	0%	1 137 NOK/tonn TS	0 MNOK
Halm	Høsting	Fôr	10%	4 171 NOK/tonn TS	37 MNOK
		Gjødsel /jordforbedring	85%	300 NOK/tonn TS	23 MNOK
		Energigjenvinning	5%	1 796 NOK/tonn TS	8 MNOK
Potet, meieri- og grønnsaksrest	Høsting	Fôr	100%	12 361 - 37 083 NOK/tonn TS	172 MNOK
Kornavrens fra mølle	Bearbeiding og foredling	Fôr	80%	2 618 NOK/tonn VS	16 MNOK
		Energigjenvinning	20%	1 796 NOK/tonn TS	3 MNOK
Slakterirest	Bearbeiding og foredling	Humant konsum	3%	62 900 NOK/tonn TS	47 MNOK
		Energigjenvinning	8%	808 NOK/tonn TS	2 MNOK
		Fôr	89%	8 000 NOK/tonn TS	176 MNOK
<b>Total</b>					<b>700 MNOK</b>

\*Det er gårdsanlegg som benytter husdyrgjødsel, men ingenting rapportert i 2021 og 2022. Se seksjon om biogass.



# Bærekraftig jordbruksforvaltning (barrierer og muligheter)

## Økt regional foredling og lokal næringsutvikling

Mulighetsrommet for utvikling av lokale fôrråvarer i Trøndelag kan realiseres gjennom ulike tiltak. Økt regional foredling av restråstoffer til fôringredienser kan bidra til å optimalisere utnyttelsen av tilgjengelige ressurser. Økt fokus på proteinproduksjon og -foredling vil ikke bare kunne støtte opp under lokal næringsutvikling, men også bidra til å møte økende behov for bærekraftige og lokale proteinkilder.

## Bærekraftig forvaltning av næringsstoffer

Dette inkluderer viktige tiltak som resirkulering av næringsstoffer og effektiv distribusjon og utnyttelse av overskuddsgjødsel og annet restråstoff. Denne helhetlige tilnærmingen til ressursforvaltning kan bidra til å sikre en mer bærekraftig jordbrukspraksis.

Bærekraftig bioenergiproduksjon utgjør også en del av mulighetsrommet. Dette kan oppnås ved å utnytte ressurser som ikke egner seg for høyere verdiskapende anvendelser. Denne tilnærmingen gir rom for å integrere bioenergiproduksjon som en del av den lokale energimiksen.

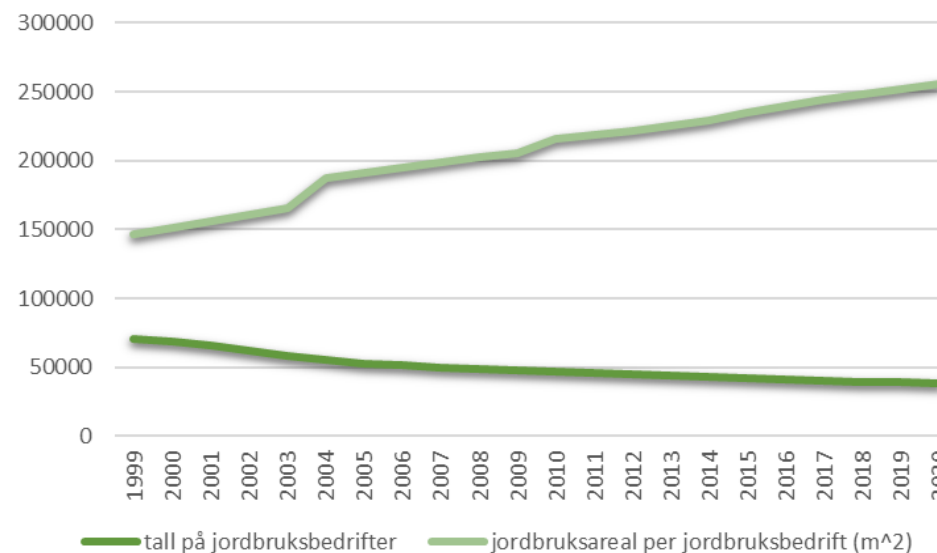
## Færre og større driftsenheter, transport og distribusjon av restråstoff

Rasjonaliseringen i jordbruket, som fører til færre, men større driftsenheter, øker transportavstanden for restråstoff som husdyrgjødsel og skaper utfordringer for optimal ressursutnyttelse [1]. I tillegg bidrar sentraliseringen av foredlingsindustrien, som slakterier og meierier, til økte transportdistanser og utfordringer knyttet til distribusjon av restråstoff som kan brukes til fôr og gjødsel.

## Kvalitetskrav, forbrukeraksept og regulatoriske forhold

Kvalitetskravene til matkorn i Trøndelags klimasone er krevende å oppfylle, og det er behov for tiltak som kan imøtekomme disse kravene for å maksimere utbyttet av kornproduksjonen. Videre kunne en større andel av husdyrproduksjonen blitt utnyttet til menneskelig konsum dersom det var større forbrukeraksept for innmat. Regulatoriske forhold utgjør imidlertid den største begrensningen for utnyttelse av restråstoff til fôr og mat, og det kreves betydelig industriutvikling og investeringer for å realisere og legge til rette for større verdiskaping i denne sektoren.

NASJONAL SAMMENLIGNING AV UTVIKLINGEN I  
JORDBRUKSAREAL PER JORDBRUKSBEDRIFT MED UTVIKLINGEN I  
ANTALL JORDBRUKSBEDRIFTER, FRA ÅR 1999 TIL 2020 [2]



# NØKKELTALL FOR AKVAKULTUR I TRØNDELAG

## 2.3 - Akvakultur



199  
MATFISKTILLATELSER



OMSETNING  
19 400 MNOK



6  
SLAKTERIER\*



39  
SETTEFISKANLEGG



2 263 SYSSELSATTE

\*1 under etablering

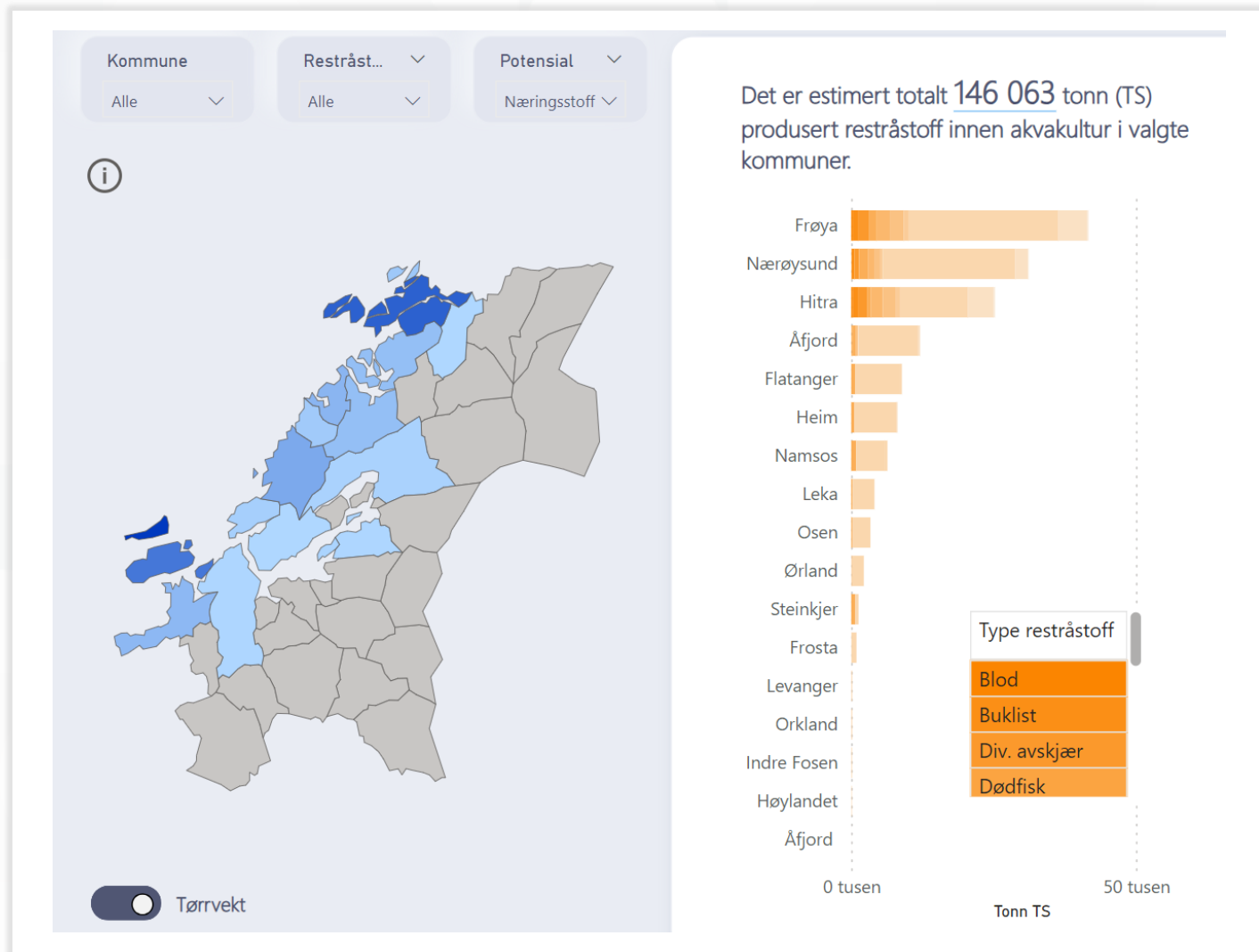
# Geografisk fordeling av restråstoff fra akvakultur

## Akvakultur i Trøndelag

Det drives havbasert akvakultur i åtte kommuner i Trøndelag. Det meste av aktiviteten innen akvakultur er konsentrert i kommunene Hitra, Frøya og Nærøysund, som står for om lag 40 % av fiskeproduksjonen. Det er fem større lakseslakterier: MOWI og Lerøy på Hitra, SalMar i Frøya, Kråkøy i Åfjord og Sinkaberg Hansen i Nærøysund. Namdal Seafood har også et torskeslakteri i Flatanger.

## Forekomst av restråstoff

Det meste av restråstoff oppstår som slam og dødfisk i merdene eller som biprodukter i slakteriene. Det er derfor naturlig at det er størst mengder i kommunene Hitra, Frøya og Nærøysund, gradert mørkest i kartet til høyre.



KLIKK HER Å KOMME TIL VERTØYET

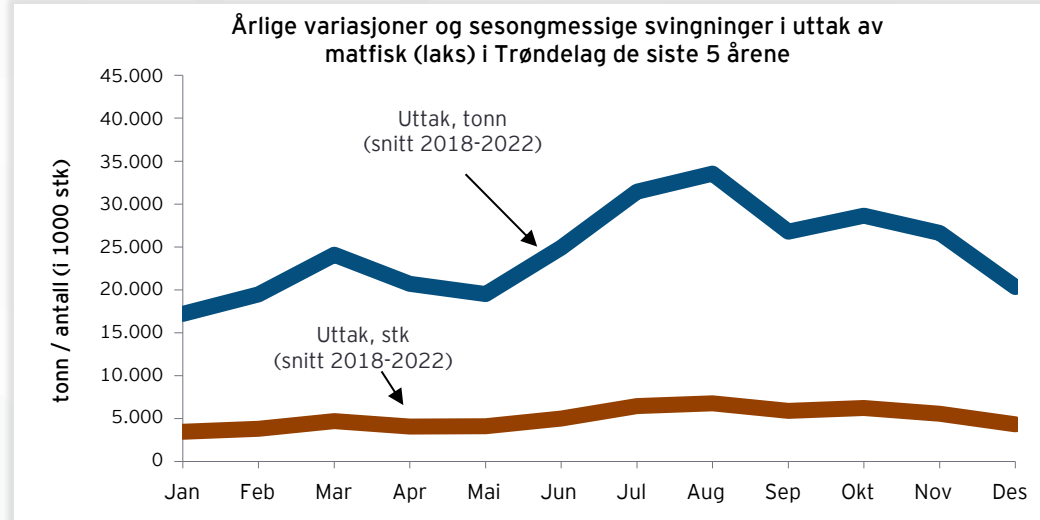


# Oversikt over verdikjeden og produksjonsprosessen for akvakultur

## Oversikt

Trøndelag er et av Norges største oppdrettsfylker og står for om lag 20% av landets produksjon av matfisk (hovedsakelig laks). Verdikjeden for oppdrett omfatter settefisk, matfiskproduksjon, slakt og foredling, og salg og eksport [1]. Laksen begynner livet i ferskvann, hvor den klekkes fra egg. Videre tar det normalt mellom 10 til 16 måneder å oppdrette smolt (ung laks) på rundt 100 gram som er klare for sjøvann. I matfiskproduksjonen er fisken hovedsakelig i sjø i 12-18 måneder for å oppnå slakterivekt, avhengig av forhold som vannmiljø og fôring. Gjennomsnittsvekten på laks til slakt varierer fra måned til måned, men har ligget på  $4,8 \pm 0,4$  kg de siste fem årene. Se figuren til høyre for årlige variasjoner og sesongmessige svingninger i produksjon og uttak.

I 2022 var den effektive fôrfaktoren i Trøndelag på 1,1, som vil si at det ble brukt 1,1 kg fôr per kilo produsert laks. Det ble brukt omtrent 371 500 tonn med fôr, hvor 7 500 tonn gikk til settefiskproduksjon og 364 000 tonn til matfiskproduksjon. Om lag 92% av fôringrediensene er importert [6].



## FORENKLET VERDIKJEDE FOR AKVAKULTUR



Produksjon og salg av avlsmateriale



Produksjon og vekst av yngel til smolt og settefisk



Produksjonsfasen av matfisk



Slakt og foredling av fisk for humant konsum



Pakking og eksport av varer

LEDD 0

STAMFISKPRODUKSJON

LEDD 1

SETTEFISK

LEDD 2

MATFISKPRODUKSJONEN

LEDD 3

SLAKT & FOREDLING

LEDD 4

SALG OG EKSPORT

INTRODUKSJON

RESTRÅSTOFF I TRØNDELAG

VERDISKAPING

VEIEN VIDERE

KILDER

Om rapporten

Restråstoff, hva er det?

Oppsummering av hovedfunn

Skog- og treindustri

Jordbruk

Akvakultur

Fiskeri

Renovasjon

Dagens verdiskaping

Verdiskapingspotensial

Mulighetsrom

Barrierer

Scenarier

Suksesskriterier

Anbefalinger



# Den største forekomsten av restråstoff fra akvakultur er slam fra produksjonsfasen. Det utgjør over 100 000 tonn tørrstoff som ikke blir utnyttet hvert år

## Restråstoff innen akvakultur

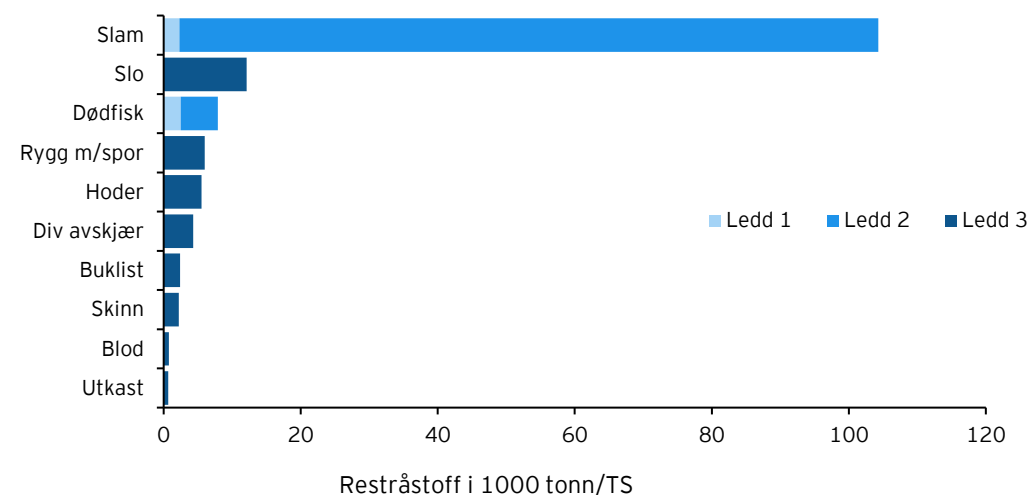
Restråstoff i akvakultur er knyttet til produksjon av fisk langs hele verdikjeden fra klekkeri og stamfisk til slakteri og foredling. Restråstoffene som kommer fra akvakultur er geografisk fordelt på 14 kommuner, hvor om lag 70% kommer fra kommunene Frøya, Hitra og Nærøysund (mer detaljert geografisk fordeling kan ses i verktøyet). Fordelingen av restråstoff er knyttet til plassering av oppdrettsanlegg og slakterier. Se vedlegg A for metodikk og beregninger for akvakultur. Restråstoffet fra akvakultur er presentert i tørrstoff for å forenkle sammenligningen med restråstoff produsert i de andre sektorene. Det er imidlertid viktig å understreke at i praksis blir ikke disse konvertert fra væsketilstand til tørrstoff.

**Restråstoff fra settefisk- og matfiskproduksjon** består hovedsakelig av ensilert dødfisk og slam. Slam, som er en blanding av fiskeavføring og fôr, utgjør det største volumet av restråstoff, med nesten 102 000 tonn tørrstoff. Slammet har et betydelig energi- og næringsstoffpotensial som kan benyttes til produksjon av biogass eller jordforbedrende produkter. Det innsamlede slammet fra settefisk brukes primært til biogassproduksjon, gjødsel og kompostering. Derimot blir slammet fra matfiskproduksjonen i hovedsak ikke utnyttet, verken i Trøndelag eller resten av landet. Det ligger et stort verdiskapingspotensial i å samle opp denne ressursen og bruke den til biogassproduksjon, men det krever betydelige investeringer i oppsamlings- og behandlingsteknologier. Ensilasje fra både settefisk- og matfiskproduksjonen samles inn og benyttes blant annet til produksjon av dyrefôr og oljer (kategori 2-materiale) eller til bioenergi (kategori 3-materiale)

**Under slakt og foredling genereres det** slo, rygg m/spor, hoder, buklist, skinn og blod. Hode og buklist kan gå til humant konsum, hovedsakelig til forbrukermarkedet i Asia. Det som ikke går til humant konsum blir ensilert og videre prosessert til fiskemel og fiskeolje. I slutten av 2023 ble det implementert nye krav for rensing av prosessvann. Dette medfører at slam og blod fra slakterianlegg, som til nå har blitt sluppet ut i sjøen og fjorden sammen med avløpsvannet, må gjennomgå rensing og samles opp slik at det kan bli benyttet som et restråstoff [1][2][3].

[Lenke til beskrivelse av restråstoffer](#)

## OVERSIKT OVER RESTRÅSTOFFENE SOM GENERERES INNEN AKVAKULTUR I TRØNDELAG (2022)



## SLAM FRA PRODUKSLEDDET - EN UBRUKT RESSURS

Gitt det store volumet av slam som genereres under matfiskproduksjonen i Trøndelag, er det et potensial for økt ressursutnyttelse dersom dette samles inn og håndteres med et totalt potensial på produksjon av:

**343**  
GWh energi

**7 646**  
tonn fosfor og nitrogen



# I settefiskproduksjon genereres restråstoffene dødfisk og slam, og disse blir godt utnyttet som fôringrediens og i biogassproduksjon

## Restråstoff fra settefiskanlegg

I 2022 var det 39 tillatelser for settefisk i Trøndelag, med en total produksjon på over 77 millioner fisk [1]. Verdikjeden for akvakultur starter med yngel som føres frem til settefisk. I den første fasen lever fisken i ferskvann. Først etter smoltifisering er fisken sjøvannstilpasset, og lever da i landbaserte anlegg frem til ønsket vekt. Det er et økende fokus på å produsere stor smolt, som er rundt 250 til 500 gram, for å sikre jevn produksjon gjennom hele året. Motivasjonen for å produsere stor smolt henger sammen med et ønske om kortere sjøfase, som gir kortere eksponeringstid for lus og sykdommer, og en enda mer effektiv utnyttelse av matfisktillatelsene. Produksjon av stor smolt krever derimot økt mengde energi på settefiskanleggene, og øker mengden slam betraktelig. I settefiskanlegg genereres det restråstoff i form av slam og dødfisk, og per nå er dette godt utnyttet.

## Innsamling av restråstoff fra settefiskanlegg

For å opprettholde vannkvaliteten i settefiskanleggene brukes RAS-teknologi, som gjennom biofiltrering resirkulerer rundt 99% av vannet som brukes i produksjonen. Rensing av vann gjennom RAS på settefiskanleggene resulterer i oppsamling av slam. Nye og strengere rensekrav gjør at det nå samles mye større mengde slam enn tidligere i norske settefiskanlegg, noe som også gjelder i Trøndelag. Oppsamlet slam kan behandles og brukes som gjødsel i jordbruk og kompost, eller som en kilde til energiproduksjon gjennom anaerob fordøyelse (biogassproduksjon). Det er viktig at slammet håndteres riktig for å minimere miljøpåvirkningen og sikre bærekraftig drift av settefiskanlegg. Slammet blir gjerne benyttet til lokal biogassproduksjon, mye fordi det er tilknyttet store kostnader med transport. Noe av slammet blir transportert til utlandet for videre utnyttelse og blir da gjerne forbehandlet (tørket) i Trøndelag før det transporteres utenlands.

## Død fisk blir ensilert og har flere bruksområder

Gjennom matfiskproduksjonen kan det forekomme at fisk dør av ulike årsaker. Død fisk blir ensilert ved å blande restråstoffet med syre, for eksempel maursyre. Denne prosessen reduserer pH-verdien og konserverer biomassen, som deretter eliminerer bakterier og hindrer forråtnelse. Produkter fremstilt med denne metoden kan lagres over lengre perioder uten å miste kvalitet.

Ensilasjen kan bli en ingrediens i fiske-, husdyr-, og kjæledyrfôr (kat C.) eller brukes som substrat i biogassproduksjon (kat. D). Ensilasje er en effektiv og miljøvennlig måte å håndtere avfall og restråstoff på i akvakulturbransjen.

Det er flere biogassanlegg som kan benytte ensilasje og slam fra akvakultur. Biokraft i Skogn kan produsere opp mot 120 GWh og har en kapasitet på 70 000 tonn ensilasje per år [2].

### RESTRÅSTOFF FRA SETTEFISKPRODUKSJON

Restråstoff	Total mengde (tonn)	Tørrstoffinnhold	Tørrstoff (tonn)
Dødfisk (ensilasje)	8 400	30	2 500
Slam	23 000	10	2 300

### De største aktørene innenfor klekkeri og settefisk i Trøndelag\*

**MQWI**

\*For oversikt over andre relevante bedrifter se vedlegg E



# Oppsamling av slam i matfiskproduksjonen er i tidlig pilotfase



## Restråstoff som genereres i produksjon av matfisk

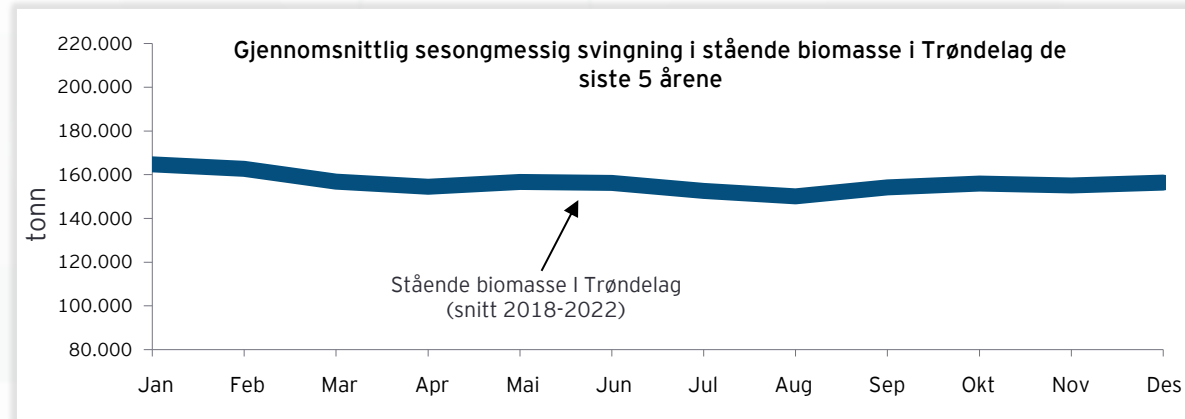
I 2022 var det registrert 199 matfisktillatelser i Trøndelag, med en maksimal tillatt biomasse (MTB) på 191 000 tonn [1] og to landbaserte tillatelser (Eco Seafood og Kvidul) på 17 000 tonn [2, 3]. Flere av tillatelsene er samlokalisert slik at det er 161 lokaliteter hvor restråstoff genereres. En oversikt over alle lokalitetene finnes i vedlegg. Det finnes både lukkede og åpne merder, men åpne merder er det som er mest vanlig i dag. Det er årlige og sesongmessige svingninger til enhver tid i den stående biomassen (tonn), og i perioden 2018-2022 varierte biomassen mellom 110 000 og 190 000 tonn (se figur til høyre). Det er årlige og sesongmessige variasjoner i mengden dødfisk. Ensilasje og slam er restråstoffene med størst forekomst fra produksjonsleddet, og til sammen utgjør disse i overkant av 107 000 tonn tørrstoff (se tabell til høyre).

## Ensilasje har i dag en høy utnyttelsesgrad

Det meste går til produksjon av fiskemel, fiskeolje og biogassproduksjon. Her er det et potensial for å øke verdiskaping gjennom å anvende mer av restråstoffet høyere opp i verdipyramiden, eksempelvis kan det gå til produksjon av medisin. Dette vil kreve investeringer over tid.

## Slammet som genereres i åpne merder blir ikke samlet opp i dag

Per i dag er teknologi for slamoppsamling i havanlegg i tidlig fase med et par anlegg i drift i Norge, blant annet ved Lerøy sitt anlegg Blom i Sørfjorden ved Osterøy [2]. Foreløpige resultater viser en effektiv slamoppsamling på mellom 60 og 70% [4]. Oppsamling av slam vil påvirkes av både teknologisk utvikling og innovasjon som kan gjøre innsamlingen billigere, samt regulatoriske forhold som kan føre til økte krav til oppsamling [5]. Dersom vi tar utgangspunkt i at 60% av slammet som genereres i Trøndelag kunne blitt samlet opp og utnyttet, gir det en total mengde på rundt 61 000 tonn TS som kunne skapt stor verdi som biogass eller andre bruksområder. Forsøk på dette er i tidlig fase og på svært skjermede lokaliteter, så i virkeligheten ville det ha vært vanskelig å oppnå et slikt nivå.



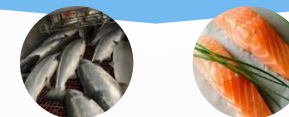
Restråstoff	Total mengde (m <sup>3</sup> )	Tørrstoffinnhold (%)	Tørrstoff (tonn)
Dødfisk (ensilasje)	18 000	30	5 400
Slam	1 020 000	10	102 000

## Noen av aktørene innenfor produksjon i Trøndelag\*



\*For oversikt over andre relevante bedrifter se vedlegg E

# Gjennom slakt og foredling genereres det ulike restråstoff med høy utnyttelsesgrad



## Slakteri og foredling i Trøndelag

Trøndelag har flere store slakteri- og foredlingsbedrifter. Disse er fordelt på 4 kommuner, hvor to av slakteriene ligger i Hitra kommune. I 2022 ble det tatt ut 327 000 tonn med fisk til slakt i Trøndelag [1], og slakteriene rapporterte en total slakt på 355 600 tonn [2]. Det er årlige variasjoner og sesongmessige svingninger i produksjon og uttak. Dette fører til at produksjonen og restråstoffmengdene varierer gjennom året (se figur på side 48). Restråstoffet som produseres i slakteri- og foredlingsprosessen er illustrert i tabellen til høyre.

## Høyt verdiskapingspotensial ved utnyttelse av blod

Fisken blir sortert etter størrelse og kvalitet før den blir slaktet og prosessert til sluttprodukt som filet, hel fisk eller andre videreforedledede produkter. Gjennom slakteriprosessen får man restråstoffene slo og blod, hvor blod blir minst utnyttet. I dag blir blodet fra bløggingen og utblødningen sluppet ut sammen med avløpsvannet. Blodet inneholder flere biokjemiske komponenter som kan ha en høy verdi og potensielt brukes til farmasøytiske eller medisinske formål, men det er teknologisk utfordrende og lite lønnsomt å få separert og samlet opp i dag.

## Foredlingsgrad avgjør mengden restråstoff som genereres

Hovedproduktet fra foredlingen er fersk, sløyd fisk med hode. Noe av fisken fileteres i helsider med ulike trimgrader (trimgrad D og E er vanligst) [3], mens andre bearbeides til ferdige produkter direkte på slakteriet. Jo høyere grad av foredling, desto mer restråstoff genereres. En stor andel av fisken pakkes i kasser og sendes ut av landet i fersk eller frossen tilstand, mens en mindre andel prosesseres og foredles lokalt.

Lokale foredlingsanlegg fileterer, røyker eller marinerer fisk som mottas sløyd med hode eller som filet. Under foredlingsprosessen genereres restråstoff som rygg, hoder, buklist og avskjær.

Restråstoff	Volum (m <sup>3</sup> )	Tørrstoffinnhold (%)	Tørrstoff (tonn)
Blod	5 900	13	750
Hoder	13 800	40	5 500
Slo	40 500	30	12 100
Rygg m/spor	14 800	40	5 900
Skin	10 900	20	2 200
Buklist	5 900	40	2 400
Div. avskjær	10 900	40	4 300

## Noen av aktørene innenfor slakt og foredling i Trøndelag\*



\*For oversikt over andre relevante bedrifter se vedlegg E

# Dagens bruks- og verdiskapingsområder for restråstoffer som genereres i akvakultur

I tabellen under er verdien av hvert restråstoff knyttet til deres hovedbruk i dag, estimert ved bruk av tilgjengelige kilder. Verdiskapingen er beregnet ut fra antatte fordelinger på ulike bruksområder for restråstoffene. En mer inngående forklaring på disse estimatene og de gjennomførte omregningsfaktorene finnes i vedlegget.

## Stort potensial for å forbedre utnyttelsen

Det er høy utnyttelsesgrad av restråstoff som genereres innen akvakultursektoren, men det finnes et betydelig potensial for bedre utnyttelse. Det restråstoffet som samles opp, brukes hovedsakelig til produksjon av fôr til kjæledyr, husdyr og oppdrettsfisk – et bruksområde med høy verdi. Denne anvendelsen kan også bidra til å redusere bruken av importerte ingredienser som soya, noe som gir både økonomiske og miljømessige fordeler for akvakulturindustrien.

## Slam og blod blir ikke utnyttet

Slam og blod er to restråstoffer som i dag ikke blir utnyttet. Hovedårsakene er mangel på teknologi og lav lønnsomhet i innsamling og sortering. Selv om slam har begrensede anvendelsesområder, representerer det et betydelig volum. Blod, derimot, finnes i mindre mengder, men har potensial for bruk i svært verdifulle produkter, som i farmasøytisk eller medisinsk industri.

Restråstoff	Ledd hvor restråstoff genereres	Bruksområder	Prosent brukt til	Utnyttelsesverdi ved gitt bruksområde	Verdiskaping hvis total mengde går til gitt bruksområde
Slam fra settefisk	Settefisk	Biogass	43%	2 667 - 5 012 NOK/tonn TS	4 MNOK
		Jordforbedring produkter og gjødsel	57%	70 NOK/tonn VS	1 MNOK
Dødfisk	Settefisk, merder	Biogass	90%	1 580 - 2 684 NOK/tonn TS	17 MNOK
		Dyrefôr	10%	13 333 NOK/tonn TS	36 MNOK
Rygg m/spor, hoder og buklist	Foredling	Humant konsum	2%	78 625 NOK/tonn TS	20 MNOK
		Dyrefôr Kapselmarkedet	98%	10 000 NOK/tonn TS	140 MNOK
Slo, skinn og div. avskjær	Slakteri og foredling	Dyrefôr	100%	10 000 - 20 000 NOK/tonn TS	207 MNOK
Slam fra produksjon, blod	Matfiskproduksjon, slakteri	Ikke utnyttet	100%	0 NOK/tonn	0 NOK
<b>Total</b>					<b>425 MNOK</b>



# Restråstoff fra akvakultur går hovedsakelig til tre formål: ingrediens i fôrproduksjon, biogassproduksjon eller til eksport for humant konsum

## Dagens anvendelse

Restråstoff fra akvakultur som utnyttes i dag, fordeles på tre hovedproduktkategorier: (1) humant konsum, (2) fôr, og (3) biogass/energi. Samtidig er det en betydelig andel som fortsatt ikke utnyttes, særlig blod og slam. Innen konsumkategorien (nivå B) planlegger slakterier i Trøndelag å øke bruken av restråstoff til menneskelig konsum, blant annet ved å selge buklist til asiatiske markeder. I fôr-kategorien (nivå C) produseres fôr til kjøledyr. Biogass- og energiproduksjon (nivå C og D) kan skape merverdi, spesielt med tanke på at Trøndelag har flere biogassanlegg. Likevel benytter ikke alle disse anleggene slam og ensilasje fra akvakultur i produksjonen i dag. Hoder blir delvis ensilert og brukt enten til biogassproduksjon eller fôr.

## Prosessering av restråstoff fra akvakultur i Trøndelag

I Trøndelag prosesserer Nutrimar omtrent 40 000 tonn med restråstoff fra oppdrettsnæringen hvert år [1]. De mottar restråstoff fra slakteriprosessen som blir brukt til å produsere proteinrikt mel, et tørket hydrolysat (proteinkonsentrat) og en ren olje som benyttes som ingredienser i fôrindustrien.

## Ensilering og slam skaper verdi gjennom produksjon av biogass

En del restråstoff fra akvakultur blir ensilert. Ensilasjen kan brukes til biogassproduksjon, utvinning av proteinhydrolysat, og olje som kan brukes til blant annet dyrefôr. I Trøndelag er det flere små og store biogassanlegg, men ikke alle anleggene kan bruke slam i produksjon. Innenfor biogassindustrien er det flere anlegg som bruker slam fra settefisk til produksjon av biogass [1,2]. Biokraft og Svanem biogass benytter seg av ensilasje fra oppdrettsnæring.

## Sentrale aktører som arbeider med innsamling og håndtering av restråstoff fra akvakultur\*



\*For oversikt over andre relevante bedrifter se vedlegg E

# Barrierer og muligheter - Ny teknologi blir avgjørende

## Mulighetsrommet

I akvakultur genereres det en betydelig mengde restråstoff med høy utnyttelsesgrad, men det er også mulighet for økt utnyttelse. Mulighetene er gode ettersom restråstoffet genereres i konsentrerte områder i sjø og på land, samt at aktørbildet i verdikjeden er oversiktlig [1]. En del av laksen eksporteres ofte sløyd med hode [2], som betyr at mulighetene for lokal verdiskaping reduseres. Blant annet er utslippene av organiske og uorganiske materialer fra havbruk i form av slam den største kilden til menneskeskapte utslipp av løste næringsstoffer i Norge [2].

## Slam fra akvakultur kan bli fremtidens verdiskaping

Økt innsamling av slammet kan gi tilgang til en betydelig mengde restråstoff som kan brukes til blant annet energiproduksjon og uthenting av næringsstoffer som fosfor. Teknologien for å samle opp slam fra havvanlegg er kun i pilotfasen, og det er behov for utvikling og teknologiske fremskritt for å kunne få optimal oppsamling. Om det lykkes å samle opp vesentlige mengder slam fra produksjonsleddet er det et stort mulighetsrom i å bruke slammet til enten produksjon av biokull og olje [2], eller til energiproduksjon og uttak av fosfor [2]. Gitt dagens estimerte utslipp av slam fra havbaserte anlegg, og at man klarer å samle opp 60% av slammet, gir det et potensial på 61 000 tonn TS som kan brukes til biogass og å hente ut næringsstoffer som fosfor. Frem mot 2050 er det forventet at produksjonen av laks skal tredobles (se figur til høyre) og mengden restråstoff vil derfor også øke [2].

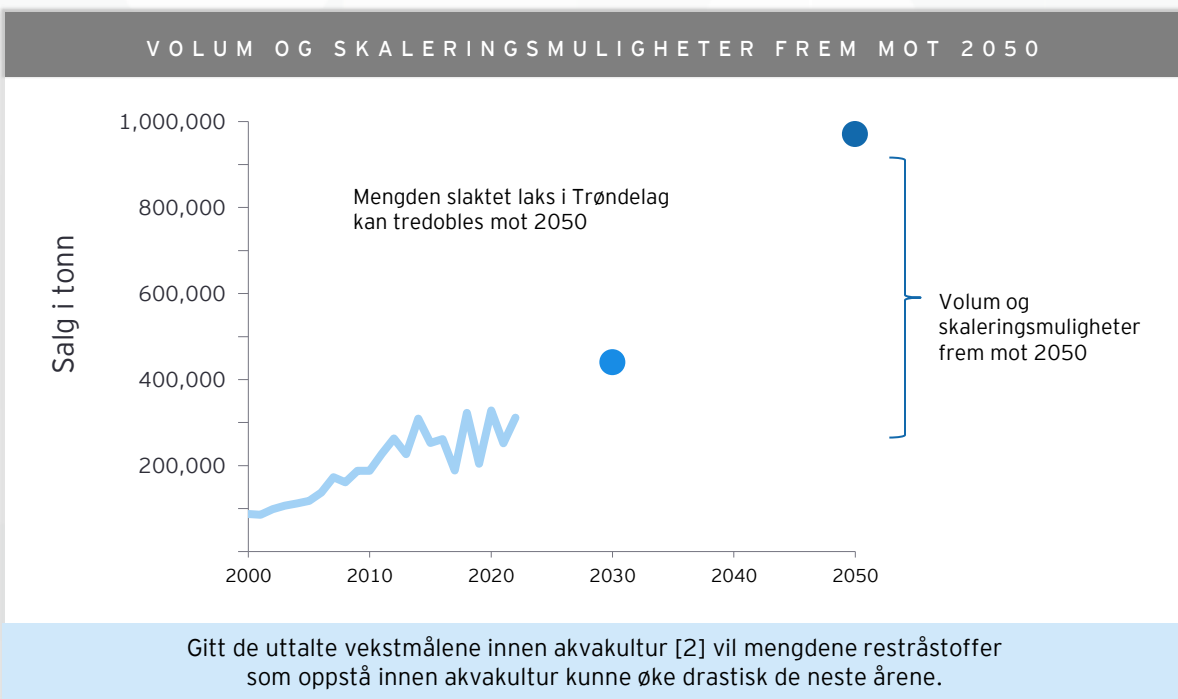
## Mulighet for høyere verdiutnyttelse

Det er et stort mulighetsrom for å øke verdiutnyttelsen av restråstoff fra slakteri og foredlingsfasen. Ny teknologi kreves for å kunne trekke ut råstoff som lipider, enzymer, og aminosyrer. Dette kan brukes til produksjon av insulin, penicillin og vitaminer. Skinn kan for eksempel brukes til å produsere kollagen, som så kan benyttes til medisinsk bruk [2] [3].

## Barrierer

Selv om det er flere muligheter for å øke verdiskaping er det også flere barrierer:

- ▶ Renhet av restråstoff fra slakteri og foredlingsfasen begrenser verdiutnyttelsen
- ▶ Slam vil kun være en ressurs der det er blitt installert innsamlingsteknologi eller lukkede anlegg med krav om rensing
- ▶ Innholdet av salt i slammet fra hav og RAS anlegg byr på store problemer i prosesseringen av materialene. Her kreves det teknologisk utvikling for å få fjernet saltene eller tilpasse teknologiene til å operere med høyt saltinnhold



# NØKKELTALL FOR FISKERINÆRING I TRØNDELAG

## 2.4 - Fiskeri



347  
FARTØY



FANGSTVERDI  
LANDET FISK  
670 MNOK



57  
BÅTER PÅ  
OVER 11 METER



80 000 TONN  
PELAGISK FISK



503  
MED FISKE  
SOM HOVEDYRKE



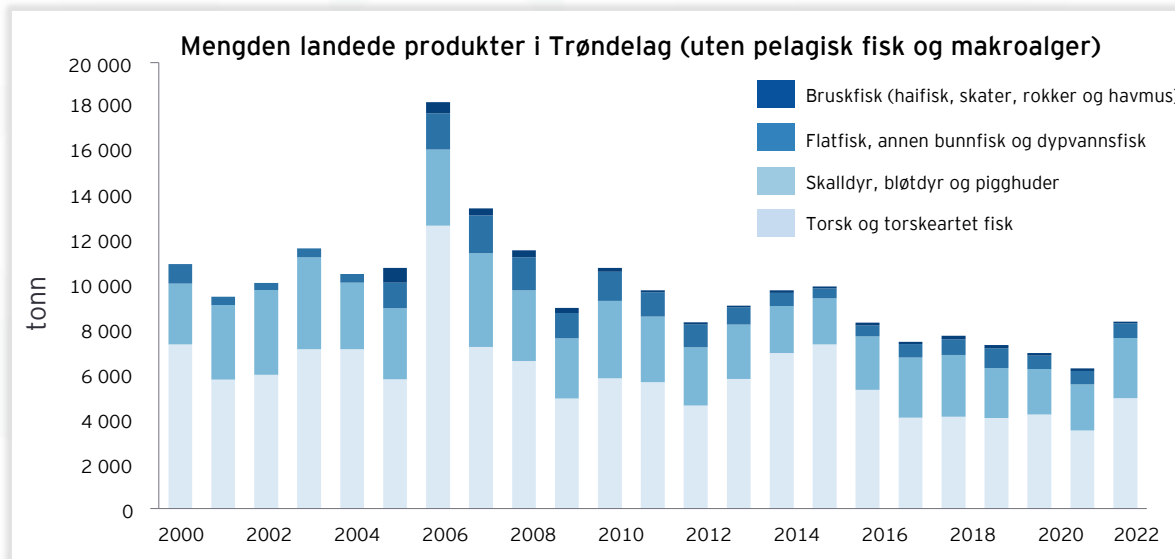
# Fiskerinæringen i Trøndelag

## Oversikt

Verdikjeden innen fiskerinæringen består av fangst, landing og prosessering, videreføring, distribusjon og salg. Fiskerinæringen kan overordnet deles inn i flere kategorier, inkludert hvitfisk (torsk, sei, hyse, brosme, lange, og uer), pelagisk fisk (sild, makrell, kolmule, tobis, brisling, og lodde), skalldyr (krabbe, hummer, reker og kreps), og makroalger (tang og tare). Fiskeflåten, som består av alt fra mindre kystgående fartøy til store havgående fartøy, representerer primærleddet i denne næringen.

## Mengden landede produkter i Trøndelag domineres av pelagisk fisk og makroalger

I 2022 ble det i Trøndelag landet 81 000 tonn pelagisk fisk, 76 000 tonn makroalger, 4 950 tonn hvitfisk og 2 700 tonn skalldyr, bløtdyr og pigghuder (distribusjonen av de ulike artene er utdypet i vedlegg A). Disse fangstene representerer en samlet verdi på over 670 MNOK. Nesten halvparten av all fisk som er blitt landet i Trøndelag i løpet av de siste fem årene kommer fra Helgelandsbanken, som står for 45% av fangsten. Betydelige mengder kommer også fra Storegga-Frøyabanken (15%), Vest-Finnmark (12%), samt fra området fra Røstbanken til Malangsgrunnen (8%). Selv om fangsten leveres av båter fra hele Norge, er det en stor andel som kommer fra fartøy basert i Vestland, Trøndelag, Møre og Romsdal og Nordland [1].



## FORENKLET VERDIKJEDE FOR AKVAKULTUR



Fangst av villfisk og høsting av makroalger

LEDD 1

FANGST



Landing av fisk og skalldyr til mottaksanlegg

LEDD 2

LANDING



Foredling av fisk for humant konsum

LEDD 3

FOREDLING



Fisk blir sendt innlands og eksportert utlands for salg

LEDD 4

SALG OG EKSPORT

# Oversikt over restråstoff – det meste kommer fra landet pelagisk fisk og er konsentrert rundt oktober-november

## Restråstoff innen fiskeri

Restråstoff i fiskerinæringen genereres både på sjøen, under bearbeiding og under videreforedling. Bearbeiding av fisk skjer både om bord i båter og på land. Se vedlegg A for metodikk og beregninger av restråstoff fra fiskeri.

## En andel av restråstoffet innen fiskeri bli aldri landet

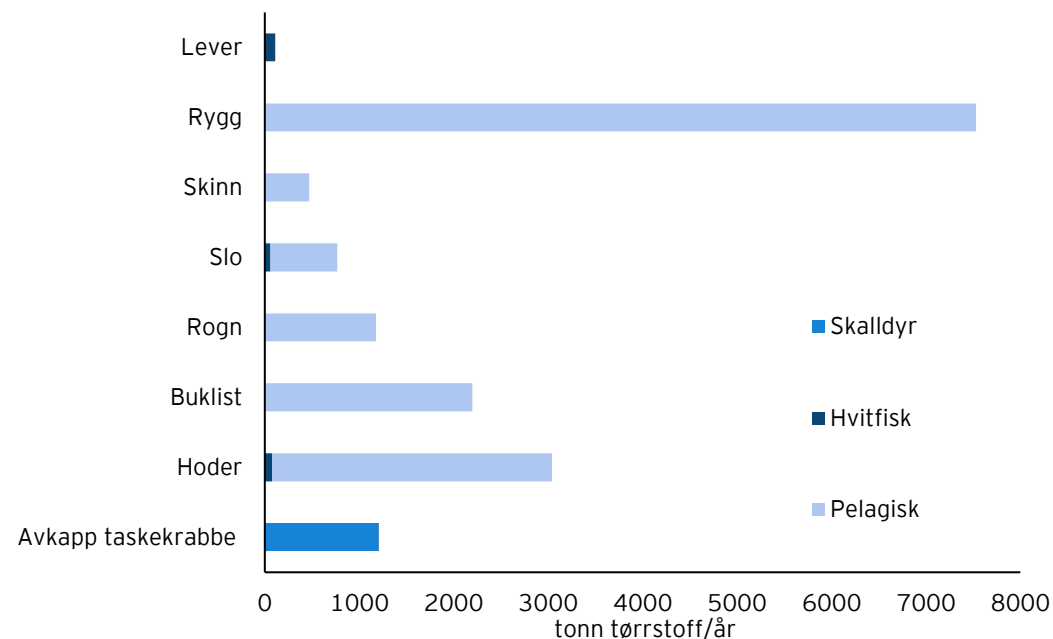
Restråstoff fra fangstleddet genereres hovedsakelig gjennom håndtering av fisk om bord på fartøy. Avhengig av bearbeidingsnivået, er det estimert at ca. 50% av hvitfisken som blir levert til land er hodesløyd [1,2]. Fra de 2 700 tonnene med hvitfisk som ble levert uten hode (vedlegg A), anslås det at ca. 750 tonn restråstoff (innvoller, hode, lever, blod, samt eventuelt rogn og melke) blir kastet til sjøs og ikke landet. Nesten all pelagisk fisk blir levert hel til land, slik at det ikke genereres restråstoff til sjøs gjennom prosessering på havet.

## Restråstoff innen fiskeri er sesongbasert

Restråstoff fra prosessering og foredling omfatter restråstoff etter filetering av fisk, bearbeiding av krabbe, samt prosessering av makroalger. Prosessering og foredling av fiskeriprodukter varierer gjennom året etter når fisken leveres til land. Det er variasjoner i landingsmønstrene for forskjellige fiskearter. Nesten halvparten av all pelagisk fisk landes for eksempel i oktober og november. Hvitfisk landes hovedsakelig mellom mars og juli, det er ilandføring av restråstoff slik som lever og rogn i sesong. Skalldyr typisk leveres i perioden juli til oktober (se Vedlegg A for mer informasjon). I Trøndelag er det hovedsakelig sild (både NVG og nordsjøsild) og makrell som landes og foredles lokalt. Sild utgjør ca. 87% av all pelagisk fisk, etterfulgt av makrell (11%). Hvitfiskeriene leverer og foredler i mindre grad lokalt. Restråstoffene som genereres fra foredlingen inkluderer hoder, rygg, slo, skinn, rogn og buklist.

[Lenke til beskrivelse av restråstoffer](#)

OVERSIKT OVER RESTRÅSTOFFENE SOM GENERERES INNEN FISKERI I TRØNDELAG (2022)



# Restråstoff som oppstår i fangstleddet består i hovedsak av avskjær fra hvitfisk, mye av dette landes ikke i dag



## Landet fisk til fiskemottak

Det er større sesongmessige enn årlige svingninger i landet fiske (se figur). Pelagisk fisk utgjør det største volumet av fisk som landes i Trøndelag og dette gjør at 35% av fiskerilandningene i Trøndelag foregår i perioden oktober-november. Den vanligste fangstformen for pelagisk fisk landet i Trøndelag er ved bruk av snurpenot/ringnot (75%) og flytetral (24%). Det meste av hvitfisken landes ved hjelp av settegarn (51%), snurpenot/ringnot (34%), og juksa/pilk (8%).

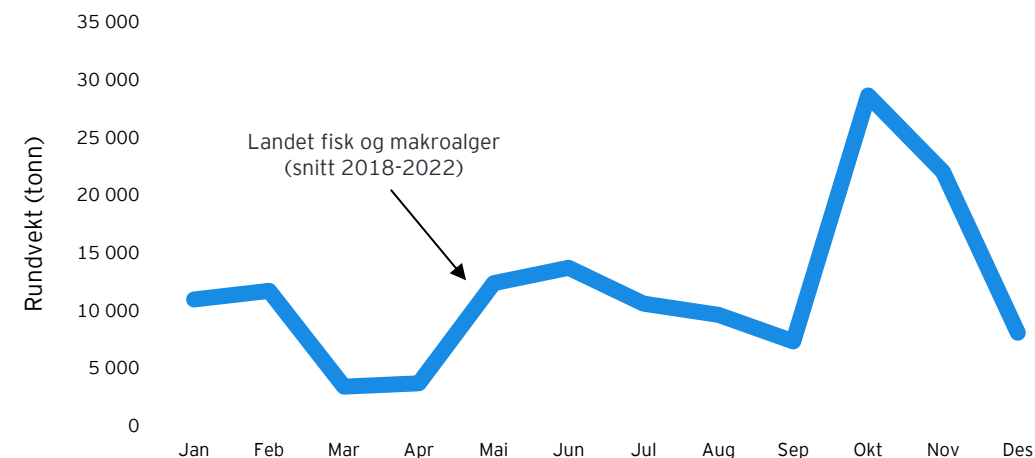
**Pelagisk fisk** landes i all hovedsak hel (rund) og det forekommer lite eller ingen restråstoff som følge av behandling og prosessering til sjøs.

**Hvitfisk** landet i Trøndelag kommer sløyd uten hode (55% av all landet hvitfisk), rund (38%), eller sløyd med hode (8%), se vedlegg A. Mengden restråstoff som genereres fra hvitfisk i fangstleddet er direkte knyttet til graden av bearbeidelse om bord på båten. Fra de totalt 4 950 tonnene med hvitfisk som ble levert sløyd uten hode (gjelder sei, lange, torsk, lyr) og sløyd med hode (hovedsakelig hyse), er det estimert at rundt 743 tonn med restråstoff (slo, hode, og lever) ikke landes. I tillegg vil det i perioder være mindre mengder av rogn og melke. Videre er det anslått at det er en del fisk som ikke blir brakt til land. [1]

**Innen skalldyr** er det taskekrabbe som utgjør størst volum. I tillegg blir det landet mindre mengder sjøkreps og kamskjell. Krabbene blir stort sett levert levende (runde) og ikke prosessert til havs. Ved fiskemottaket blir krabbene sortert etter størrelse, vekt og kjønn. Krabber som ikke møter kravene til størrelse, kjøttinnhold eller utseende blir sortert ut og kastet [2].

**Makroalger.** Det er tidligere vist store muligheter knyttet til produksjon og utnyttelse av makroalger i Trøndelag [3]. Det er grunn til å forvente innovasjon og vekst i næringen. Det er særlig brunalger (stortare) som landes i Trøndelag. Nutrimar høster og prosesserer tare på sitt anlegg på Frøya før det selges videre som ingredienser i mat og farmasøytisk/næringsmiddelindustri. Det forventes lite eller ingen restråstoff som følge av høstingen.

GJENNOMSNITTLIG SESONGMESSIG SVINGNING I  
LANDET FISK OG MAKROALGER I TRØNDELAGE DE SISTE 5 ÅRENE



Restråstoff	Mengde (tonn)	Tørrstoffinnhold (tonn)	Tørrstoff (tonn)
<i>Genereres til havs fra sløyding av hvitfisk (sei, lange, torsk, lyr, og hyse)</i>			
Lever	173	65 %	112
Hode	366	21 %	77
Slo	204	30 %	61



# Gjennom foredling av fisk genereres det store mengder restråstoff fra pelagiske fiskerier



## Prosessering og foredling i fiskerinæringen

Prosessering og foredling i fiskerinæringen gir opphav til betydelige mengder restråstoff, og dette varierer mellom ulike typer fisk og skalldyr. Pelagisk fisk, for eksempel, gir store mengder restråstoff, som rygg, hoder, innmat, melke, og buklist.

### Pelagisk

Mesteparten av landingene foregår i tidsperioden september til desember (vedlegg A). I Trøndelag er det ett anlegg som fileterer sild. Restråstoffet som genereres under prosesseringen av pelagisk fisk er stort sett av kategori 3. Grøntvedt Pelagic, en stor industribedrift på Uthaug, tar imot sild og makrell, med en årlig prosesseringskapasitet på omtrent 100 000 tonn [1]. Fra en full kapasitet blir det til cirka 40 000 tonn som går til mat, mens det samtidig genereres rundt 60 000 tonn avskjær som går til Grøntvedt Nutri [1]. Dette blir til 12 000 tonn fiskemel og 8 000 tonn fiskeolje til fôrindustri. Videre raffinerer Grøntvedt Biotechs 8 000 tonn med oljer for å produsere 4 000 tonn med fiskeoljer til menneskelig konsum. De resterende 20 000 tonnene blir solgt som ensilasje. Målsetningen er å redusere mengden ensilasje til 0% i løpet av 2025.

### Hvitfisk

En forskjell mellom hvitfisk og pelagisk er at hvitfisk inneholder lite fett (<2% i filet) fordi nesten alt fett lagres i leveren [2, 3]. Restråstoff genereres under videreforedling og inkluderer produkter som hoder, tunger, lever, rogn og melke. Andre typer restråstoff kan være skinn, bein, rygg, mager, tarmer, avskjær og svømmeblærer. Det er ikke funnet nøyaktige tall på mengde restråstoff fra prosessering av hvitfisk i Trøndelag, men det er ikke snakk om store volumer siden en såpass liten andel av landet fisk er hvitfisk og det meste landes ferdig sløyd (Anleggene for bearbeiding ligger i hovedsak lengre nord, hvor volumene landet er betydelig større).

### Skalldyr

HitraMat rapporterer at de foredler om lag 4 000 tonn med taskekrabbe hvert år [5]. Gitt at restråstoff utgjør ~50% av produksjonen [4], gir det et totalt restråstoffpotensial i Trøndelag på rundt 2 000 tonn (1 200 tonn tørrstoff).

**Makroalger prosesseres av Nutrimar på Frøya** hvor de blir separert og tørket. De tørkede stenglene og bladene selges videre til selskaper som lager fôringredienser og farmasøytiske produkter [5]. Det forventes lite restråstoff som følge av første leddet i prosessering, men det kan være at restråstoff oppstår i senere ledd.

Restråstoff	Mengde (tonn)	Tørrstoff innhold	Tørrstoff (tonn)
<i>Restråstoff fra pelagisk (sild og makrell)</i>			
Rygg	18 800	40%	7 500
Hoder	14 100	21%	3 000
Buklist	5 500	40%	2 200
<i>Restråstoff fra skalldyr</i>			
Skall fra krabbe	2 000	60%	1 200

## Noen av aktørene innenfor prosessering og foredling i Trøndelag\*



Hitramat



\*For oversikt over andre relevante bedrifter se vedlegg E

# Dagens bruksområder og verdiskaping for restråstoffer som genereres i fiskerinæringen

## Verdiskaping og bruksområder

Verdiskaping generert fra restråstoff innen fiskeri i Trøndelag kan ses i tabellen til høyre. Fordeling av mengde til hvert bruksområde er kartlagt og baseres i hovedsak respons fra relevante aktører og offentlige rapporter. Utnyttelsesverdien for hvert bruksområde er basert på markedspris på produktene som kan lages av restråstoffene. En mer inngående forklaring på disse estimatene og de gjennomførte omregningsfaktorene finnes i vedlegget.

Mesteparten av restråstoffene fra hvitfisk og skalldyr blir ikke landet og utnyttet i dag. Det meste av det som blir utnyttet kommer fra landet pelagisk fisk, og mesteparten av dette går til produksjon av fôr. Selv om bare en liten andel går til humant konsum, genereres det betydelig verdi av dette.

Kilde	Restråstoff	Ledd hvor restråstoff genereres	Bruksområder	Prosent brukt til	Utnyttelses-verdi ved gitt bruksområde	Verdiskaping hvis total mengde går til gitt bruksområde
Skalldyr	Avkapp taskekrabbe	Landing og prosessering	Fôr	10%	6 667 NOK/tonn TS	1 MNOK
			Ikke utnyttet	90%	0 NOK/tonn TS	0 MNOK
Pelagisk	Rygg, hoder, slo, rogn, skinn og buklist	Landing og prosessering	Humant konsum	6%	47 175 - 94 350 NOK/tonn TS	89 MNOK
			Fôr	94%	10 444 - 20 889 NOK/tonn TS	178 MNOK
Hvitfisk	Slo, lever og hoder	Fangst	Ikke utnyttet	60%-100%*	0 NOK/tonn	0 NOK
<b>Total</b>						<b>268 MNOK</b>

\*Usikkerhet kommer fra en viss andel av restråstoff fra prosessering landet hvitfisk i Trøndelag

# Det er et stort potensial for verdiskaping gjennom å lande mer restråstoff og ta mer i bruk til humant konsum

## Restråstoff fra fiskerinæringen

Verdikjeden til fiskerinæringen er i større grad uoversiktlig sammenlignet med akvakultur, fordi det innen fiskerinæringen er mange mindre og ukjente aktører. Det er en mottaksstruktur som kjennetegnes av lengre avstander og restråstoffer genereres i mindre konsentrasjoner.

## Ressursutnyttelsen kan økes gjennom produksjon av fiskemel og olje direkte om bord i trålere

Det finnes muligheter for bedre behandling av restråstoffene gjennom produksjon av fiskemel og olje direkte om bord på trålere [1]. Nyere fartøy av en viss størrelse har ofte slikt utstyr om bord. Foredlingen av fisk som landes i nyere fartøy kan sees i vedlegg A. Prisen for restråstoffene er viktig for at det skal være attraktivt for fartøyene å ta vare på og lande sammen med resten av fangsten. Det viktigste for økt verdiskaping fra fiskeri er å lande mer av restråstoffet (spesielt hvitfisk). En av nøklene til å skape høy verdi av restråstoffene fra fiskerisektoren er å sikre rene strømmer, og unngå blanding av ulike arter.

## Verdien av restråstoffene kan økes ved å løfte bruken til humant konsum

I dag blir de fleste restråstoffene innen fiskeri ensilert og prosessert til å produsere fiskeolje og fiskemel til fôrproduksjon [6]. Flere av disse restråstoffene kan gå til humant konsum. I enkelte konsumermarkeder er buklist og hoder ansett som en ettertraktet delikatesse. Annet avskjær fra pelagisk fisk kan også benyttes til å lage blant annet fermentert fiskesaus til humant konsum [7]. Restråstoffene fra pelagisk fisk kan også brukes til å lage nye produkter, slik som fiskeproteinhydrolysat. En lønnsom utvikling av denne typen utnyttelse vil kreve mer automatisering hos foredlingsbedrifter og nye praksiser som gjør at man unngår å kaste restråstoffpotensialet til sjøs.

Fra skalldyr er det startet opp flere forsøk på å benytte restråstoff til å produsere nye produkter. Rundt 30-40% av krabben kan brukes til menneskelig konsum og resten består av skall og andre biprodukter [1, 2]. Disse biproduktene inneholder et høyt innhold av mineral, protein og karbohydratet kitin som kan benyttes i farmasøytiske produkter [5].

For å øke landingen av restråstoff er det nødvendig å gjøre det mer lønnsomt for fiskere å ta med seg dette til land. Dette kan gjøres gjennom tiltak som:

- ▶ Forbedring av prisene for restråstoff
- ▶ Støtte til utvikling av nye produkter og bruksområder for restråstoff
- ▶ Investeringer i infrastruktur for håndtering og lagring av restråstoff. I dag forsvinner mye av restråstoffet på havet, for eksempel i form av avskjær
- ▶ Forskrifter for ilandføring av restråstoff
- ▶ Automatisk veiing ved landing av fisk, for å sikre økt kapasitet og riktige insentiver

## Aktører som arbeider med håndtering av restråstoff fra fiskeri i Trøndelag\*



\*For oversikt over andre relevante bedrifter se vedlegg E



# NØKKELTALL FOR RENOVASJON OG AVFALL I TRØNDELAG

## 2.5 – Renovasjon og avfall



975 MNOK  
VERDISKAPING



OMSETNING  
3 000 MNOK



3  
BIOGASSANLEGG



17 SLAM-  
BEHANDLINGSANLEGG



1 266  
SYSSELTSATTE

# Renovasjonsnæringen håndterer biologiske avfallstyper som matavfall, avløpsslam og hage- og parkavfall

## Renovasjonsnæringen i Trøndelag

Renovasjons- og avfallsbransjen i Trøndelag spiller en viktig rolle i regionens økonomi og er avgjørende for bærekraftig utvikling gjennom effektiv avfallshåndtering, fra innsamling til behandling og gjenvinning. Verdikjeden omfatter flere faser og aktører, med fokus på å minimere miljøpåvirkningen og maksimere ressursutnyttelsen, samtidig som den bidrar til en sirkulær økonomi og bærekraftig vekst.

I denne sammenhengen inkluderer verdikjeden renovasjon og håndtering av forskjellige avfallstyper, med spesielt fokus på matavfall, avløpsslam og hage- og parkavfall. Dette komplekse nettverket av prosesser begynner med innsamling av avfall fra husholdninger, bedrifter og offentlige områder. Etter innsamling transporteres avfallet til ulike typer behandlingsanlegg med sortering og separasjon av ulike materialer.



### MATAV FALL

- ▶ Mengde: 32 400 tonn
- ▶ Kilder: husholdning og næring
- ▶ Behandling i dag: biogassanlegg



### AVLØPSSLAM

- ▶ Mengde: 26 500 tonn
- ▶ Kilder: husholdning og næring
- ▶ Behandling i dag: biogassanlegg, komposteringsanlegg, slamlaguner



### HAGEAV FALL

- ▶ Mengde: 12 000 tonn hageavfall fra husholdninger
- ▶ Kilder: husholdning
- ▶ Behandling i dag: komposteringsanlegg

# Mye av restråstoffet går til produksjon av biogass og bioest

## Hva finnes av restråstoff innen renovasjon?

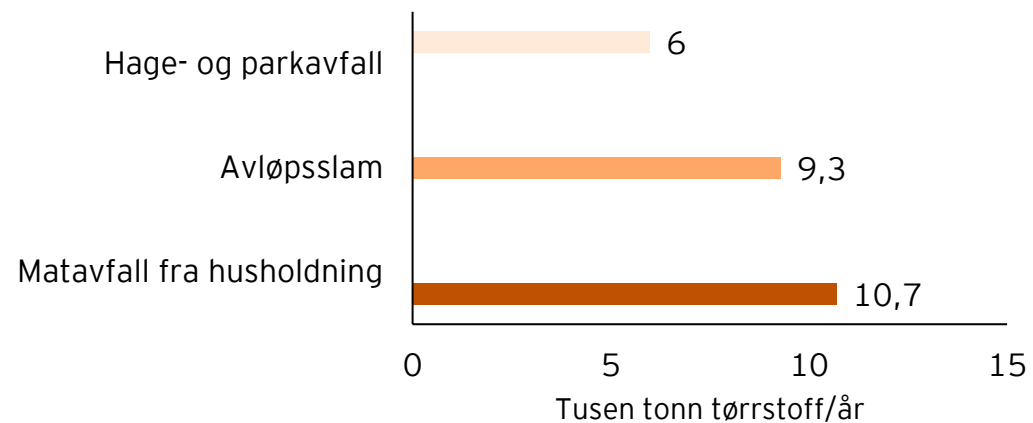
Restråstoff fra renovasjon består hovedsakelig av avløpsslam, matavfall, hage- og parkavfall og treavfall. Treavfall er dekket tidligere i rapporten under skog- og treindustri.

## Utnyttelse av restråstoff innen renovasjon og avfall

Hovedsakelig behandles og utnyttes det biologiske avfallet i biogassanlegg, komposteringsanlegg og i slamlaguner i stor grad. Når organiske fraksjoner, som matavfall og avløpsslam, behandles i biogassanlegg produseres det, i tillegg til metan og CO<sub>2</sub>, en bioest som kan benyttes som gjødsel. Denne bioesten kan erstatte mineralgjødsel i for eksempel kornproduksjon. Det kan anslås (basert på at matavfall inneholder 1% nitrogen og 0,2% fosfor i våtvekt) og at lite tapes i biogassprosessen. Mengden nitrogen og fosfor i matavfall fra husholdningene utgjør dermed omkring 8% fosfor og 1,5% nitrogen av mengden mineralgjødsel som ble omsatt i fylket i 2022 [1].

[Lenke til beskrivelse av restråstoffer](#)

## OVERSIKT OVER RESTRÅSTOFFENE SOM GENERERES I RENOVASJON OG AVFALLSBRANSJEN I TRØNDELAG (2022)





# Innføringen av kildesortering i Trondheim vil kunne erstatte cirka 3 millioner liter diesel i form av biodrivstoff fra oppgradert biogass



## Matavfall i Trøndelag

Matavfall er avfall som er organisk nedbrytbart. En tommelfingerregel er at dersom avfallet er fra noe som kunne spises, kan det sorteres som matavfall. Matsvinn tilsvarer den nyttbare andelen av matavfallet. I 2022 leverte husholdningene i Trøndelag 13 602 tonn matavfall til behandling i biogassanlegg [1].

Økende krav til utsortering skal stegvis innføres i løpet av 2023 og 2024 for utsortering av matavfall i husholdningene i Trondheim. Det medfører at 10 600 tonn matavfall ikke vil gå til forbrenning sammen med restavfallet. Anaerob utråtning kan produsere 130 m<sup>3</sup> metan per tonn matavfall. Fremtidig gassmengde fra kildesortert matavfall i Trøndelag vil dermed kunne gi 3 150 000 m<sup>3</sup> metan, som etter oppgradering vil kunne erstatte ca. 3 millioner liter diesel. I tillegg til matavfall fra husholdningene finnes våtorganisk avfall fra næringer. For tjenesteytende næringer produseres det ca. 10 000 tonn våtorganisk avfall i Trøndelag [2] (potensielt 1 300 000 m<sup>3</sup> metan).

I tillegg til biogass gir anaerob utråtning en restfraksjon (biorest) og kan brukes som gjødsel eller jordforbedring, biorest har god gjødselverdi. Biogass inneholder karbondioksid i tillegg til metan, karbondioksid har hittil vært et biprodukt, men kan etter hvert samles for C-lagring eller for bruk i andre produkter eller prosesser.

## Status på innsamling og bruk av matavfall

Matavfall kan utnyttes gjennom energigjenvinning i form av anaerob utråtning for å lage biogass og biogjødsel, kompostering, produksjon av fôr til insekter og som dyrefôr. Best utnyttelse av matavfall skjer dog i form av å sikre korrekt utsortering av det som blir til overs. EcoPro i Verdal håndterer alt matavfall fra Trøndelag, noe fra Nordland, noe fra Innlandet og noe fra Sverige. I tillegg tas noe matavfall fra næring, noe slam fra renseanlegg og noe fra jordbruk. EcoPro har eget forprosesseringsanlegg. Produktene er jordforbedringsprodukt til landbruk og komprimert biogass distribuert via EcoGass.

Restråstoff	Mengde (tonn)	Tørrestoffinnhold (%)	Tørrestoff (tonn)
Matavfall fra husholdning	13 600	33	4 500
Våtorganisk avfall fra tjenesteytende næring	10 000	18	1800
Animalsk/ kjøtt matavfall	2 100	60	1250
Dagligvare matavfall	5 830	20	1 170
Øvrig matindustri	6440	15	2100
Frukt og grønt matavfall	2 400	17	400
Servering matavfall	1 200	20	240

## Noen involverte aktører\*

### Innsamling



### Behandlingsanlegg



\*For oversikt over andre relevante bedrifter se vedlegg E

# Ca. 26 500 tonn avløpsslam produseres årlig i Trøndelag og brukes til biogass, jordforbedring og gjødsel



## Avløpsslam i Trøndelag

Avløpsslam genereres når kommunalt avløp renses i renselanlegg. Mengden og kvaliteten på slammet er avhengig av rense- og slambehandlingsprosessen. Renseprosessen bestemmes av de resipientbaserte utslippskravene og tilgjengelig kostnadseffektiv teknologi. Det er registrert 17 slambehandlingsanlegg i Trøndelag hvorav fire er biogassanlegg. De øvrige er enkle komposteringsanlegg eller slamlaguner.

## Årlig produseres det ca. 9 300 tonn slamtørrestoff i Trøndelag

De to største behandlingsanleggene ligger på Høvringen (5 470 tonn) og Ladehammeren (1 898 tonn) i Trondheim. Det finnes også noen mindre behandlingsanlegg i Trøndelag som ligger i Verdal, Grong i Namdalen, på Oppdal og i Nærøysund kommune. Basert på analyser av tungmetallinnhold, kan 97% av slammet anvendes på jordbruksarealer og grøntarealer i henhold til Gjødselvereforskriften. Det resterende kan kun benyttes på grøntarealer etter dagens forskrift. Mengdene avløpsslam forventes å øke betraktelig på grunn av kommende rensekraft. Det jobbes på teknologisiden med å mer effektivt rense ut tungmetaller og medisinrester.

## Status for innsamling og bruk av avløpsslam

Cirka 35% (9 200 tonn) av slammet brukes som gjødsel og jordforbedringsmiddel på jordbruksarealer, mens 38% (10 000 tonn) brukes på grøntarealer. Slammet gjennomgår anaerob stabilisering og biogassproduksjon før bruk. Noe avløpsslam komposteres og inngår gjerne i jordprodukter av ulike slag.

En fremtidig mulighet for avløpsslam er å pyrolysere det og derigjennom produsere biokull som kan brukes i jordforbedring eller som en bærekraftig energikilde.

Restråstoff	Volum (tonn)	Tørrestoffinnhold (%)	Tørrestoff (tonn)
Avløpsslam	26 500	35	9 300

## Noen involverte aktører\*



TRONDHEIM  
RENHOLDSVERK



TRONDHEIM  
KOMMUNE

\*For oversikt over andre relevante bedrifter se vedlegg E

# Ca. 12 000 tonn hage- og parkavfall ble levert fra husholdninger og brukt til jordforbedring, gjødsel og strø



## Hage- og parkavfall i Trøndelag

Hage- og parkavfall utgjør en betydningsfull ressurs og blir i stor grad brukt til å lage kompost og jordprodukter. Kompostering er en metode for å gjenvinne viktige næringsstoffer og produsere miljøvennlige jordprodukter som med redusert innslag av torv fra myrer.

## Status på innsamling og bruk

I følge SSB leverte husholdningen i 2022, 11 913 tonn hageavfall til kompostering. Komposten blir benyttet av parkanlegg, anleggsgartnere og privatpersoner. Hage- og parkavfall kan brukes til flere formål enn avløps slam siden avfallet ikke har de samme utfordringene med tungmetaller og andre problemstoffer.

## Forhåndsregler ved behandling av hageavfall

Ved behandling og bruk av hage- og parkavfall, må en ta hensyn til faren for spredning av ugress og planteskadegjørere. Det må være spesiell oppmerksomhet på mulig spredning av fremmede og invaderende arter som betraktes som en betydelig årsak til tap av biologisk mangfold [1]. Mange uønskede planter i norsk natur, kalt hagerømlinger, stammer fra våre egne hager. Det viktigste tiltaket for å hindre spredning er å levere hageavfall til godkjente mottak. Innsamlere må forsikre seg om at avfall som potensielt inneholder hagerømlinger ikke sprer frø og plantedeler under transportetapper. Disse hagerømlingene skal behandles gjennom kompostering eller forbrenning for å unngå uønsket spredning. Hagerømlinger kan også behandles med varmebehandling med damp, enten i egne anlegg eller ved hjelp av autonome redskaper med egnet utstyr.

Restråstoff	Volum (tonn)	Tørrestoffinnhold (%)	Tørrestoff (tonn)
Hageavfall	11 913	50	5 965

## Noen involverte aktører\*



**Franzefoss**

\*For oversikt over andre relevante bedrifter se vedlegg E



# Dagens bruksområder og verdiskaping for restråstoffer som genereres fra renovasjon og avfall

Restråstoffene fra renovasjon har, på lik linje med restråstoff fra andre sektorer, varierende verdi ved ulik bruk. Det største volumet av restråstoff kommer fra matavfall, som i dag utnyttes i stor grad til produksjon av biogass og samtidig gir den største økonomiske avkastningen i denne sektoren. Denne praksisen representerer en bærekraftig anvendelse som både reduserer avfallsmengder og skaper økonomisk verdi.

En del av matavfallet går også til forbrenning, som også har en relativt høy verdi da det inneholder mye energi per kg.

Park- og hageavfall samt mye av avløpslammet går til jordforbedring, gjødsel og strø. Dette genererer generelt ikke stor økonomisk verdi, og eksakte tall er vanskelig å finne.

Se vedlegg B for kilder til prisestimatene.

Samlet sett viser disse funnene behovet for å optimalisere ressursutnyttelsen og utforske innovative tilnærminger for å maksimere verdiskapingen fra restråstoffene i renovasjonssektoren.

Restråstoff	Bruksområder	Prosent brukt til	Utnyttelsesverdi ved gitt bruksområde	Verdiskaping hvis total mengde går til gitt bruksområde
Matavfall	Biogass	55%	4 588 - 9 068 NOK/tonn TS	46 MNOK
	Energigjenvinning	45%	2 874 NOK/tonn TS	14 MNOK
Park- og hageavfall	Jordforbedring og strø	100%	70 NOK/tonn VS	1 MNOK
Avløpslam	Jordforbedring	69%	70 NOK/tonn VS	1 MNOK
	Biogass	31%	2 635 - 4 945 NOK/tonn TS	12 MNOK
<b>Total</b>				<b>75 MNOK</b>



# Det er mulig å ta i bruk mer restråstoff til humant konsum og biogass, men forutsigbarhet og logistikk er en utfordring

## Mulighetsrommet

Det genereres en betydelig mengde volum restråstoff innen renovasjon og avfall som allerede utnyttes i dag. Samtidig er det potensial for økt utnyttelse. Eksempler viser at vegetabilsk mat som er uønsket av butikkene eller av konsumenter, kan benyttes som ingrediens i nye mat- eller drikkevarer. Organisasjonen MER ENN er et slikt eksempel; de produserer et stort utvalg bakevarer fra denne typen råstoff. Fokus for videre ressursutnyttelse bør alltid være så høyt i ressurspyramiden som mulig - det vil si gjenbruk av vegetabilsk mat, reduksjon av matavfall fra næring og husholdninger, og korrekt sortering av matavfall.

Feilsortering av matavfall og forbrenning av store mengder er fortsatt et problem per i dag. En analyse viser at selv med full kildesortering er det mye matavfall i restavfallet. Dette gir et potensial for økt utnyttelse av matavfallet på over 20 000 tonn/år [3].

Utnyttelse av matavfall og/eller avløpslam til biogass er en veletablert teknologi som muliggjør utnyttelse av utslippene som genereres under forråtnelsesprosessen. Forsøk utført av Norsk Landbruksrådgivning viser at biorest fra biogassanlegg i stor grad kan erstatte fullgjødning [1]. Klimagassutslipp reduseres ytterligere dersom produsert biogass erstatter fossile energibærere, og biorest erstatter mineralgjødning.

Produksjon av insektlarver er en raskt voksende industri. Det skyldes blant annet larvenes effektivitet i å omdanne et vidt spenn av restråstoffer til høykvalitets protein til mat og fôr, samt frass til gjødning. Larvene er nesten altetende, men er foreløpig underlagt nesten samme fôr-regelverk som andre husdyr. De kan derfor ikke føres med ubearbeide animalske produkter, med unntak av melk og eggprodukter. En stor andel av matavfallet er likevel vegetabilsk og er derfor velegnet til larvefôr. Nøkkelen ligger derfor i utsortering. Erfaringer fra BIR [2] har vist at rene fraksjoner enklest hentes fra grossister og butikker.

## Barrierer

En av hindringene for effektiv utnyttelse av restråstoff er den betydelige økonomiske inngangsterskelen for primærprodusenter, spesielt bønder som ønsker å etablere lagringsanlegg og systemer for håndtering av restråstoffer. Kapasiteten på biogassanlegg og den tilhørende logistikk-kjeden er en annen avgjørende faktor. Sikring av jevn tilgang på innsatsfaktorer, som matavfall og annet organisk materiale, for å opprettholde produksjonen i biogassanleggene, kan være en utfordring. Avstanden mellom kilden til biologisk avfall og biogassanlegget kan medføre betydelige transportkostnader og logistiske utfordringer. Disse faktorene kan også ha innvirkning på lønnsomheten i prosessen. En ekstra utfordring er tilgjengelig spredeareal for biorest. Plast og andre urenheter i biorest kan hindre eller begrense bruken. Gjødningens forskrift setter rammene for hva slags areal bioresten kan spredes på og distribusjonsavstand. Spesielt gjelder dette hvis avløpslam fra renseanlegg brukes i produksjonen. Dessuten kan avvanning av biorest være energikrevende.







# Verdiskaping

I dette kapittelet fokuseres det på hvordan restråstoffene som genereres i Trøndelag blir utnyttet i dag, og hvilke prosesser og teknologier som finnes for å få verdi ut av dem. Det belyses også hvilke barrierer og muligheter som er knyttet til ressursutnyttelse og verdiskaping av restråstoffene.

Kapittelet omhandler hvordan det er mulig å øke ressursutnyttelsen og verdiskapingen av restråstoffene innenfor tre områder – finans, samfunn og miljø – ved hjelp av ny teknologi og nye prosesser.





## 3.1 - Dagens verdiskaping av restråstoff i Trøndelag



# Det meste av restråstoff i Trøndelag utnyttet, men genererer lavere verdiskaping enn det som er mulig

## Verdipyramiden illustrerer verdien av ulike produkter som fremstilles fra restråstoff

Pyramiden er et nyttig verktøy for å visualisere verdien av de forskjellige bruksområdene til restråstoff. I denne rapporten er den delt inn i 5 nivåer, fra E til A. Den kombineres med kartleggingen av dagens bruk og danner grunnlaget for beregning av både nåværende og potensiell verdiskaping.

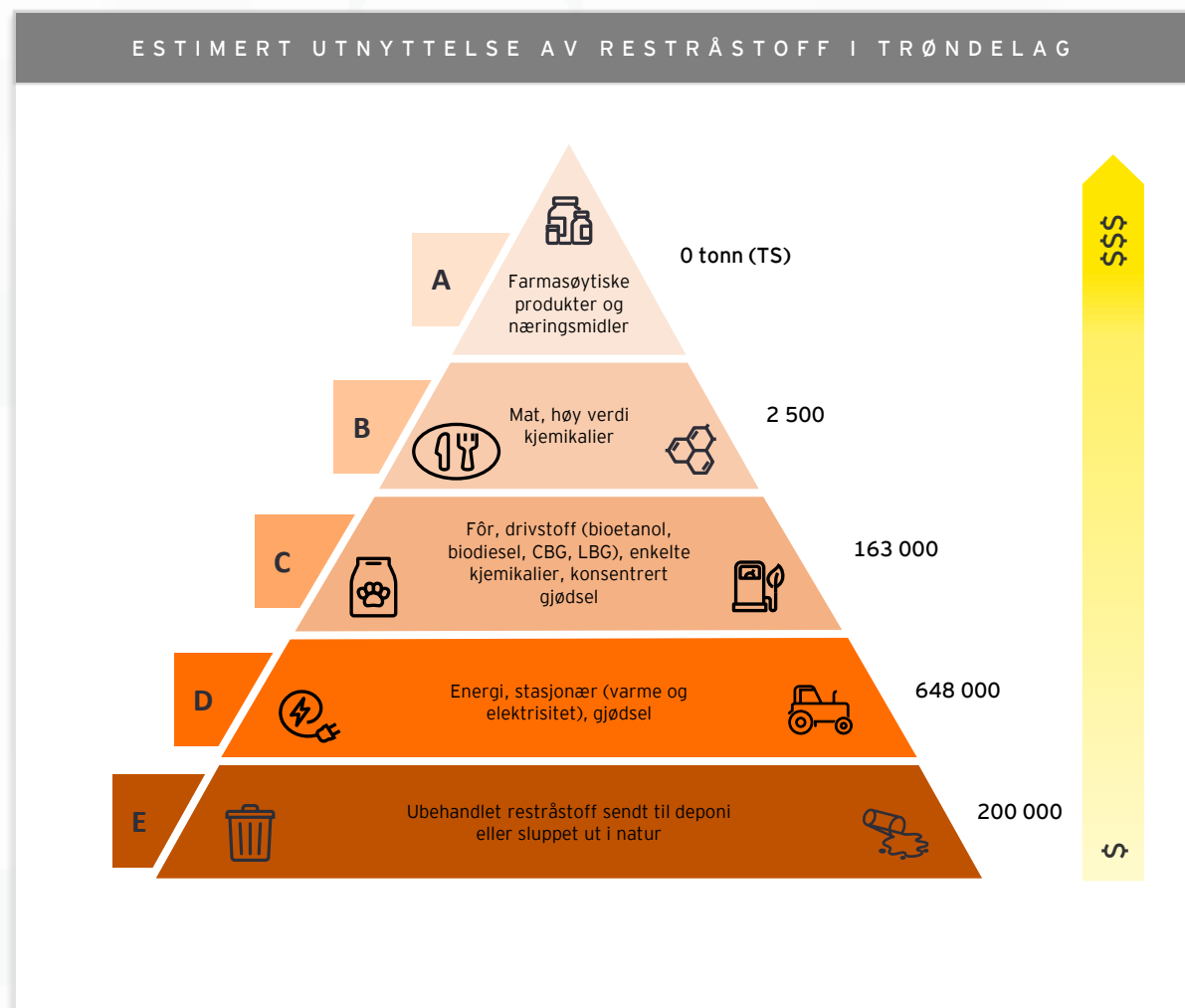
## I Trøndelag går de fleste restråstoffene til produkter med lav verdi

Tallene til høyre for pyramiden viser hvor mange tonn restråstoff som benyttes på hvert nivå, målt i tonn tørrstoff. Foreløpig er det svært små mengder som utnyttes i den øvre delen av pyramiden. De desidert største mengdene utnyttes på nivå D, og går til energigjenvinning eller gjødsling og jordforbedring. Det er også betydelige mengder som benyttes til forproduksjon og biogass på nivå C, som i snitt genererer noe høyere verdi.

## Estimater av dagens verdiskaping

Videre i dette delkapittelet diskuteres dagens verdiskaping fra restråstoff. For hvert enkelt restråstoff kan dette måles som verdiøkningen restråstoffet får gjennom hvert ledd i produksjonsprosessen. For å kvantifisere dette har vi utviklet en forenklet metodikk. Denne tilnærmingen tar utgangspunkt i et utvalg av endeprodukter som restråstoffene blir til, kombinert med tilgjengelig prisinformasjon for disse produktene. Det er viktig å merke seg at disse er omtrentlige estimater som er ment å gi en indikasjon på omfanget av verdiskapingen, heller enn presise verdier. En mer detaljert beskrivelse av metodikken er å finne i vedlegg B.

De tre påfølgende sidene går mer detaljert inn på hvert nivå i verdipyramiden og tar for seg hvordan mengdene restråstoff og verdiskapingen fordeles per sektor.



# Dagens verdiskaping 1/3 - Lite restråstoff går til høyverdige produkter, mye går til fôrproduksjon som genererer store verdier

Stolpediagrammet til høyre viser estimert verdiskaping fra restråstoff per nivå i verdipyramiden. Innenfor nivå C og D er det mange bruksområder i dag, og produktene på disse nivåene har stor variasjon i verdi. De er derfor delt opp i underkategorier C1 og C2, D1 og D2.

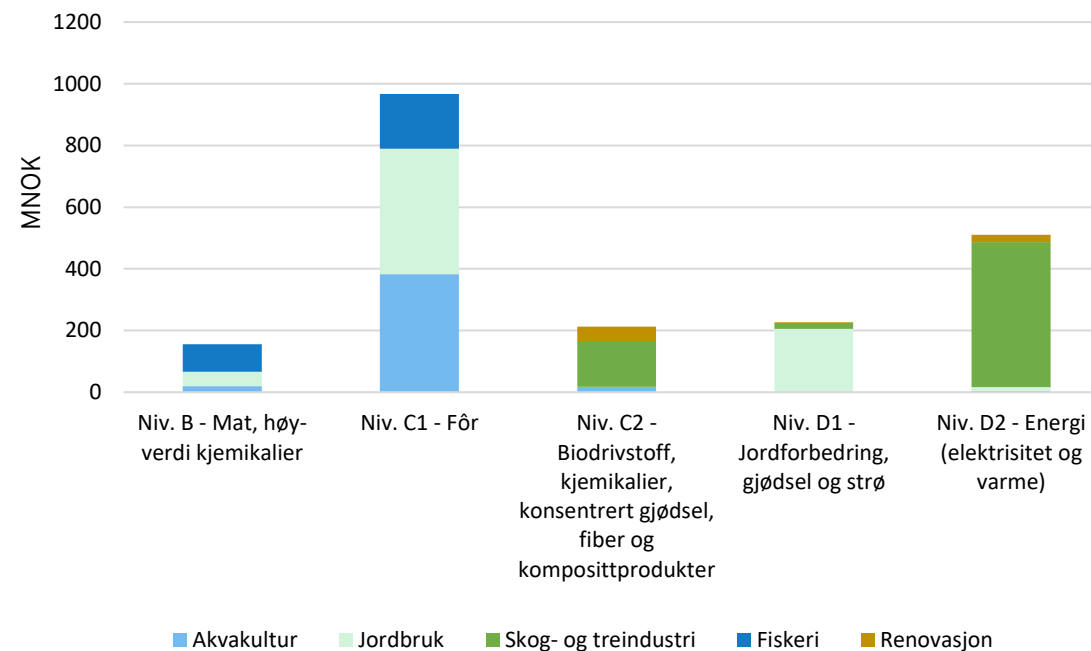
## Høy-verdi produkter (Nivå A og B)

Enkelte varianter av restråstoffer har potensial for å bli brukt til å skape produkter med høy verdi. For eksempel blir en betydelig andel (1486 tonn) av slakteriavfall benyttet til produkter for humant konsum. I dag er det et relativt lite volum som blir benyttet til produksjon av kjemikalier og farmasøytiske produkter i Trøndelag, men det pågår mye forskning og utvikling på dette området.

## Medium-verdi produkter (Nivå C)

I 2022 ble det estimert at ca. 17 000 tonn/TS restråstoff fra ulike sektorer ble brukt i biogassproduksjon. Dette hadde et samlet energipotensial på 62 GWh. Mer detaljer om biogassproduksjon i Trøndelag kommer senere i rapporten. Om lag 100 000 tonn TS restråstoff brukes i dag til å produsere kjæledyrfôr, fiskefôr, og kraftfôr til husdyrproduksjon. For å benytte reststoffene som ingredienser til å produsere fôr er det nødvendig med bearbeiding og prosessering av restråstoffene, og dette medfører etablerings- og driftskostnader.

DAGENS VERDISKAPING FRA RESTRÅSTOFF ETTER BRUKSOMRÅDER



**NB:** Nivå E er ikke tatt med siden dette er et bruksområde med 0 MNOK verdiskaping og potensielt negativ miljøkostnad



# Dagens verdiskaping 2/3 - De største mengdene restråstoff går til gjødsling og energigjenvinning, og en stor andel blir aldri utnyttet

## Spredning på jorden (nivå. D)

Husdyrgjødsel representerer den største andelen av restråstoff, og det blir hovedsakelig spredd direkte på landbruksjorder uten noen form for forbehandling. Dette virker som gjødsel for produksjon av planter og minimerer bondens behov for mineralgjødsel. Likevel fører denne metoden til lav verdiutnyttelse av husdyrgjødsel.

## Forbrenning (nivå. D)

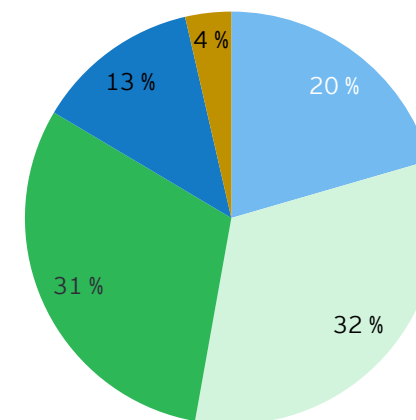
Mye restråstoff blir i dag brukt til forbrenning for varme- eller strømproduksjon. Forbrenningsprosessen krever imidlertid ofte lave temperaturer, noe som betyr at varmepumper, som ikke gir utslipp, kan bli benyttet som et mer energieffektivt alternativ. Totalt er det estimert at om lag 850 GWh produseres fra restråstoff i dag. Dette gjelder hovedsakelig restråstoff fra skog- og treindustrien, for eksempel bark og flis som forbrennes av aktører innenfor sektoren.

## Uutnyttede ressurser (nivå E)

Kartleggingen viser at i Trøndelag er det årlig ca. 194 000 tonn TS restråstoff i som ikke blir benyttet. Disse volumene kategoriseres som nivå E. Dette omfatter restråstoffene GROT, aske og slagg fra skog- og treindustrien, meierirest, fiskeslam, blod, avskjær fra taskekrabbe, fiskeslo og avskjær fra hvitfisk. Hovedårsaken til at restråstoffene ikke blir benyttet til videre bruk er lav lønnsomhet. Det er høye kostnader knyttet til innsamling, lagring og behandling, som overskrider potensielle inntekter. Dette gjelder spesielt for restråstoffene som krever mye forbehandling for å bli nye produkter.

Det er også verdt å merke seg at, i noen særtillfeller kan det være nødvendig å la noen restråstoff ligge, da fjerning kan føre til uønskede konsekvenser. Dette gjelder spesielt for GROT fra skogen. Regulatoriske begrensninger og helse- og miljøhensyn hindrer også bruken av enkelte restråstoff til gjødsel eller humant konsum, noe som begrenser mulighetene for utnyttelse. Det er imidlertid viktig å merke seg at analysen baserer seg på generelle bruksmønstre, og det utelukker ikke muligheten for at et visst volum av disse restråstoffene kan bli brukt i spesifikke tilfeller.

DAGENS VERDISKAPING FRA RESTRÅSTOFF PER SEKTOR



■ Akvakultur      ■ Jordbruk      ■ Skog- og treindustri  
■ Fiskeri      ■ Renovasjon

Det er størst verdiskaping fra jordbruk og skog- og treindustri, dette er i tråd med forventningene ettersom den største mengden restråstoff kommer fra disse sektorene. Fiskeri har høy verdiskaping til tross for små mengder grunnet utnyttelse høyt i verdipyramiden som kan sees fra stolpediagrammet på forrige side.

# Dagens verdiskaping 3/3 - Det er høyest verdi fra restråstoffene innen fiskeri- og akvakultur

Tabellen nedenfor viser mengdene restråstoff fra hver sektor som fordeles på de ulike verdiskapingsnivåene. Den nest borte kolonnen angir verdien av restråstoffproduktene på hvert nivå, og illustrerer den betydelige variasjonen i verdi avhengig av type restråstoff. Se vedlegg B for kilder til prisestimer for restråstoffproduktene.

Restråstoff fra fiskeri og akvakultur viser seg å være mest lønnsomt, med en estimert verdi på 10 000 kr/tonn når det brukes til humant konsum (Nivå B). I enkelte tilfeller kan restråstoff på et gitt nivå gi høyere verdi enn et annet på nivået over. For eksempel kan restråstoff fra skog- og treindustrien som går til energigjenvinning (Nivå D) har høyere verdi enn restråstoff fra jordbruket til fôrproduksjon (Nivå C). I det tilfellet spiller energipris en avgjørende rolle.

Bruksområder	Mengde fra akvakultur (tonn TS)	Mengde fra jordbruk (tonn TS)	Mengde fra skogbruk (tonn TS)	Mengde fra fiskeri (tonn TS)	Mengde fra rennovasjon (tonn TS)	Estimert verdi av produkter ved gitt bruksområde	Estimert verdiskaping
<b>Nivå B: Humant konsum ( )</b>	250	750	-	1 500	-	4 200 - 10000 NOK/tonn VS	<b>34 MNOK</b>
<b>Nivå C: Fôr 6,3 %, 63 000 t</b>	35 000	50 500	-	13 600	-	750 - 21 000 NOK/tonn TS	<b>800 MNOK</b>
<b>Nivå C: Biogass (2,3%), 23 000 t</b>	8 000	-	-	-	9 000	1 100 - 9 100 NOK/tonn TS	<b>80 MNOK</b>
<b>Nivå C: Materialgjenvinning (5,3 %, 53 000 t)</b>	-	-	51 000	-	-	3 600 NOK/tonn TS	<b>185 MNOK</b>
<b>Nivå D: Jordforbedring, gjødsel og strø (41,6%, 416 000 t)</b>	1 300	402 500	6 500	-	12 400	70 - 2 500 NOK/tonn TS	<b>228 MNOK</b>
<b>Nivå D: Energigjenvinning + pellets (23%, 230 000 t)</b>	-	8 000	159 000	-	5000	1 000 - 3 600 NOK/tonn TS	<b>483 MNOK</b>
<b>Nivå E: Ikke utnyttet (19,6%, 196 500 t)</b>	103 000	-	93 500	1300	-	0 NOK/tonn	<b>0 NOK</b>





## 3.2 - Potensialet for å øke verdiskaping



# Store mengder restråstoff kan utnyttes høyere opp i verdipyramiden

## Fra avfall til ressurs

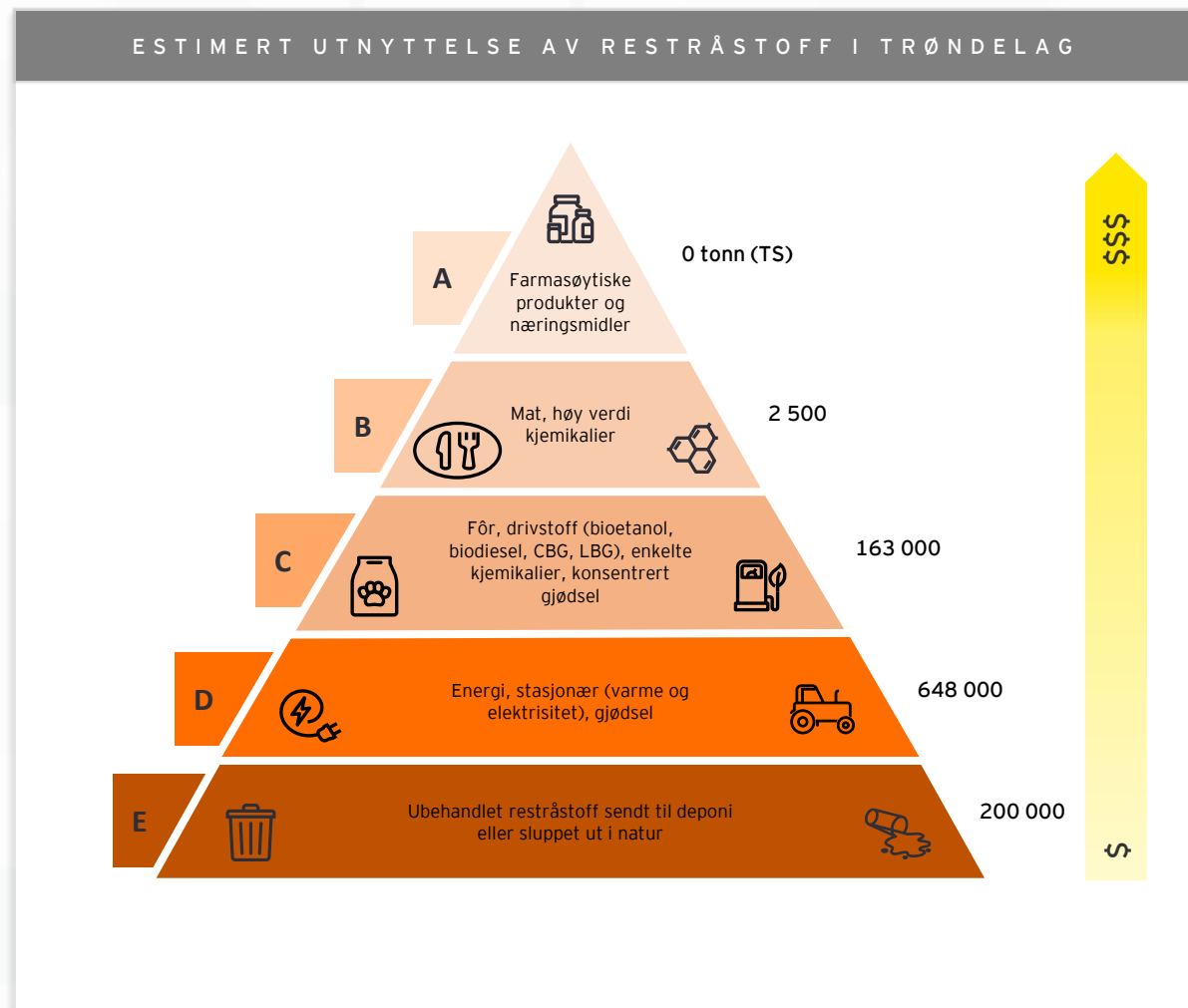
En grunnleggende tilnærming til optimalisering av restråstoffbruk begynner med å minimere selve avfallsmengden, etterfulgt av å utnytte det gjenværende avfallet som en verdifull ressurs. Målet er todelt: å redusere den totale mengden avfall og samtidig styrke selvforsyningen gjennom mer bærekraftig og sirkulær ressursutnyttelse.

## Avfallshierarkiet definerer foretrukket håndtering

Restråstoff kan benyttes til ulike formål i biosirkulære verdikjeder, men det er en utfordring at verdifulle restråstoffer ikke utnyttes til sitt fulle potensial. EUs rammedirektiv for avfall definerer når avfall kan betraktes som en ressurs. Dette har lagt grunnlaget for et femtrinns «avfallshierarki» som gir en foretrukket rekkefølge for håndtering av restråstoff. Hierarkiet understreker at materialgjenvinning er å foretrekke før energiutnyttelse og at deponering er den minst effektive løsningen. For biologisk avfall kan gjenvinning oversettes med å omdanne restråstoff til verdifulle produkter som fôr, gjødsel, mat eller farmasøytiske ingredienser.

## Uutnyttet potensial

Dagens utnyttelse av restråstoff på hvert nivå (til høyre for pyramiden) indikerer et betydelig uutnyttet potensial for økt anvendelse til bruksområdene nevnt over. Et eksempel på dette er husdyrgjødsel fra jordbruket, som vanligvis blir spredt over åkre. En vesentlig andel av dette kan benyttes til energiproduksjon, som biogass. Biogassprosessen etterlater seg en biorest som har høy konsentrasjon av næringsstoffer. Den kan være et miljøvennlig alternativ til kunstgjødsel, og kan også brukes i insektsproduksjon for fôr til oppdrettsnæringen.



# For å skape verdi av restråstoffene er det behov for å behandle, raffinere, og foredle de biologiske restråstoffene

## Konverteringsprosesser og teknologi øker verdien av restråstoff

Det finnes en rekke prosesser og teknologier som kan benyttes til å øke verdien av restråstoff. For å kunne maksimere utnyttelsen og øke verdiskaping fra restråstoff er en ofte avhengig av teknologi i ulike former. Noen av de vanligste teknologiske prosessene inkluderer biokjemiske, mekaniske, kjemiske, og termokjemiske konverteringsprosesser. Gjennom å forstå hvordan restråstoff kan omdannes til nye produkter og strømmer for videre verdiskaping, kan det utvikles nye forretningsmodeller og markeder. EUs klassifiseringssystem for bioraffinering er et rammeverk som brukes til å dele inn råvarer, prosesser, produkter og markeder for bioraffinering. Systemet er basert på fire hovedkategorier: råvarer, konverteringsprosesser, plattformer og produkter. I vedlegg C er det en oversikt over alle kategoriene [1].

## Konvertering av restråstoff i Trøndelag

Konverteringsprosessene kan igjen deles inn i fire hovedkategorier med ulike teknologier for å konvertere restråstoff til nye produkter (se figur til høyre). Det finnes flere teknologier, og det er mye variasjon innenfor hver enkel teknologi eller prosess, med blant annet variabel modenhet. I Trøndelag benyttes ulike teknologier fra disse konverteringsprosessene for å konvertere forskjellige restråstoff til produkter av ulik verdi. I regionen benyttes teknologier som blant annet anaerob utråtning, mekanisk treforedling og forbrenning for å skape verdi av restråstoff. På neste side er det gitt en mer detaljert forklaring på noen av konverteringsprosessene.

## Prosessering av restråstoff skaper verdier på flere måter

Verdien på produktene måles ikke bare i kroner og øre, men også gjennom energibesparelse, erstatning av råmaterialer og importerte varer, og reduksjon i CO<sub>2</sub> utslipp. Videre i rapporten diskuteres forskjellige mulighetsrom som kan øke verdien til restråstoffene gjennom bruk av ulike prosesser.

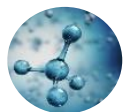
### EKSEMPLER PÅ RÅVARE-INPUT OG ULIKE KONVERTERINGSPROSESSER SOM BENYTTES FOR Å ØKE VERDIEN AV BIOLOGISKE RESTRÅSTOFF

Råvarer	Konverteringsprosesser	
<p><b>1.1. Primær biomasse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Akvatisk biomasse</li> <li>▶ Lignocellulose fra åkrer og gressmarker</li> <li>▶ Lignocellulose fra trevirke/skogbruk</li> <li>▶ Oljekulturer</li> <li>▶ Stivelseskulturer</li> <li>▶ Sukkerkulturer</li> <li>▶ *Annen primær biomasse</li> </ul> <p><b>1.2. Sekundær biomasse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Mikrobiell biomasse</li> <li>▶ Restprodukter fra jordbruk</li> <li>▶ Restprodukter fra akvatisk biomasse</li> <li>▶ Restprodukter fra skogbruk og skogbasert industri</li> <li>▶ Restprodukter fra natur- og landskapsforvaltning</li> <li>▶ Restprodukter fra resirkulerte bio-baserte produkter</li> <li>▶ *Andre organiske restprodukter</li> </ul>	<p><b>2.1. Biokjemisk:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <b>Aerob omdanning</b></li> <li>▶ <b>Anaerob utråtning</b></li> <li>▶ Enzymatisk prosess</li> <li>▶ Fermentering</li> <li>▶ Insektbasert biokonvertering</li> <li>▶ *Annen biokjemisk konvertering</li> </ul> <p><b>2.2. Kjemisk:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Katalytisk</li> <li>▶ Esterifisering</li> <li>▶ Hydrogenering</li> <li>▶ <b>Hydrolyse</b></li> <li>▶ Metanisering</li> <li>▶ Kjemisk treforedling</li> <li>▶ Dampreforming</li> <li>▶ Vannelektrolyse</li> <li>▶ *Annen kjemisk konvertering</li> </ul>	<p><b>2.3. Mekanisk og termomekanisk:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Blanding</li> <li>▶ Ekstraksjon</li> <li>▶ Mekanisk og termomekanisk fraksjonering</li> <li>▶ <b>Mekanisk treforedling</b></li> <li>▶ Separasjonsprosesser</li> <li>▶ Andre mekaniske og termomekaniske konverteringer</li> </ul> <p><b>2.4. Termokjemisk:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <b>Forbrenning</b></li> <li>▶ Gassifisering</li> <li>▶ Hydrotermisk flytendegjøring</li> <li>▶ <b>Pyrolyse</b></li> <li>▶ Superkritisk konvertering</li> <li>▶ <b>Torrefisering og karbonisering</b></li> <li>▶ *Annen termokjemisk konvertering</li> </ul>

\* De i grønn tekst er prosesser som allerede er i bruk i Trøndelag. Teknologier/prosesser som analyser viser det vil være et stort potensial for i Trøndelag er markert i blått.

# Forståelse av teknologi og konverteringsprosesser med høy til moderat teknologisk modenhet og skalerbarhet er essensielt for å skape verdi av restråstoff

## Kjemisk



### Hydrolyse

Gjennom hydrolyse brytes organiske molekyler ned til mindre og mer løselige molekyler og man kan hente ut ulike næringsstoffer. Prosessen bruker syrer til å drive nedbrytningsprosessen.

## Mekanisk og termokjemisk



### Avvanning og tørking

Materialer kan avvannes og tørkes gjennom ulike typer prosesser. Videre kan materialet bearbeides til å produsere gjødsel, som kan brukes i jordbruket for å forbedre jordkvalitet og øke avlinger. Dette er en svært energikrevende, og derfor potensielt dyr prosess.



### Mekanisk gjenvinning

Materialer prosesseres slik at fibre og andre råmaterialer kan hentes ut for å brukes i nye produkter. Mekanisk gjenvinning kan ofte brukes for å hente ut fibre fra treprodukter.

## Biologisk/ Biokjemisk



### Anaerob utråtning

Anaerob nedbrytning av organisk materiale kan brukes til å produsere biogass, primært metan og karbondioksid. Metan kan brukes som energikilde, biorest kan brukes som gjødsel, mens karbondioksid kan fanges og brukes eller lagres.



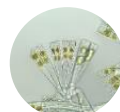
### Kompostering

Kompostering er en prosess der mikroorganismer bryter ned organisk materiale til gjødsel.



### Insekter

Insekter som svarte soldatfluer og melbillelarver kan brukes i produksjon av høykvalitetsproteiner og uttak av bi-produkter som oljer og kitin.



### Mikroalger

Dyrking av mikroalger ved hjelp av restråstoffer kan brukes til å produsere verdifulle næringsstoffer, som omega-3-fettsyrer, proteiner og fosfor.

## Termokjemisk



### Forbrenning

Direkte forbrenning av materialet gir varme som kan brukes direkte eller til å generere elektrisitet.



### Pyrolyse

Pyrolyse er en termisk nedbrytning av organisk materiale i oksygenfri atmosfære, der produktene er enten syntesegass, olje eller biokull, avhengig av temperatur og reduserende forhold. Biokullet kan brukes både i jordforbedring og som en bærekraftig energikilde.



### Torrefisering

Varmebehandling av biomasse ved lavere temperatur enn for pyrolyse og som kan produsere pellets, som videre kan brukes som brensel i forbrenning.



### Hydrotermisk karbonisering

Skaper et produkt som ligner på kull ved bruk av temperatur og trykk i vann. Dette kan brukes som en potensiell energikilde eller som jordforbedringsmiddel.

## Teknologi er nøkkelen for en sirkulær økonomi

Teknologi muliggjør implementeringen av prinsippene som er grunnleggende for å gå fra en lineær til en sirkulær økonomi. Det betyr at ressurser blir holdt i omløp så lenge som mulig. Den dagen produktet når slutten av sin levetid, blir det gjenbrukt som råmateriale for andre produkter i stedet for å ende opp som avfall.

## Teknologi kan omdanne restråstoff til energi

Avanserte teknologier tillater konvertering av enkelte typer restråstoff til energi, for eksempel gjennom fremstilling av biogass, biodiesel eller forbrenning for elektrisitetsproduksjon. Det er imidlertid viktig å bemerke seg at mens teknologi kan tilby mange løsninger, er dens suksess avhengig av mange faktorer, inkludert økonomisk levedyktighet, regulatorisk rammeverk, og samfunnets aksept.



# Verdien av restråstoffet er potensielt høyest når den er lite prosessert, slik at strukturen av materialet beholdes

Prosess type	Eks. relevant restråstoff	Prosessfordeler	Prosessbegrensninger	Potensielle produkter	Produkt pris og kompleksitet	
	<b>Mekanisk gjenvinning</b>	Slakterirester, treavfall, avføring	Enkel å etablere Kan lage høykvalitetsprodukter	Risiko for hygienisk behandling	Kompost, kjæledyrfôr, fiberplater	 \$\$\$
	<b>Hydrolyse</b>	Treavfall, olje- og fettavfall, slakteri	Bryter ned kompleks organisk materiale	Dyrt å etablere behandling (tidsintensiv)	Proteiner, fett, karbohydrater	 Høy kompleksitet
	<b>Biologisk konvertering (f.eks. insekter)</b>	Slakterirest, matavfall (de fleste biologiske materialer utenom lignocellulose)	Muligheter for fôrproduksjon Effektiv bruk av næringsstoffinnhold	Krever strenge håndteringsregler	Proteiner, fett, karbohydrater	 Høyere pris
	<b>Varmebehandling uten oksygen (pyrolyse)</b>	Bark, flis, tørket slam (de fleste tørkede biologiske materialer)	Effektiv bruk av karboninnhold Kan potensielt lage høyverdi produkter	Dyrt å etablere Kompleks styring Umodent produktmarked	Bioolje, biokull, karbondioksid, ask	 Lavere kompleksitet
	<b>Biologisk nedbrytning, f.eks. Anaerob utråtning</b>	Slakterirest, matavfall (de fleste biologiske materialer utenom lignocellulose)	Reduserer mengde restråstoff Biogass kan erstatte naturgass Potensielt høykvalitet gjødsel	Dyrt å etablere Kompleks styring Utfordringer i skalering pga. logistikk for RR	Metan, CO <sub>2</sub> , biorest, andre gasser	 Lavere pris
	<b>Forbrenning</b>	Bark, flis, tørket slam	Reduserer mengde avfallsvolum Sparer strøm eller fossilt brennstoff	Relativt lite verdiskapende	Varme/ damp, gasser, ask (e.g. CO <sub>2</sub> )	 \$

# Produkter som går til forbrukermarkedet går gjennom flere produksjonsledd og genererer ofte en høyere finansiell verdi enn de som går til industrien

## Produsent av restråstoffet får ofte en liten andel av prisen på sluttproduktet

Det finnes forskjellige perspektiver på verdisetting av finansielle goder fra restråstoff og ulike metoder for prisingen av de. Rapporten bruker sluttproduktets pris som utgangspunkt for å beregne verdiskaping, med den hensikt å sammenligne forskjellige anvendelser. Imidlertid mottar produsentene av restråstoff kun en liten andel av denne prisen. De aktørene som transporterer, bearbeider og selger produkter laget fra restråstoff til sluttbruker, må ta hensyn til marginer som potensielt kan være større enn det produsentene mottar. For eksempel kan oppgradert biogass selges til sluttbruker for mer enn 1 NOK/kWh, men bønder sliter med å selge husdyrgjødsel fra gården for bruk i biogassproduksjon. Dette kan tilskrives høye transportkostnader og betydelig oppstartskostnader for biogassanlegg, som begrenser betalingsviljen.

## Restråstoff som skaper mest verdi totalt sett, er de som benyttes i forbrukerprodukter

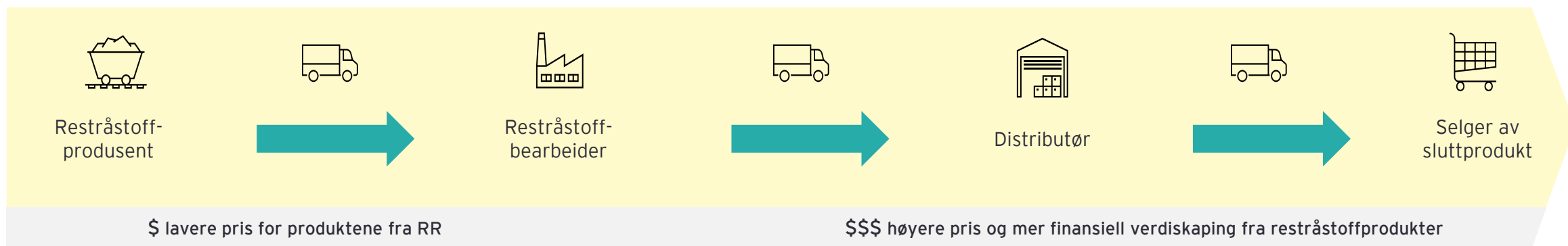
Forbrukere viser generelt en høyere betalingsvilje sammenlignet med industriaktører. For eksempel kan hundemat prises til flere hundre kroner per kilo, mens kraftfôr selges for under en tidel av denne prisen. Denne økte verdiskapingen, bedre kjent som "value added" på engelsk, har muligheten til å generere høyere samfunnsøkonomisk verdi. Dette kan tilskrives at flere transaksjoner potensielt kan frembringe økte skatteinntekter og skape flere jobber i verdikjeden per enhet av ressursen. Samtidig er det utfordrende å identifisere om verdiskapingen oppstår innenfor Trøndelag, eller delvis utenfor fylkets grenser grunnet flere transaksjoner og mangel på informasjon om sluttbrukeren.

### FORENKLET OVERSIKT OVER EN TYPISK VERDIKJEDE FOR FORBRUK AV RESTRÅSTOFF

Produsenter av restråstoffet får ofte en lav pris for deres «produkt» fordi det ofte kreves transport og prosessering for å øke verdien

De som bearbeider restråstoff kan skape mer finansiell verdi ved å lage et produkt som etterspørres i markedet

De som selger til forbruker oppnår normalt den høyeste utsalgsprisen per tonn restråstoff fordi de kan selge i mindre forpakninger og med gode marginer



# Det er identifisert tre mulighetsrom som kan bidra til å øke verdiskapingen av restråstoff

Mulighetsrommene er laget på bakgrunn av intervjuer med relevante aktører, workshops og litteraturstudier. De tre mulighetsrommene differensieres etter prisnivå, produkttyper og grad av kompleksitet. Disse, hver for seg og til sammen, kan bidra til betydelig **økt verdiskaping** i Trøndelag.

## TRE MULIGHETSROM FOR ØKT VERDISKAPING





# Nøkkelfaktorer for valg av mulighetsrom

## Hvorfor mulighetsrom?

Formålet med å peke på konkrete mulighetsrom er å belyse verdikjeder og produkter som er særlig aktuelle å satse på ut i fra regionens ressursgrunnlag, ambisjoner, eksisterende næringsliv og infrastruktur, samt forventninger om morgendagens samfunns- og markedsutvikling. Ved å forholde oss til disse mulighetene kan vi tilpasse aktiviteten, skape tette integrerte verdikjeder og utvikle kompetanseområder regionalt.

## Tre måter å øke verdiskapingen til restråstoff

Det overordnede kriteriet for å velge blant mulighetsrommene er potensialet for å øke verdiskapingen til restråstoffene som genereres i Trøndelag. Dette oppnås ved å konvertere en større andel av restråstoffene til produkter som befinner seg høyere opp i verdikjeden, resulterende i økt volum til en høyere markedspris.

Ved valg av relevante mulighetsrom er det tatt hensyn til de tre hovedmåter å øke verdiskaping fra restråstoff:



1

Øke utnyttelse

Den første er å sikre at alle restråstoffene blir benyttet for verdiskapende aktiviteter, og ikke blir kastet som «avfall» eller sluppet ubehandlet ut i miljøet.



2

Øke verdiskaping fra eksisterende bruksområder

Den andre er å få mer verdi ut ifra eksisterende prosesser, og produkter, som bruker restråstoff, med å videreutvikle prosesser eller legger til flere steg.



3

Endre bruksområder

Den tredje måten er å avlede materialer fra restråstoffer fra nåværende bruksområder til nye bruksområder

## Begrenset mulighet å ta i bruk mer restråstoff på kort sikt

Som påpekt tidligere i rapporten, er mesteparten av restråstoffet som genereres i Trøndelag i bruk, med begrenset forbedringspotensial på kort og mellomlang sikt. De følgende mulighetsrommene fokuserer hovedsakelig på punkt to og tre i figuren til venstre. Det foreligger et betydelig potensial for finansielle og miljømessige gevinster ved å oppgradere eksisterende prosesser, selv om dette ofte stiller krav til investering og infrastruktur. Det er også identifisert flere muligheter til å øke verdiskaping fra endringer i bruk av restråstoffer. Noen av disse er imidlertid også gjenstand for barrierer som høye investeringskostnader og økt samarbeid mellom aktører.

## Estimering av potensiell verdiskaping

For å gi et bilde av det mulige omfanget av verdiskaping og klimabesparelser er det gjort estimater for hvert mulighetsrom. I utgangspunktet er disse estimatene basert på teknisk potensial, og kan være overestimert i omfang og lønnsomhet. Etablerings- og driftskostnader er ikke tatt inkludert i analysen. Det er tatt utgangspunkt i dagens forekomst av restråstoff, men tilgang og sammensetning må forventes å endre seg over tid. Mange av restråstoffene er brukt i flere av satsingsområdene for å illustrere potensialet innen det enkelte området. Mulighetsrommene kan derfor ikke summeres for å gi et samlet bilde av verdiskapingspotensialet ved en parallell satsing på flere områder.

## Mulighetsrommene er koblet til Scenarier senere i rapporten

De ulike mulighetsrommene er koblet til Scenarier for verdiskaping på restråstoffet. Scenariene presenteres i delkapittel 3.5. Disse scenariene tar hensyn til hvordan samfunns- og markedsutvikling kan påvirke de ulike mulighetsrommene.





### 3.3.i. Mulighetsrom 1- Utvikling av produkter av høy verdi



# Mulighetsrom 1. Satsing på utvikling av produkter med høy verdi (1/2)

## Små volum kan gi store verdier

Investering i teknologier og prosesser åpner dørene for transformasjon av små volum restråstoff til produkter med høy verdi. Dette reduserer avhengigheten av tradisjonelle bruksområder ved å øke diversifisering og fremmer et mer bærekraftig og mangfoldig næringsliv. Ved å skape verdifulle produkter kan verdien av hver ressurs maksimeres og skape en positiv innvirkning på økonomi og miljø.

## Høyverdiprodukter er fortsatt i tidlig fase

I dagens industrielle landskap undervurderes fortsatt store mengder restråstoff. Det meste av arbeidet med å transformere disse ressursene til verdifulle produkter er fortsatt i forsknings- og utviklingsstadiet. Få initiativer har nådd storskalaproduksjon, men potensialet for innovasjon og økonomisk vekst gjennom restråstoffutnyttelse er betydelig.

## Forskning og utvikling samt støtte til oppstartselskaper er spesielt viktig

Utfordringen knyttet til en slik satsing er at hvert produkt er unikt. Dette kan være begrensende for samarbeidsmuligheter mellom aktørene. Det er derfor behov for et møtepunkt for næringene med et stabilt og velfungerende forsknings- og utviklingsmiljø som kontinuerlig kan finne opp nye produkter og prosesser.

*Under og på den neste siden er det samlet eksempler på bedrifter og prosjekter i grønne og blå næringer som satser på å lage høyverdige produkter av restråstoff*

## Skog- og treindustri

**Betulin Lab** [4]: Selskap i Latvia som utnytter betulin som er et verdifullt ekstrakt fra barken i bjørketrær med flere antibakterielle og cellerenerende egenskaper. Betulin kan erstatte syntetiske emulgatorer, konserveringsmidler og antioksidanter som et rent naturlig råmateriale. Selskapet er teknisk utstyrt som en annenlags produsent av farmasøytiske råvarer, og betulin og dets derivater har ulike farmakologiske effekter. Potensialet til betulin-applikasjon er enormt, og selskapet inviterer til samarbeid for å utforske og utnytte disse mulighetene [4].

## Eksempel på initiativer

**Betulin Lab**



# Mulighetsrom 1. Satsing på utvikling av høyverdiprodukter (2/2)

## Jordbruk

**Nortura Revetal** [1]: Spesialiserer seg på hvordan eggerest fra produksjon kan omgjøres til verdifulle produkter for næringsmiddelindustrien. Deres spesialisering i eggeforedling viser hvordan små volumer av restråstoff kan bli nøkkelen til større industrielle muligheter.

**Noridane** [2]: Tar imot bein og innmat fra slakt, og gjør dem til høyverdiprodukter som per i dag er mer ettertraktet internasjonalt enn nasjonalt. Noridane tilbyr blant annet innmat og biprodukter som for eksempel avskjær og hodekjøtt fra storfe, småfe, svin og fjærfe.

**Bioco** [3]: Bruker kontinuerlig enzymatisk hydrolyse for å foredle restråstoff fra kylling og kalkun. Kjøttfulle bein og kjøttavskjær kvernes og tilsettes enzymer som bryter ned materialet i mindre partikler. Resultatet er produkter som kan brukes som ingredienser i mat og drikke til humant konsum, samt i fôr til kjæledyr..

**Norilia Nordic** [4]: Tilbyr høy-kvalitet skinn som eksporteres ut i verden fra Norge, Danmark og Sverige. Nordisk skinn viser seg å svært ettertraktet internasjonalt.

## Akvakultur

**Marealis** [5]: Et norsk marin-bioteknologiselskap som fokuserer på utvikling og kommersialisering av nye bioaktive peptider fra restråstoff i det arktiske hav. Her benyttes blant annet rekeskall til å lage helseprodukter gjennom kontrollert enzymatisk hydrolyse. Marealis bruker også rekehoder- og skall som tørkes og males opp for å brukes i matingredienser og helsekostprodukter til kjæledyr.

**NutriShell** [6]: Selskapet satser på å prosessere biprodukter fra skalldyr som taskekrabbe i sin pilotfabrikk, med mål om å utvikle produkter som kan brukes i fiskefôr og farmasøytisk industri.

**Norskin Materials** [7]: Selskapet bearbeider og videreforedler lakseskinn, som gir et alternativ til tradisjonelt skinn, rettet mot industrier som mote, bilproduksjon og møbelbransjen.

**Sagafisk** [8]: Kjøpere av fiskeavskjær som fiskehoder som tørkes og eksporteres til mat til Nigeria

**Nutribone** [9]: En teknologi som bruker syrehydrolyse for å utvinne næringsstoffer fra fiskeben som gjør kollagen og mineraler lett tilgjengelig for opptak. Slik kan restråstoff som fiskeben utnyttes til humant konsum [9].

**Grøntvedt Biotech** [10]: Produserer fiskeolje til humant konsum av restråstoff fra sild og makrell.

### Eksempler på initiativer



### Eksempler på initiativer







## 3.3.ii. Mulighetsrom 2- Fôr og biobaserte materialer



## Mulighetsrom 2.i. Videreutvikling av regional fôrindustri (1/2)

### Erstatning av importerte fôrråvarer

Trøndelag forbruker årlig ca. 410 000 tonn kraftfôr til husdyr [1] og ca. 364 000 tonn [2] til matfiskproduksjon. Samtidig har fylket utstrakt produksjon av fôrvekster og flere betydelige strømmer av restråstoff som kan foredles til fôringredienser. Norsk-andelen av kraftfôr til husdyr er 54,2% og for akvatiske arter er andelen kun 8%. Samlet importeres det altså 522 660 tonn kraftfôr per år i fylket. Dermed finnes det stort potensial for økt regional selvforsyning og industriutvikling.

I langtidsplanen for forskning og høyere utdanning [3] presenteres *Målrettede samfunnsoppdrag* som et nytt virkemiddel. Det ene av de to vedtatte samfunnsoppdragene er bærekraftig fôr. En satsing på regional fôrindustri treffer i tillegg godt på to av de tre hovedmålene i langtidsplanen samt flere av de tematiske prioriteringene. Samlet gjør dette ny fôrindustri til et viktig satsingsområde som kan forvente betydelig FoU-finansiering fremover.

### EFFEKTER AV SATSING

- ▶ Foredling av restråstoff til fôringredienser gir store utslippsreduksjoner. Insektprotein har for eksempel betydelig lavere klimafotavtrykk enn importert soyaprotein.
- ▶ Reduserte utslipp fra regional bioøkonomi og mer bærekraftige produkter
- ▶ Økt foredling og verdiskaping på lokale råvarer
- ▶ Økt regional selvforsyning, og en mer robust matproduksjon
- ▶ Kompetanseutvikling og arbeidsplasser
- ▶ Eksportmuligheter

### RESTRÅSTOFF

- ▶ Vegetabilsk matavfall
- ▶ Rest fra potet og grønsaksforedling
- ▶ Meierirest & Bryggerirest
- ▶ Slakteavfall kat. 3 fra husdyr og fra marine arter
- ▶ Fôrkorn
- ▶ Proteinvekster
- ▶ Alger

### PROSESSERING

- ▶ Insektproduksjon
- ▶ Enzymatisk hydrolyse
- ▶ Kompostering
- ▶ Ensilering
- ▶ Avvanning
- ▶ Tørking
- ▶ Pelletering

### FÔRPRODUKTER

- ▶ Proteinkonsentrat
- ▶ Aminosyrer
- ▶ Fettfraksjoner
- ▶ Sukker
- ▶ Stivelse
- ▶ Vitaminer
- ▶ Mineraler
- ▶ Fullfôrblandinger
- ▶ Fôrtilskudd



# Mulighetsrom 2.i. Videreutvikling av regional fôrindustri (2/2): Muligheter, gevinster og teoretisk potensial

## Motivasjon for endring

Produksjonen av fôr og fôrråvarer til oppdrettsnæringen står for mellom 70-80% av klimaavtrykket til laksen [1]. Husdyrproduksjonen har måttet tåle kritikk for kraftfôrets innhold av både palmeolje og soya. Høye utslipp knyttet til fôret og bruk av andre lands jordbruksareal har vært et ankepunkt for kritikerne av Norsk kjøttproduksjon og oppdrettsnæring.

## Forutsetninger for beregningene

Utgangspunktet for beregningene er de kartlagte mengdene med restråstoff. Konverteringsrater er satt basert på forskning og faglige vurderinger av råstoffenes innhold og egenskaper. Prisene er satt basert på innhold og egenskaper opp mot markedspriser på sammenlignbare varer. Det foreligger regulatoriske begrensninger for å bruke noen av ressursstrømmen til fôr, men en tendens til oppmykning av regelverk, sammen med teknologisk utvikling, gir håp om at dette kan endre seg. Det legges til grunn at alt fôrkornet som produseres i fylket, konsumeres i fylket. Erstatningseffekten [2] er satt lik insektprotein for alle fôrråvarer som erstatter soya.

## Potensial for ny industri

Totalt kan ca. 22% av regionens importerte fôrråvarene teoretisk sett erstattes av lokale produkter. Kun basert på salgsværdien kan dette utgjøre en verdiskaping på 1,1 milliarder kroner og føre til en samlet utslippsbesparelse på omkring 420 000 tonn CO<sub>2</sub>e.

## POTENSIAL FOR FÔR OG FÔRRÅVARER VED UTNYTTELSE AV ALT TILGJENGELIG RESTRÅSTOFF

Totalt restråstoff i Trøndelag som potensielt kan bli til fôr: 103 600 tonn TS	Produkt	Mengde (tonn TS)	Pris/ tonn	Verdi (NOK)	Erstatnings effekt totalt*
	Insektsmel med 50-60% protein	75 400	12 000 NOK	900 MNOK	300 000 tonn CO <sub>2</sub> e
	Ensilasje og slakterirest bearbeidet i egne prosesser.	28 200	7 000 NOK	200 MNOK	120 000 tonn CO <sub>2</sub> e

\*Hvert tonn av disse fôrråvarene kan erstatte 0,75 tonn soyaprotein-konsentrat. Konverteringsrate fra alle restråstoff er basert på et ca. proteininnhold. Videre er protein-andelen i insektsmel satt til 53%.

## EKSEMPLER PÅ SELSKAPER OG TEKNOLOGI

**Invertapro:** Utvikler et automatisert insektproduksjonssystem basert på melormlarver som laks-, fjærfe- og dyrefôr, samt matprodukter for menneskelig konsum. De åpner et produksjonsanlegg på Voss samlokalisert med et biogassanlegg, som tar i mot matavfall fra regionen. Et felles sorteringsanlegg vil gi Invertapro tilgang til matavfall egnet for insektene. De samarbeider med Skretting, Aker Biomarine, Tine og Norinsect [3].

**Nutrimar:** Nutrimars hovedanlegg ligger på Frøya, og prosesserer årlig om lag 40 000 tonn biprodukt fra laks. Alt av materiale blir hydrolysert og sluttproduktene består av lakseolje, premium tørket laks og tørket laksehydrolysat. Tørket laksehydrolysat selges som ingredienser til akvakultur- og dyrefôr. Nutrimar prosesserer også tare som brukes i fôr, samt til humane matprodukter.

# Mulighetsrom 2.ii. Biomaterialer (1/3)

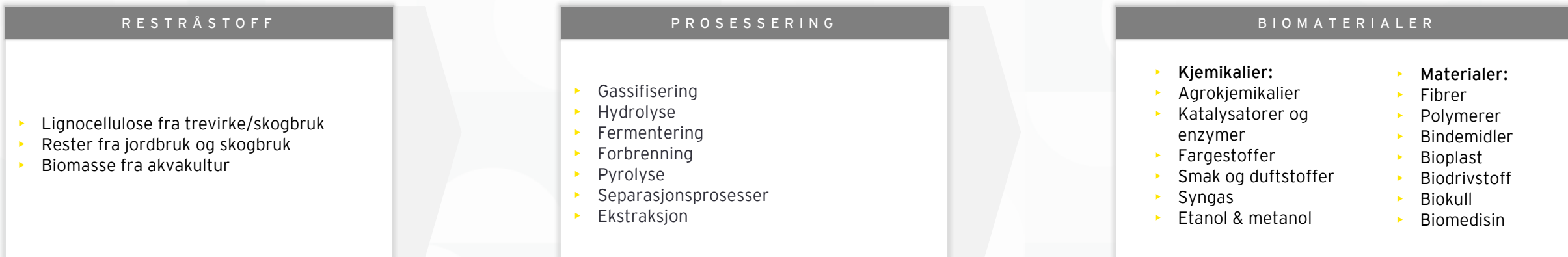
## Erstatning av fossile råmaterialer

Norges økonomi er sterkt avhengig av fossile råmaterialer, spesielt olje og gass som anvendes i en rekke produkter. Hvert år benyttes omtrent 300 000 tonn olje i asfalt for norske veier [1], og minimum 600 000 tonn plast blir benyttet på det norske markedet årlig [2]. For å realisere overgangen til netto null-utslipp og fornybar energi, er det nødvendig at alle produksjonsfaktorer stammer fra resirkulerte eller fornybare kilder. Biomaterialer utgjør en av de mest sentrale kildene, og har potensial til å være fornybare, samtidig som de bidrar til å redusere klimaendringer gjennom karbonfangst.

## Trøndelag har betydelig potensial for å utnytte restråstoff til produksjon av biomaterialer

Markedet for biomaterialer er i vekst. Det kan generere produkter med høy verdi langt oppe i verdipyramiden og gi mer bærekraftige produkter. En satsing på biomaterialer kan også styrke regional selvforsyning og dermed øke forsyningssikkerheten av råvarer. Videre kan det bidra til økt sysselsetting og skape muligheter for eksport.

Bearbeiding av biomasse gjennom ulike former for bioraffinering kan resultere i produksjon av mat, fôr, kjemikalier, materialer og energi. Biomaterialer er særlig verdifulle innen sektorer som farmasi, medisin og næringsmiddelindustrien, for eksempel gjennom produksjon av implantater og biobasert emballasje [3]. Nedenfor presenteres eksempler på trinn i verdikjeden for ulike biomaterialer og -kjemikalier.



# Mulighetsrom 2.ii. Biomaterialer (2/3): Termokjemisk og kjemisk prosessering og raffinering gir kjemikalier som kan erstatte fossile materialer direkte

## Pyrolyse kan gi verdifull bioolje og biokull

Pyrolyse er en prosess der biomasse blir termisk behandlet med begrenset tilgang til oksygen. Hovedproduktene fra denne prosessen er primært biokull og bioolje. Et bredt spekter av restråstoff, som halm, treflis, bark, med mer, kan gjennomgå pyrolyse etter tørking. Det er imidlertid hensiktsmessig å velge råstoffer som er rike på karbon og fattige på nitrogen, da plantenæringsstoffer i stor grad går tapt som gass eller bindes i biokullet, og derfor gir begrenset tilgjengelighet for planter [1]. Temperaturen i pyrolyseprosessen kan tilpasses for å produsere enten mer biokull eller mer bioolje etter behov [2]. Biooljen inneholder flere verdifulle kjemikalier og kan raffineres for bruk i plastproduksjon eller som drivstoff. Biokull kan anvendes i metallindustrien, landbruket, næringsmiddelindustrien, med mer. De største utfordringene knytter seg til investeringskostnader ved etablering av anlegg, og et lite utviklet marked, spesielt for pyrolyseolje.

## Metan er råmaterialet for mange ulike kjemiske prosesser

Metan utgjør en essensiell råvare for produksjonen av diverse kjemikalier og produkter. En av anvendelsene er å bryte ned metan (crack) for å generere etylen, som er grunnlaget for den mest prevalente plasttypen, polyetylen. Den samme prosessen kan også generere hydrogen, som videre kan benyttes i ulike kjemiske prosesser, inkludert produksjonen av mineralgjødsel eller som drivstoff.

Basert på teoretisk potensial kan 87.5% av metan bli til polyetylen etter kjemisk spalting. I praksis er verdien ofte lavere og det trengs mye energi for å drive prosessen.

## RESTRÅSTOFF KAN BRUKES TIL Å SKAPE FLERE FOSSIL-ERSTATNINGER

**1. Pyrolyse-** er teknisk mulig og har potensial dersom all tilgjengelig bark benyttes til pyrolyse. (Andre restråstoff kan potensielt også brukes til dette).

Restråstoff	Produkt	Mengde	Pris/ enhet	Verdi (NOK)
82 000 tonn TS bark	Bioolje (~26%)	21 000 tonn	15 000 NOK/tonn	310 MNOK
	Biokull (~37%)	30 000 tonn	10 000 NOK/tonn [4]	300 MNOK

Pris på bioolje er et anslag basert på en blanding av verdifull kjemikalier [2] mens pris på biokull er estimat basert på rapport fra NIBIO om biokull [5].

**2. Videreprosessering av biometan-** eksempel av spalting og polymerisering av metan basert på dagens produksjon av biogass (se neste del om biogass og energi)

14 000 tonn grønn metan (CH <sub>4</sub> )	Produkt	Mengde	Pris/ enhet	Verdi (NOK)
	Polyetylen (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ) <sub>n</sub>	12 000 tonn	24 000 NOK/tonn*	290 MNOK
	Hydrogen (H <sub>2</sub> )	1 700 tonn	33 000 NOK/tonn**	60 MNOK

PE-pris basert på 12 NOK/kg og klima pris av 3NOK/ kg og 4 kgCO<sub>2</sub>e spart/ kg. Hydrogen-pris basert på 1 NOK/kWh og 33 kWh/kg.

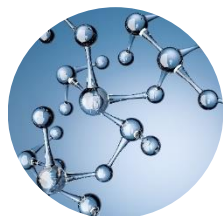


# Mulighetsrom 2.ii. Biomaterialer (3/3): Lactips, Bpacks og Origin Materials er eksempler på tre bedrifter som har fokus på biomaterialer som fossil erstatning

## Lactips

Grunnlagt i 2014, er Lactips et fransk selskap som spesialisere seg på utvikling og distribusjon av en industriell plastfri polymer. Deres patenterte teknologi bruker naturlige proteiner (kaseiner) for å skape et nedbrytbart, vannløselig og masseproduserbart materiale med sterke barriereegenskaper mot oksygen, fett og mineraloljer.

Lactips polymer har ulike industrielle bruksområder og kan brukes i mat- og ikke-matsektorer. I tillegg har selskapet utviklet et spiselig materiale med næringsverdi som støtter målsettinger om nullavfall, spesielt i anvendelser for øyeblikkelige matprodukter.



- ▶ Polymer uten plastikk
- ▶ Vannløselig emballasje
- ▶ Laget av naturlig protein

## Bpacks

Bpacks produserer biodegraderbar emballasje av bark, som et alternativ til oljebasert hardplast-emballasje. Fordelen er blant annet at emballasjen kan komposteres uten å generere giftige rester som ved resirkulering av plast.

Barken som brukes er et biprodukt av tømmerindustrien, og produksjonen utnytter derfor restråstoff fra en annen industri.



Kilde: <https://www.bpacks.eco>

## Origin Materials

Origin Materials utnytter karboninnholdet lagret i biomasse til å lage ulike typer materialer ved bruk av kjemisk-katalytiske prosesser. De har blant annet utviklet karbonnegativ plantebasert PET-plastikk ved bruk av cellulose fra skogindustrien.

Produktene har ulike bruksområder, blant annet som alternativ til engangsemballasje av plast.



Kilde: Origin Materials - Carbon Negative Materials





3.3.iii. Mulighetsrom 3-  
Videre utvikling av  
biogass og bioenergi



# Bruken av bioenergi i Trøndelag er relativt lav sammenliknet med totalt energiforbruk

## Fossil energi utgjør over 50% av energien som brukes i Trøndelag i dag

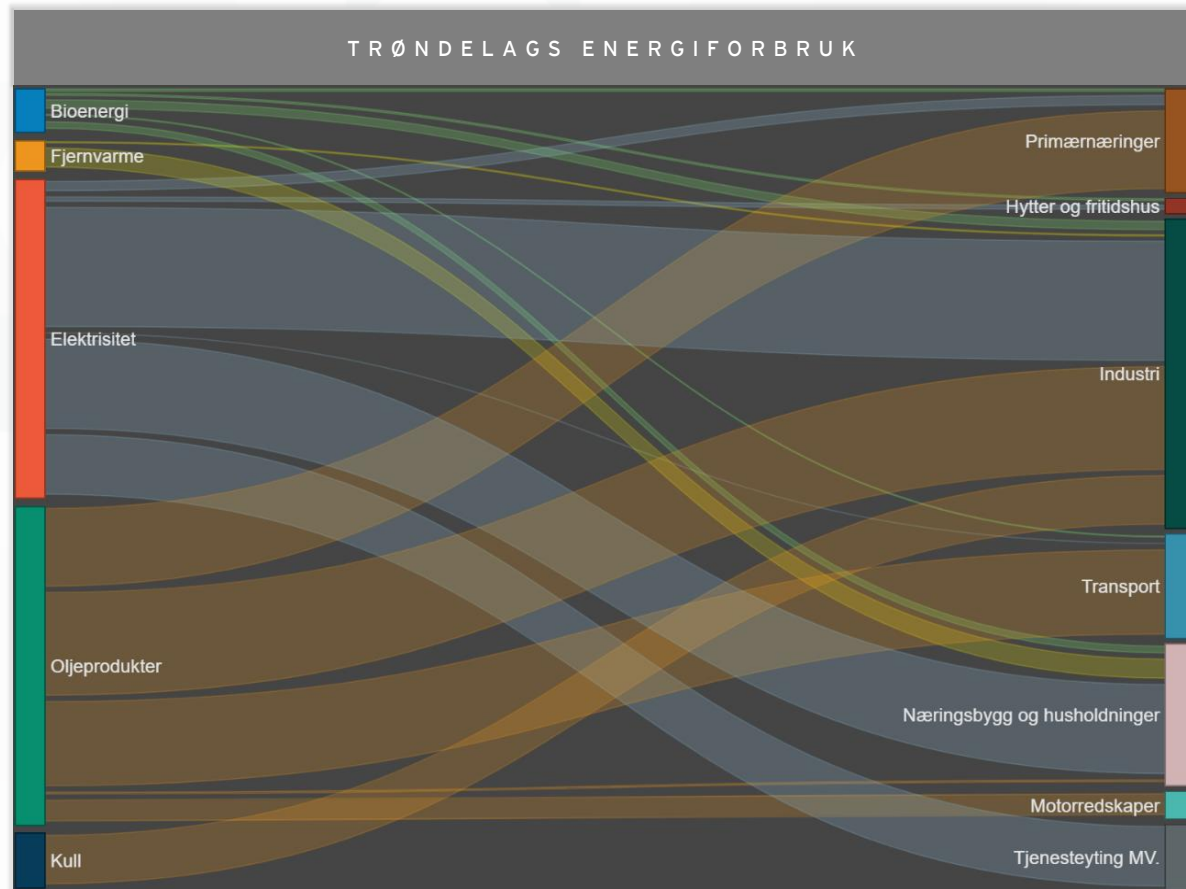
Trøndelags energiforbruk er langt fra bærekraftig selv om elektrisitet er en av de viktigste energikildene. Trøndelag fylkeskommune og mange selskaper i Trøndelag har ambisiøse mål for utslippskutt som krever utfasing av fossile energikilder. Dette kommer til å kreve mye energi fremover og bioenergi fra restråstoffet kan potensielt tilfredsstille en del av dette behovet.

## Forbrenning av biomasse for varme

I Trøndelag brennes det i dag ca. 215 000 tonn restråstoff (TS) årlig. Dette er vanligvis for å produsere varme til ulike industrielle bruksområder, for eksempel tørking av vått tre eller produksjon av damp for sterilisering i fabrikker. Fordelen med å bruke biomasse til dette er at restråstoff ofte har lav verdi eller kostnad og erstatter kostbare og forurensende fossile brenslere (for eksempel ved brenning av bark i sagbruk). Brenning av biomasse frigjør imidlertid fortsatt klimagassutslipp og genererer relativt lav verdi per enhet biomasse. Videre har vanninnholdet i materialet stor effekt.

## Rask vekst i produksjon av biogass

Fordelen med å produsere metan (den brennbare komponenten i biogass), er at den kan brukes i modifiserte forbrenningsmotorer og kan enten komprimeres eller gjøres flytende for å gi et energitett drivstoff. Det kan derfor erstatte fossile brenslere i områder der elektrifisering ikke nødvendigvis er egnet, for eksempel langdistanse vei- og sjøtransport og industrielle prosesser som krever høy temperatur.



I 2021 utgjorde bioenergi <5% av Trøndelags primærenergi mens fossil energi og elektrisitet utgjorde ~85% til sammen. Utklippet fra Trøndelags energimiks er hentet fra Viken fylkeskommune sitt energi-dashboard for visualisering av lokale energisystem i norske kommuner og fylker.

Kilde: Viken Fylkeskommune Energistatistikk for norske kommuner og fylker (2023)



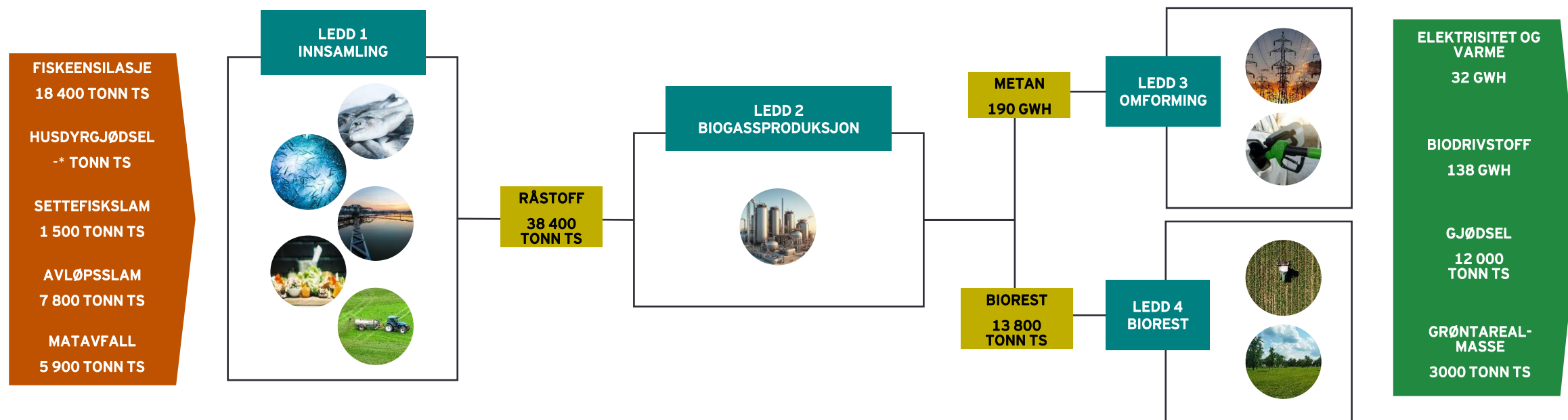
# Mulighetsrom 3: Nåværende og planlagte biogassanlegg kan ta i mot mye av restråstoffene som genereres i Trøndelag

## Biogass er et godt eksempel på ett ledd av god sirkulær praksis

Biogassproduksjonen bidrar til effektiv avfallshåndtering, erstatter fossile brenslere, reduserer klimagassutslipp og øker matproduksjonen gjennom bruk av biorest som næringsrik gjødsel. Det finnes biogassanlegg ved Ladehammeren og Høvringen renseanlegg i Trondheim, Biokraft AS i Levanger, Ecopro i Verdal og tre mindre gårdsanlegg i regionen. I tillegg er flere anlegg under planlegging.

De syv nevnte anleggene har sammen bidratt til en verdiskaping på om lag 380 MNOK og 35 årsverk i 2022. Anleggene tar i mot ulike kombinasjoner av restråstoff som matavfall, avløpslam, settefiskslam og fiskeensilasje. Til sammen genererte anleggene ca. 190 GWh metan, hvorav 138 GWh ble oppgradert til biodrivstoff og 32 GWh gikk til elektrisitet og varme. Gjennom utnyttelse av biorest til gjødsel, og masse til grøntarealer, bidrar biogassbransjen med gjenvinning av næringsstoffer. I Trøndelag ble det gjenvunnet omtrent 2900 tonn karbon, 210 tonn nitrogen, 280 tonn fosfor og 7 tonn kalium i 2022. Anleggene i Trøndelag tar også imot restråstoff fra andre fylker for å sikre seg store nok mengder. Det var ikke mulig å skille ut hvor store mengder som kom spesifikt fra Trøndelag i datagrunnlaget.

### VERDIKJEDEN FOR BIOGASS I TRØNDELAG I 2022



\*Grunnet driftsutfordringer på enkelte anlegg ble det ikke registrert bruk av husdyrgjødsel som substrat i Trøndelag i 2022.

Kilder: Biogasstatistikk fra 2022 hentet fra Biogass Norge og Norwaste

# Mulighetsrom 3.i. Utvikling av et regionalt biogassnettverk. Eksisterende planer kan koordineres for å sikre et godt fungerende marked i Trøndelag

## Stor vekst forventet i de neste årene for biogassproduksjon i Trøndelag

Trøndelag har allerede flere større biogassanlegg, og nye anlegg er under planlegging eller vurdering. For å sikre tilgang til biogassanlegg for aktører som produserer restråstoff, blir det viktig å koordinere videre utbygging av biogassanleggene.

## Stort potensial for biogass fra husdyrgjødsel, men kostnader er en barriere

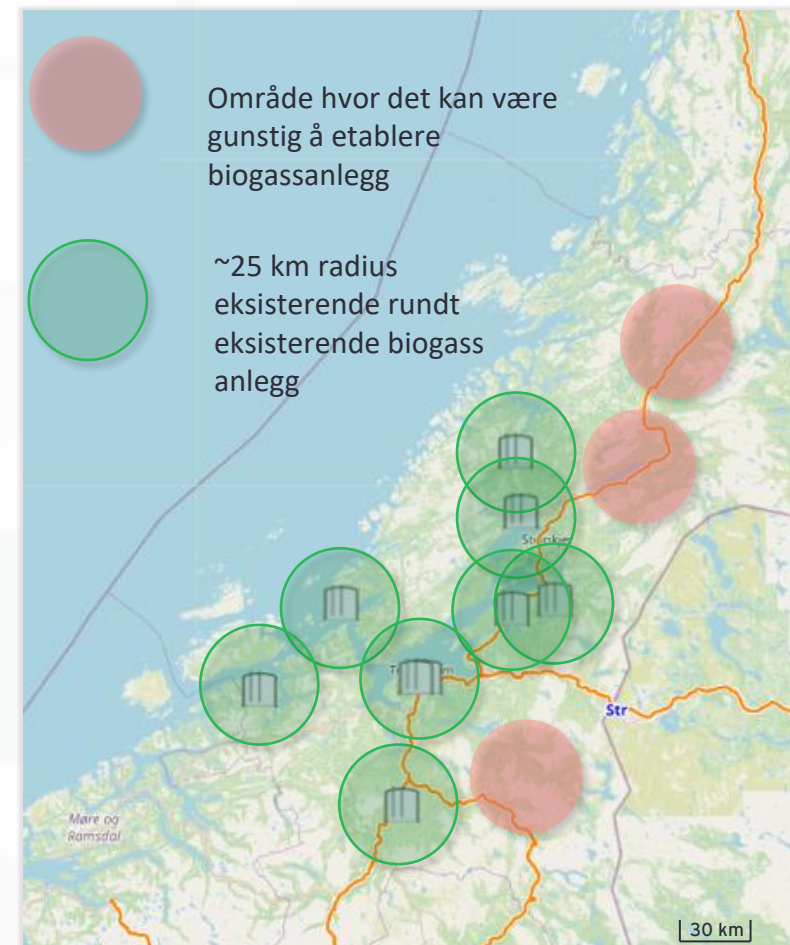
Det er et betydelig uutnyttet potensial for økt bruk av husdyrgjødsel til biogassproduksjon i Norge, hvor vi ligger langt bak andre land som det er naturlig å sammenligne seg med. For eksempel, i Danmark ble 75 prosent av all biogass i 2017 produsert av husdyrgjødsel, og 44,5 prosent av total mengde biomasse brukt til biogassproduksjon i Tyskland i 2018 kom fra husdyrgjødsel [1]. En av årsakene til at Norge ligger bak er de relativt høye kostnadene forbundet med bruk av husdyrgjødsel i Norge, som delvis kan tilskrives størrelsen på norske gårder. Det finnes imidlertid midler for å dekke utgifter ved levering av husdyrgjødsel til biogassanlegg, som det kan søkes om gjennom landbruksdirektoratet [1]. En rapport fra Carbon Limits i 2019 anslår at produksjonskostnadene for biogass fra husdyrgjødsel kan ligge mellom 1,5 og 3,2 NOK per kWh. Dette gjør det utfordrende å oppnå lønnsomhet dersom det ferdige produktet selges til en pris rundt 1 NOK per kWh [2].

## Malm biogass vil ta i mot 100 000 tonn restråstoff

Anlegget som skal bygges i Tujin vil ta i mot avfall fra SaIMars settefiskanlegg og husdyrgjødsel fra 46 gardbrukere i Steinkjer [3][4]. Anlegget vil kunne kutte om lag 30 000 tonn CO<sub>2</sub>e årlig, som tilsvarer 20 % av Steinkjers klimagassutslipp.

## Svanem: et eksempel på anlegg i mindre skala

Småskala biogassanlegg tilbyr en løsning for å redusere transportavstander og dermed transportkostnader for restråstoff, som kan være betydelige på grunn av vekten av våtmasse. Svanem Biogass i Heim kommune er et eksempel på et slikt innovativt anlegg. Det produserer biogass og jordforbedringsprodukter fra innsamlet restråstoff, som husdyrgjødsel. For øyeblikket produserer anlegget kun jordforbedringsprodukt, men det arbeides med å rense gassen for kommersiell bruk. Tolv lokale bønder bidrar med totalt 12 000 kubikkmeter husdyrgjødsel, og tre smoltanlegg leverer 2 800 kubikkmeter fiskeslam. Den gjenværende bioresten etter gassproduksjonen brukes som fullverdig gjødsel på åkrene.



Kartet viser oversikt over eksisterende biogassanlegg i Trøndelag og områder uten nærliggende anlegg

## 3.ii. Å fjerne CO<sub>2</sub> fra atmosfæren

### Behov for negative utslipp og CO<sub>2</sub>-fjerning som klimaløsning

Verden har allerede overskredet de trygge grensene for klimaendringer [4], derfor må klimagassutslippene reduseres så raskt som mulig. Karbonfangst og -lagring (CCS) er en måte man kan oppnå dette på. Biogassanlegg tilbyr en særlig fordelaktig mulighet for karbonfangst, da de under oppgraderingsprosessen av biogass produserer en mer konsentrert strøm av CO<sub>2</sub> enn det som typisk er tilfelle med utslipp fra fossile kraftverk. Når CO<sub>2</sub> stammer fra biologiske og fornybare kilder, som i tilfellet med biogassanlegg, kan den fangede og lagrede CO<sub>2</sub> anses som negative utslipp, ettersom det aktivt bidrar til å redusere mengden CO<sub>2</sub> i atmosfæren.

### Trøndelag har et betydelig potensial for å oppnå negative utslipp og det finnes etterspørsel i markedet

Trøndelag har allerede en rekke etablerte biogassanlegg, og det er planer om flere. Disse kan enten bygges med teknologi for karbonfangst og -lagring, eller det kan ettermonteres på anleggene. CO<sub>2</sub> kan da bli komprimert og sendt til lagring ved en CO<sub>2</sub>-lagringsterminal som eksempelvis Northern Lights i Øygarden [1]. Det er økende etterspørsel etter karbonkreditter fra næringslivsaktører, noe som kan gi en betydelig ekstra inntektskilde til biogassanlegg. Det vil også være mulig å selge CO<sub>2</sub> til kommersielle formål som for eksempel drikkevarer, mat og drivhus.

### Eksempler på selskaper som er involvert i fangst av CO<sub>2</sub> fra biogassanlegg

**Hoop CO<sub>2</sub>:** Hoop CO<sub>2</sub> AS er et selskap som utvikler løsninger for fangst, raffinering og salg av bio-CO<sub>2</sub> til mat- og drikkevareindustrien. De skal spesialisere seg på å fange CO<sub>2</sub> fra biogassanlegg på grunn av høy CO<sub>2</sub>-konsentrasjon. [2]

**Inherit Carbon Solutions:** Inherit Carbon Solutions vil tilby å ta over biogassproducenters CO<sub>2</sub>-utslipp og bringe det til permanente lagringssteder. Selskapet hjelper disse produsentene med å redusere utslippene sine og generere ekstra inntekt ved å delta i det fremvoksende markedet for fjerning av karbondioksid (CDR). [3]

#### RESTRÅSTOFF

- ▶ Husdyrgjødsel
- ▶ Slam
- ▶ Vegetabilsk matavfall
- ▶ Meierirest & bryggerirest
- ▶ Slakteavfall kat. 3 fra landdyr og fra marine arter
- ▶ Alger

#### PROSESSERING

- ▶ Anaerob utråtning

#### BIOMATERIALER

##### Karbonfangst og lagring (CCS):

- ▶ Transport til lagringssted, f.eks. med bruk av båt til Øygarden (Northern Lights)

##### Karbonfangst og bruk (CCU):

- ▶ Drivhus
- ▶ Brus og øl
- ▶ Matproduksjon
- ▶ Rensing av vann



### 3.iii. CCS - Muligheter, gevinster og teoretisk potensial

#### Restråstoffene har et stort energipotensial

I følge beregningene i en rapport fra Norsus [1] er det teoretiske potensialet for biogassproduksjon på 6 TWh basert på eksisterende råstoff. Med tilgjengelig restråstoff i Trøndelag som kan benyttes til biogass, kan det produseres 1,6 TWh. Dette forutsetter imidlertid innsamling og bruk av alt avfall fra oppdrett, husdyrgjødsel og omfordeling av andre restråstoff fra ulike bruksområder. Med utgangspunkt i de nåværende 170 GWh som produseres, er det rom for betydelig vekst.

#### Karbondioksid kan bli til et verdifullt produkt

Tabellen til høyre viser teoretisk potensial for produksjon av ulike biomaterialer fra identifisert restråstoffmengde. Denne mengden med tilgjengelig biomasse inneholder om lag 115 000 tonn metan og 215 000 tonn karbondioksid. Karbondioksidet kan enten fanges og lagres i jord for å bidra til «negative utslipp» med salg av klimavoter. Alternativt kan karbondioksidet brukes i industri, som for eksempel til økt plantevekst i drivhus.

#### Biorest kan være viktig gjødsel

Biorest fra biogassproduksjonen har også en betydelig verdi som gjødsel, da det kan inneholde verdifulle næringsstoffer som for eksempel fosfor og nitrogen. Et typisk avtalerammeverk kan være at bøndene forplikter seg til å levere husdyrgjødsel til biogassanlegget, og får biorest til gjødselbruk i retur.

#### TEORETISK POTENSIAL FOR BIOGASSPRODUKSJON I TRØNDELAG FRA RESTRÅSTOFF

(Om alle restråstoffstrømmer hadde blitt brukt til biogass bortsatt fra Skog- og treindustri)

Totalt restråstoff  
i Trøndelag som  
potensielt kunne  
brukes til  
biogass:  
650 000 tonn  
TS

Produkt	Mengde	Pris/ enhet	Verdi (MNOK)
Metan (CH <sub>4</sub> )	115 000 tonn (1600 GWh)	1 NOK/kWh	1 600 MNOK
Karbondioksid (CO <sub>2</sub> )	215 000 tonn	3000 NOK/tonn [1]	650 MNOK
Biorest (biogjødsel)	310 000 tonn	550 NOK/tonn TS	170 MNOK

Om man installerer CO<sub>2</sub> fangst på biogassanleggene kan man skape en vesentlig inntektsstrøm

#### EKSEMPLER PÅ SELSKAPER OG TEKNOLOGI

##### Antec Biogass

Har fått Enova-støtte til å bygge et nytt anlegg, Vest Biogass, i Hornindal [3]. Anlegget eies sammen med det lokale transportselskapet, Haugen Maskin, som skal sikre råvarene til det biogassanlegget. Anlegget har en kapasitet på 90 GWh med 20 Antec Bio-omformere og kan produsere LBG, flytende bio-CO<sub>2</sub>, bio-gjødsel (biorest). Anlegget skal begynne produksjon i 2025.

##### Biogy Solution

Planlegger å bygge biogassanlegg på Mosterøy i Stavanger [4]. Biogassanlegget som planlegges skal produsere 100 GWh flytende biogass (LBG), 13 678 tonn flytende bio-CO<sub>2</sub> og 155 000 tonn med biogjødsel og kan allerede være i drift medio 2025.

### 3.iii. Fokus på biorest (1/2): Utvikling av regional gjødselindustri

#### Erstatning av fossil mineralgjødsel med organisk gjødsel

I Trøndelag forbrukes det årlig 68 930 tonn mineralgjødsel, som inkluderer 16 302 tonn nitrogen, 1 227 tonn fosfor og 4 208 tonn kalium [1]. Dette kommer i tillegg til lokalt bruk av husdyrgjødsel. Det faste biproduktet av biogassproduksjon, biorest, kan erstatte behovet for kunstgjødsel da det som tidligere nevnt inneholder flere viktige næringsstoffer for jord og plantevekst. Produksjon og distribusjon av organisk gjødsel utgjør en betydelig omstillingsoppgave i Europa, der EU har satt et mål om å konvertere 25 % av jordbruksarealene til økologisk drift innen 2030 [2]. I Norge utgjorde den økologiske andelen av landbruksarealene 4,2 % i 2022 [3], mens den tilsvarende andelen for Trøndelag var 5,9 %. Det er også en økende oppmerksomhet på organisk materiale og karbonbinding i jord, noe som gjør organisk gjødsel til en viktig ressurs.

#### Fosforgjenvinning viktig for matsikkerhet og miljø

Fosfor er en begrenset ressurs som utvinnes fra et relativt lavt antall gruver. Med synkende mengde og kvalitet av fosfor, så er gjenvinning og gjenbruk av fosforet et viktig mål globalt. I tillegg er fosforavrenning fra overdreven spredning av animalsk avfall en betydelig bidragsyter til vannforurensning. EU har derfor blant annet satt fokus på oppsamling av fiskeslam fra havbruket, vekst i landbasert oppdrett, generelt strengere utslippskrav og omfattende teknologiutvikling knyttet til nitrogen- og fosforgjenvinning.

#### Utfordringer med biorest

Bruken av biorest møter flere utfordringer som påvirker både logistikk og kostnader. En vesentlig hindring er tilgjengeligheten av spredeareal for biorest, med regulatoriske rammer satt av gjødselvereforskriften. Plast og andre urenheter i bioresten kan begrense eller hindre bruken. Innholdet av uønskede tungmetaller og mikroplast er også en bekymring, og avvanning av bioresten kan være energikrevende. Disse barrierene begrenser for tiden den fulle utnyttelsen av bioresten, og adressering av disse problemene er avgjørende for å maksimere potensialet for biogassanlegg og lignende biobaserte produksjonssystemer.

#### Effekter av satsingen:

- ▶ Potensial til redusere utslipp fra mineralgjødsel
- ▶ Økt karboninnhold i jord med alle de positive agronomiske, miljø- og klimaeffektene det medfører
- ▶ Jordbruksprodukter med lavere CO<sub>2</sub>-fotavtrykk
- ▶ Forsyningsikkerhet for en kritisk innsatsfaktor i jordbruket
- ▶ Redusert eksponering mot internasjonale markedspriser
- ▶ Kompetansearbeidsplasser
- ▶ Teknologiutvikling

#### RESTRÅSTOFF

- ▶ Frass fra insektproduksjon
- ▶ Slam fra RAS, landbasert og sjøbasert oppdrett
- ▶ Husdyrgjødsel
- ▶ Biorest fra biogassproduksjon
- ▶ Avløpsslam

#### PROSESSERING

- ▶ Mineralisering og utfelling fra flytende råstoff
- ▶ Hygienisering
- ▶ Tørrking
- ▶ Pelletering
- ▶ Granulering

#### GJØDSELPRODUKTER

- ▶ Mineraliserte/tørre enkelt-næringsstoffer som innsatsfaktor i fullgjødsel
- ▶ Karbonholdig gjødsel optimert for ulike plantekulturer
- ▶ Flytende gjødselprodukter
- ▶ Gjødselprodukter med innhold av biostimulant/bioaktive stoffer
- ▶ Saktevirkende organisk gjødsel

### 3.iii. Fokus på biorest (2/2): Muligheter, gevinster og teoretisk potensial

#### Motivasjon for endring

Produksjon av mineralgjødning forårsaker store utslipp ved bruk av fossil naturgass. For hver kg nitrogen i kunstgjødning slippes det ut cirka 3 kg CO<sub>2</sub>e [1]. Ved bruk av biorest kan man erstatte 10kg mineralgjødning pr tonn flytende biorest som benyttes [2].

#### Forutsetninger for beregningen

Frass fra insektproduksjon har en kjent sammensetning av plantenæringsstoffer, mens biorest vil variere en del ut fra hvilke råstoffer som brukes som innsatsfaktor. Tallene fra biorest er derfor et kvalifisert estimat basert på kartleggingen i prosjektet. Metodikk for livsløpsanalyse og ulike produksjonsegenskaper gjør at det er noe usikkerhet knyttet til CO<sub>2</sub>-intensiteten til biorest. Det jobbes med å finne en modell for å estimere dette. Estimaterne i dette caset bygger videre på forutsetningene i satsing på insektproduksjon der store deler av restråstoffene brukes.

#### Potensial for ny industri

Trøndelag fylke har potensial til å bli selvforsynt med organisk gjødning, gitt mengden restråstoff som finnes. Dette er delvis på grunn av at mye mineraler finnes i fôr som importeres til fylket. Bruk av organisk gjødning gir også tilførsel av karbon i jordbruksareal, samt at det har vesentlig lavere utslipp enn mineralgjødning. Dette vil i tillegg gjøre regionen uavhengig av en innsatsfaktor som er svært eksponert mot geopolitisk uro og energipriser.

#### TRE AKTUELLE KILDER TIL PLANTE NÆRINGSSTOFFER UTENOM HUSDYRGJØDSEL

##### 1. Salgsverdi og klimabesparelse fra gjødningprodukter

Totalt restråstoff i Trøndelag:  
431 000 tonn TS fra:

- ▶ Fiskeslam
- ▶ Frass
- ▶ Biorest

Produkt	Mengde	Pris/tonn	Verdi (NOK)	CO <sub>2</sub> besparelse (tCO <sub>2</sub> e)
Fosfor (P)	8 450 tonn	700 NOK	114 Millioner	Relativ lite
Kalium (K)	5 700 tonn	100 NOK	5,9 Millioner	Relativ lite
Nitrogen (N)	16 300 tonn	7 000 NOK	1,5 Millioner	~50 000

##### Eksempler på selskaper og teknologi

**N2 Applied**- et norsk selskap som har utviklet en teknologi for å omgjøre nitrogen fra luften til organisk gjødning. Å øke nitrogeninnholdet øker kvaliteten på gjødningen og kan potensielt redusere avhengigheten av kunstgjødning. Teknologien er tatt i bruk både med husdyrgjødning og i biogassanlegg i Danmark og Sverige for å øke kvaliteten på biorest og redusere ammoniakutslipp. [3]

**Invertapro**- som nevnt tidligere, produserer insektfôrprodukter. Hovedstrømmen er frass, som de i dag selger som et organisk gjødning kalt Bløme. [4]

**Easy mining (en del av Ragn-Sells)** har utviklet en teknologi for å trekke ut fosfat og andre mineraler fra avløpslam [5].





## 3.4 - Barrierer mot å øke verdiskapingen



# I kartleggingen er det identifisert en rekke barrierer som hindrer økt verdiskaping av restråstoff

Som nevnt tidligere ble dialogkonferansen brukt til å kartlegge barrierer for hvordan vi kan få økt verdiskaping til restråstoffene. Gjennom øvrige intervjuer med næringsaktører, kommuner og næringshager har flere av disse barrierene også blitt nevnt. Nedenfor belyses de viktigste barrierene og hvordan de påvirker bruken og verdiutnyttelsen av restråstoffer i Trøndelag.

## ØKONOMISKE BARRIERER



### LOGISTIKK

Innsamling og transport av restråstoff over store avstander kan være kostbart og gi uønskede miljøkonsekvenser.



### ETABLERINGSKOSTNADER (CAPEX)

Kostnader knyttet til etablering av nye prosesseringsanlegg kan være høye. Det kan være utfordrende å tiltrekke seg nye investorer grunnet et umodent marked.



### FORSYNINGSSIKKERHET

Usikkerhet rundt mengden tilgjengelig restråstoff kan over tid redusere investeringsviljen i teknologi som kan øke verdiskaping fra restråstoffet.



### AMBISJON OG SAMARBEIDSVILJE

Mange selskaper er drevet av kortsiktige økonomiske målsettinger. Dette kan bety at de ikke prioriterer langsiktig samarbeid.

## TEKNISKE, REGULATORISKE OG KULTURELLE BARRIERER



### TILGANG TIL TEKNOLOGI OG INFRASTRUKTUR

Lønnsom oppsamling og anvendelse av restråstoff kan kreve avansert teknologi som er umoden eller utilgjengelig.



### KOMPETANSE OG KUNNSKAP

Det kan mangle kunnskap om prosessering og anvendelse av forskjellige typer restråstoffer. Utvikling av kompetanse tar tid og krever ofte betydelige ressurser.



### LOVGIVNING OG REGULERINGER

Det kan finnes regulatoriske hindringer som begrenser muligheten til å bruke restråstoff eller gjør det kostbart å overholde lovgivning og reguleringer.



### KVALITET, RENHET OG DOKUMENTASJON

Restråstoff kan inneholde stoffer som kompliserer videre prosessering eller bruk. Det kan også være vanskelig å dokumentere kvaliteten.

# Etableringskostnader og forsyningssikkerhet er store utfordringer

## Etableringskostnader knyttet til utnyttelse av restråstoff

For å kunne gjøre om restråstoff til verdifulle produkter, kan det kreves betydelige investeringer. Disse investeringene omfatter spesialisert utstyr for innsamling, prosessering og konvertering av restråstoff. Kostnadene vil variere avhengig av en rekke faktorer som type restråstoff, lokalisering og størrelsen på virksomheten, og den spesifikke bruken av restråstoffet. For at restråstoffutnyttelse skal være økonomisk bærekraftig, er det essensielt at markedet verdsetter sluttproduktet høyt nok til å dekke både etablerings- og prosesseringskostnadene. Finansiell støtte og insentiver fra myndigheter eller andre organisasjoner kan spille en nøkkelrolle i å minske den økonomiske byrden forbundet med disse investeringene.

## Eksempel på kostnad

Investeringen i insektproduksjon er anslått til å være omtrent 18 NOK per kilo årlig produksjonskapasitet for optimaliserte storskalaanlegg. For distribuerte produksjonsanlegg med en kapasitet på rundt 5000 tonn per år, øker estimatet til omtrent 20 NOK per kilo i årskapasitet. Dette innebærer at etableringen av et storskalaanlegg kan beløpe seg til en kostnad på 90 millioner NOK. Uten kommersielle aktører vil slike storskala-anlegg bli vanskelige å etablere.

## Ambisjon er nødvendig for å drive innovasjon og implementering av løsninger

Uten en visjon om å endre gjeldende praksis og skape mer bærekraftige forretningsmodeller, vil det være vanskelig å overvinne barrierene som står i veien for utnyttelse av restråstoff. Dette krever utvikling av nye teknologier, implementering av nye forretningsmodeller, og transformasjon av gamle industrielle prosesser. Kortsiktige økonomiske målsettinger og manglende prioritering av langsiktige samarbeid kan adresseres ved å presentere dokumentert data om potensiell verdiskaping fra restråstoff.

## Samarbeid på tvers er nødvendig for optimal utnyttelse av restråstoffene

Utnyttelse av restråstoff går ofte på tvers av forskjellige sektorer og aktører. Det er nødvendig med samarbeid mellom industri, akademia, offentlig sektor og andre interessenter for å håndtere kompleksiteten rundt restråstoffhåndtering. Dette kan inkludere utvikling av felles tekniske standarder, koordinert forskning og utvikling, felles investeringer i infrastruktur, og dialog med regulatoriske myndigheter. Manglende kunnskap om prosessering og anvendelse av forskjellige typer restråstoffer kan også adresseres gjennom bedre dokumentasjon som kan deles mellom aktørene. En omfattende dokumentasjonsstandard kan inneholde informasjon om optimale prosesseringsmetoder og anvendelsesområder for hvert type restråstoff, og dermed bidra til å øke kompetansen og samarbeidet innenfor området.

## Restråstoff kan ha variabel forsyningssikkerhet

Mengden og regelmessigheten av restråstoff kan variere mye avhengig av kilden. Jordbruksavfall, for eksempel, kan være rikelig tilgjengelig i visse årstider, mens det kan være knapphet i andre perioder. Forsyningssikkerhet, som er evnen til å sikre pålitelig tilgang til nødvendige mengder restråstoff når det trengs, blir derfor et avgjørende element i planleggingen. Denne faktoren må nøye vurderes ved utvikling av forretningsmodeller og teknologiske løsninger for å anvende restråstoff.





# Manglende logistikk og infrastruktur er en kostbar barriere

## Transport i Trøndelag

Kystkommunene kan benytte seg av transport via sjø og vei, flere av innlands-kommunene kan benytte seg av transport via tog og vei, mens enkelte kommuner kun kan benytte seg av transport via vei.

## Transport av restråstoff er en sammensatt barriere

Flere av restråstoffene har høy prosentandel våtvekt og uten en energikrevende tørkeprosess er det derfor store kostnader knyttet til det å frakte restråstoffene over lengre distanser. Transport over lengre avstander gir også økte klimagassutslipp.

## Det er behov for å kartlegge transportstrømmene

Transportstrømmene bør kartlegges for å se om man kan redusere utslipp ved å behandle restråstoffene lokalt, og for å forstå hvor og hvordan det lønner seg å transportere de ulike restråstoffene.

## Utnyttning av tomkjøring i lastebiler og varetransport

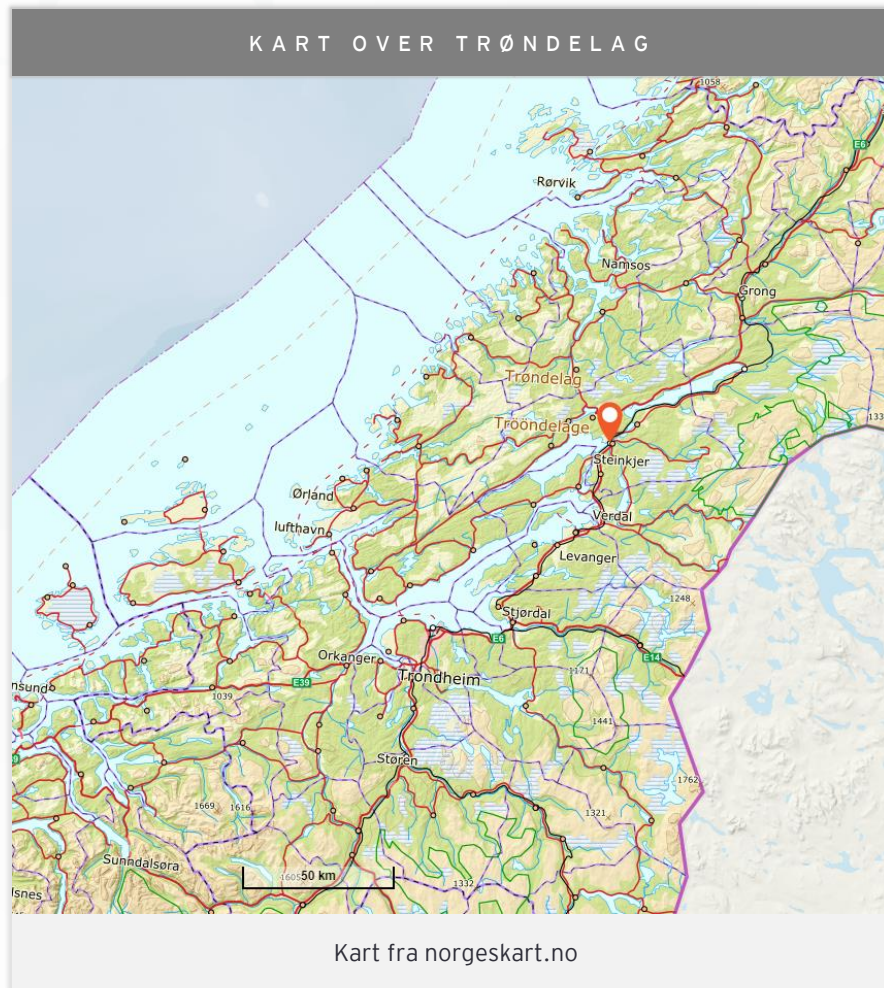
På landsbasis var tomkjøringen på 29,2 prosent i 2022 [1]. Tomkjøring kommer av at det ikke alltid er en naturlig returlast. Det er særlig tilfelle ved massetransport og transport av tømmer, der det er vanlig at kjøretøyene returnerer tomme etter levering. Denne tomkjøringen kan brukes til å transportere restråstoff, og i Trøndelag er det allerede aktører som undersøker disse mulighetene.

## Lokal utnyttelse reduserer transportkostnader

Trøndelag grenser til Sverige og det foregår samarbeid på tvers av landegrensen. Frakt av restråstoff over landegrenser fører til tollavgifter, og dette vil også føre til at Trøndelag går glipp av flere muligheter for verdiskaping. Flere næringsaktører, kommuner, og næringshager er opptatt av at restråstoffene utnyttes lokalt, for å øke lokalverdiskaping og jobbmuligheter, men også for å redusere transportkostnader og klimagassutslipp.

## Restråstoff i biogassproduksjon kan redusere kostnad og klimagassutslipp

Ved å bruke restråstoff til produksjon av biogass kan utslipp fra transportsektoren reduseres betydelig. Biogass er en fornybar energikilde, og når den brukes i stedet for fossilt drivstoff frigjøres det ikke nye klimagasser til atmosfæren.



# Mangel på fornybar kraft og infrastruktur for karbonfangst og -lagring kan begrense nye satsinger

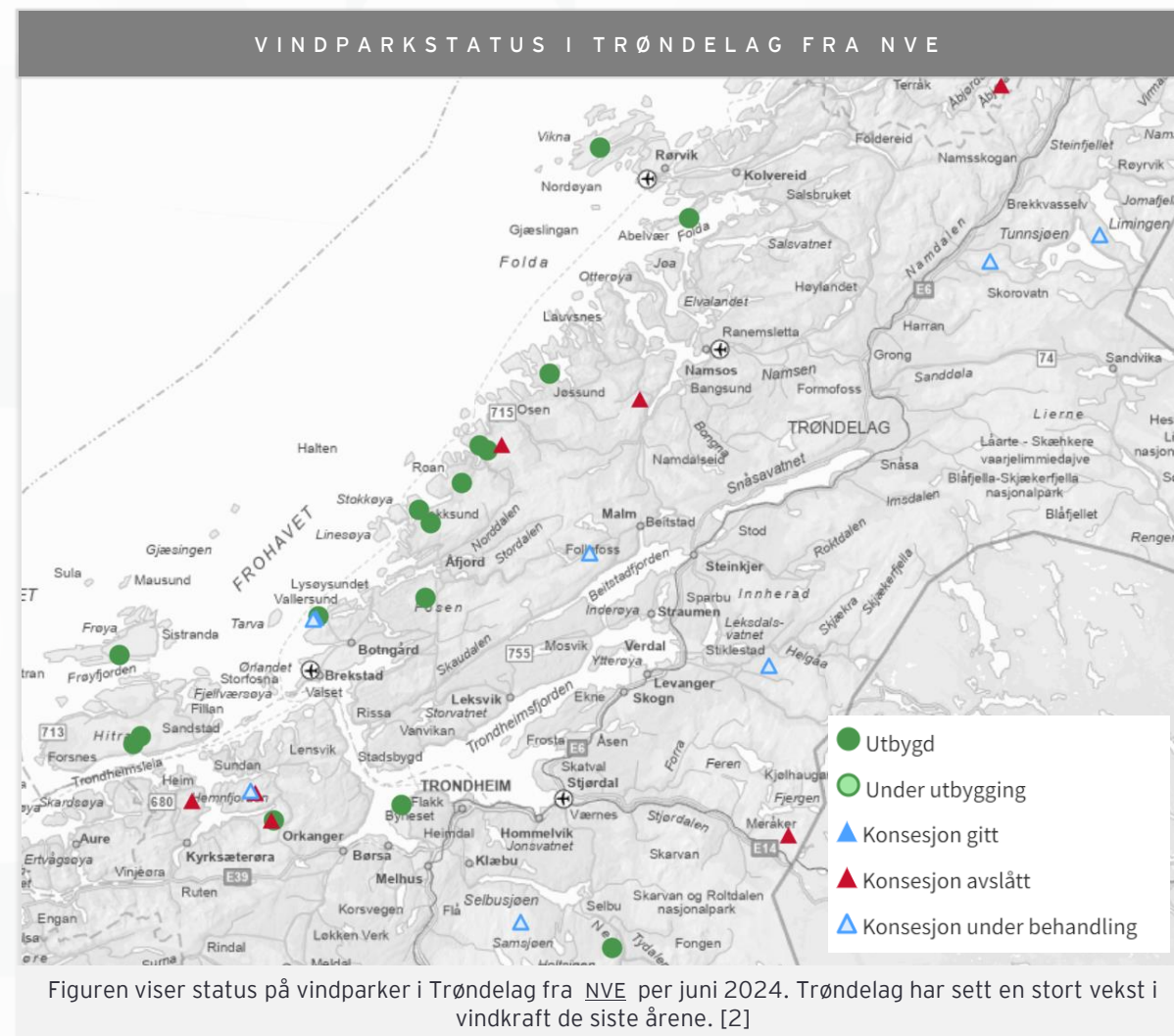
## Tilgang på rimelig kraft vil spille en viktig rolle

Kraftbalansen har utviklet seg positivt i Trøndelag over de siste årene. Siden 2020 har produksjonen av elektrisk kraft i regionen vært høyere enn forbruket. Nettkapasiteten i region Midt (som Trøndelag er en del av) er ikke like anspent som i mange andre områder i Norge. Til tross for dette, eksisterer det noen flaskehalsar i nettverket, og tilkoblingskapasiteten er begrenset, selv om både Statnett og Tensio har betydelige utbyggingsplaner for kraftnettet. Pyrolyse krever store mengder elektrisitet til oppvarming av ovner, produksjon av flytende biogass trenger mye strøm til nedkjøling, og karbonfangst trenger elektrisitet til oppgaver som deling og komprimering av gass. Derfor er det avgjørende å sikre tilstrekkelig tilgang på rimelig strøm for at disse teknologiene skal kunne realiseres. En rapport fra THEMA Consulting peker på flere barrierer som må overkommes for å videreutvikle tilgangen til fornybar energi i Trøndelag [1].

## Trøndelag har ikke etablert infrastruktur for karbonfangst

For at karbonfangst skal kunne implementeres i stor skala i Trøndelag, er det nødvendig med infrastruktur for midlertidig lagring, overføring og videre transport av CO<sub>2</sub>. Utfordringen ligger i de betydelige etableringskostnadene som kreves, kostnader som de fleste selskaper ikke har økonomi til å dekke. Dette representerer en vesentlig hindring for at biogassanlegg skal kunne adoptere karbonfangstteknologi. Lignende utfordringer finnes for andre teknologier, som for eksempel pyrolyse, hvor det fortsatt er et behov for økt raffineringsskapasitet for å motta pyrolyseolje.

Northern Lights sitt karbonfangstanlegg vil potensielt åpne allerede i 2024, som kan gi mulighet for å lagre store volumer av karbondioksid under havet [3]. Det pågående Northern Lights-prosjektet, som har som mål å tilby lagring av CO<sub>2</sub> under havet fra 2024, kan potensielt lette på noen av disse barrierene. Skulle dette prosjektet vise seg å være vellykket, kan det føre til økt interesse fra investorer for å finansiere infrastruktur som støtter karbonfangst i Trøndelag.



# Teknologi og kompetanse

*Teknologi er avgjørende for å utnytte restråstoff på en effektiv måte, men rekke teknologiske utfordringer hindrer optimal ressursutnyttelse. Noen eksempler inkluderer:*

**Lav utnyttelsesgrad:** For å maksimere nytteverdien til restråstoffene og minimere mengden avfall må teknologien legge til rette for utnyttelse av alle de viktige næringsstoffene som restråstoffene består av.

**Mangel på etablerte prosesser:** Det kan være utfordringer knyttet til utvikling og etablering av nye prosesser for behandling av restråstoff. Dette inkluderer forsknings- og utviklingsinnsats, testingsfasen og regulatoriske utfordringer som oppstår under oppskalering.

**Infrastrukturkostnader:** Den økonomiske kostnaden knyttet til infrastruktur for innsamling og behandling av restråstoff kan være en betydelig barriere. Dette inkluderer kostnader relatert til utstyr, lagring og vedlikehold.

**Ustabil råvaretilførsel:** Variabilitet i tilførsel og kvalitet av restråstoff kan gjøre det utfordrende å opprettholde effektiv drift av teknologier som er designet for et bestemt inngangsmateriale.

**Miljøpåvirkning:** Noen teknologier kan ha negative miljøpåvirkninger, som utslipp av luftforurensning eller produksjon av sekundært avfall.

**Krav til sluttprodukt av restråstoff:** De endelige produktene etter behandling av restråstoff må være enkle å transportere, og ha aksept i markedet det skal ruller ut til.

## Manglende kompetanse om potensialet til restråstoff

I næringslivet og industrien er det en utbredt mangel på forståelse og samarbeid om å skape verdikjeder ved bruk av restråstoff. Dette fører ofte til at restråstoff feilaktig blir betraktet som verdiløst avfall, i stedet for en potensiell ressurs. For å overkomme denne barrieren er det avgjørende med økt forståelse for verdiskapingspotensialet.

Videre kan det være en mangel på tilstrekkelig kompetanse og ressurser, både menneskelige og økonomiske, for å utnytte restråstoff på en effektiv måte. Omdanning av restråstoff til verdifulle ressurser kan kreve komplekse tekniske prosesser, ekspertise innen forskjellige fagområder, og kunnskap om sikker håndtering og lagring av stoffene. Det krever også oversikt over gjeldende lover, forskrifter og standarder. I Trøndelag finnes det flere næringshager som kan bistå bedrifter med kompetanse på disse områdene.

For å holde Trøndelag i en lederposisjon er det behov for tett samarbeid mellom næringsliv og akademia for å utvikle spisskompetanse. Konkret er det behov for:

- Økt satsing og tett samarbeid med teknologimiljøer som NTNU og Sintef for utvikling og tilpasning av teknologi for å utnytte restråstoff på best mulig måte
- Biokjemisk kompetanse, både i laboratoriene for å utvikle løsninger, og ute i industrien for å omgjøre teori til praksis
- Kompetanse om og forståelse av infrastruktur, logistikk og vareflyt i regionen
- Samarbeid med ulike sektorer for å dele og generere kunnskap



# Lovgivning og kvalitet

## Restriktiv regulering

Restriksjoner knyttet til bruk av restråstoff er vanligvis strenge, spesielt når det gjelder avfall fra husholdninger, næringsliv og industri. Slike regler kan påvirke tilgangen på restråstoff. Reguleringene har som formål å sikre at farlige stoffer ikke havner i næringskjeden. Animaliebiproduktforskriften er et eksempel på dette [1].

Det finnes flere regulatoriske hindringer som kan påvirke utnyttelsen av restråstoff. For det første klassifiseres restråstoff ofte som avfall, noe som fører til at det er underlagt strenge lover og forskrifter som regulerer alt fra innsamling og lagring til transport og bruk. Dette kan begrense bruken av restråstoff. Uenighet eller usikkerhet om klassifiseringen av visse typer restråstoff kan også være utfordrende.

Det er også viktig å vurdere miljøforskrifter som Gjødselforskriften [2], da disse kan sette restriksjoner på hvordan og hvor restråstoff kan brukes, spesielt når det er risiko for forurensning. Det er også viktig å følge helse- og sikkerhetsforskrifter, spesielt når det gjelder biologisk eller farlig avfall [3].

## Regulering kan begrense handel av restråstoff

Bedrifter som opererer på tvers av landegrenser kan møte utfordringer med å navigere forskjellige regulatoriske systemer. Til slutt kan restriktive handelsregler eller produktstandarder begrense mulighetene for bruk eller salg av produkter laget med restråstoff. Som et resultat krever navigering i dette komplekse og ofte skiftende regulatoriske landskapet betydelige ressurser og juridisk kompetanse.

For ytterlige detaljer om regelverk, se vedlegg C.

## Kvaliteten på restråstoff er avgjørende for videre utnyttelse

Kvaliteten på restråstoff kan variere betydelig avhengig av kilde og innsamlingsmetode. Dette kan gjøre det vanskelig å sikre en konsistent kvalitet, noe som igjen kan påvirke effektiviteten til omdannelsesprosessene. Matavfall kan variere i sin sammensetning gjennom å inneholde uønsket plast som kan være skadelig i biogassproduksjon.

Videre kan lagring og transport av restråstoff også påvirke kvaliteten, spesielt for organisk materiale som kan forringes over tid. Det kan også være tekniske utfordringer knyttet til separasjon og rensing av restråstoff.

### TO AV DE MEST RELEVANTE REGELVERKENE FOR HÅNDTERING AV RESTRÅSTOFF

<b>Animaliebiproduktforskriften</b>	Animaliebiprodukt-forskriften regulerer håndtering, bruk og avhending av animalie-biprodukter i Norge. Animaliebiprodukter som omfattes av forskriften, er deler av dyr som ikke er ment for menneskelig konsum. Forskriften har som mål å sikre at animalske biprodukter håndteres på en miljøvennlig måte.
<b>Gjødselforskriften</b>	Gjødselforskriften regulerer produksjon og bruk av gjødselprodukter i Norge. Definisjoner og klassifiseringer, samt strenge krav til innhold, medfører høye kostnader og komplekse prosesser for å omdanne enkelte restråstoff til godkjent gjødsel.





## 3.5 Fremtidige scenarier for mengden og bruken av restråstoff frem til 2035

Her presenteres tre forskjellige fremtidsscenarier basert på desktop-analyser og dialog med ulike aktører, samt arbeidsmøter med prosjektgruppen. Disse scenarioene undersøker hvordan mengden restråstoff og verdiskapingen kan utvikle seg i Trøndelag i fremtiden.



# Fremtidsscenarioene skal belyse hvordan ulike veivalg kan påvirke bioøkonomien i Trøndelag

Scenarier brukes til å skape nyanserte fremtidsbilder. Selv om det er umulig å nøyaktig forutsi fremtiden, tillater scenariotenkning oss å utforske ulike fremtidsmuligheter og se se utvikling over tid. Dette gir muligheten til å vurdere mulige konsekvenser for samfunn, næringsliv og miljø.

For å lage troverdige scenarier er det benyttet tilgjengelig data, kunnskap og informasjon innhentet fra forskning, intervjuer og workshops. Scenarioene er ikke ment å gi en eksakt prognose av fremtiden, men å illustrere mulige utviklingsløp. Hensikten er å stimulere til innovativ tenkning og kreativitet, og å unngå en tankegang som antar at fremtiden vil være lik nåtiden.

Med dette som utgangspunkt er det vurdert hvordan endringer i insentiver, teknologi, samarbeid og samfunnsutvikling kan påvirke fremtidig verdiskaping fra restråstoff, og hvor store klimabesparelser som kan oppnås. Scenarioene er utformet på et relativt overordnet nivå for å sikre at fokus er på det store bildet og unngå snevre konklusjoner.

## Verdiskaping kan oppnås på ulike måter

Verdiskaping kan oppnås på flere måter og berører ulike aspekter av bærekraft: miljømessig, sosial og økonomisk. Disse tre områdene reflekterer de grunnleggende dimensjonene av bærekraftig utvikling og gir et rammeverk for å vurdere hvordan ulike tiltak, produksjonsprosesser og produkter påvirker hver av disse dimensjonene. I dette kapitlet har vi brukt denne inndelingen til å foreta en forenklet vurdering av potensielle effekter som ulike teknologier og tiltak kan ha på miljøet, samfunnet og økonomien.

For å vurdere utviklingen knyttet til restråstoff i Trøndelag, er det utarbeidet tre scenarier:

- 1 Ingen endring** - en fortsettelse av dagens politikk og utvikling
- 2 Tilrettelegging** - fokusert på å øke sirkularitet i eksisterende næringsliv
- 3 Omstilling** - hvor Trøndelag lykkes med klima- og miljømålene

## Verdiskapingsområder og bærekraftdimensjoner



### Økonomisk

Økonomisk verdiskaping sikrer en velfungerende økonomi gjennom selskapers omsetning som brukes til å betale lønn, skatt og utbytte. Dette kan for eksempel måles gjennom omsetning, skatt og overskudd.



### Miljø

Økonomiske aktiviteter er ofte basert på naturressurser og økosystemtjenester. Dette kan ha negative konsekvenser for miljøet både lokalt og globalt. Økt bruk av restråstoff kan potensielt redusere miljøpåvirkning og redusere det totale ressursforbruket. Miljømessig verdiskaping kan måles eksempelvis gjennom klimagassutslipp, arealbruk (tap av natur), forurensing, mengde avfall og verdi av økosystemtjenester.



### Samfunn

Sosial verdiskaping bidrar til et velfungerende lokalsamfunn, bolyst og trivsel. Det kan måles gjennom for eksempel lokale arbeidsplasser, lokale utdanningsmuligheter, bidrag til å holde i gang lokale tradisjoner, helse, trivsel og lokalsamfunnstjenester.



# Oppsummering av indikatorene som danner grunnlaget for scenarioene

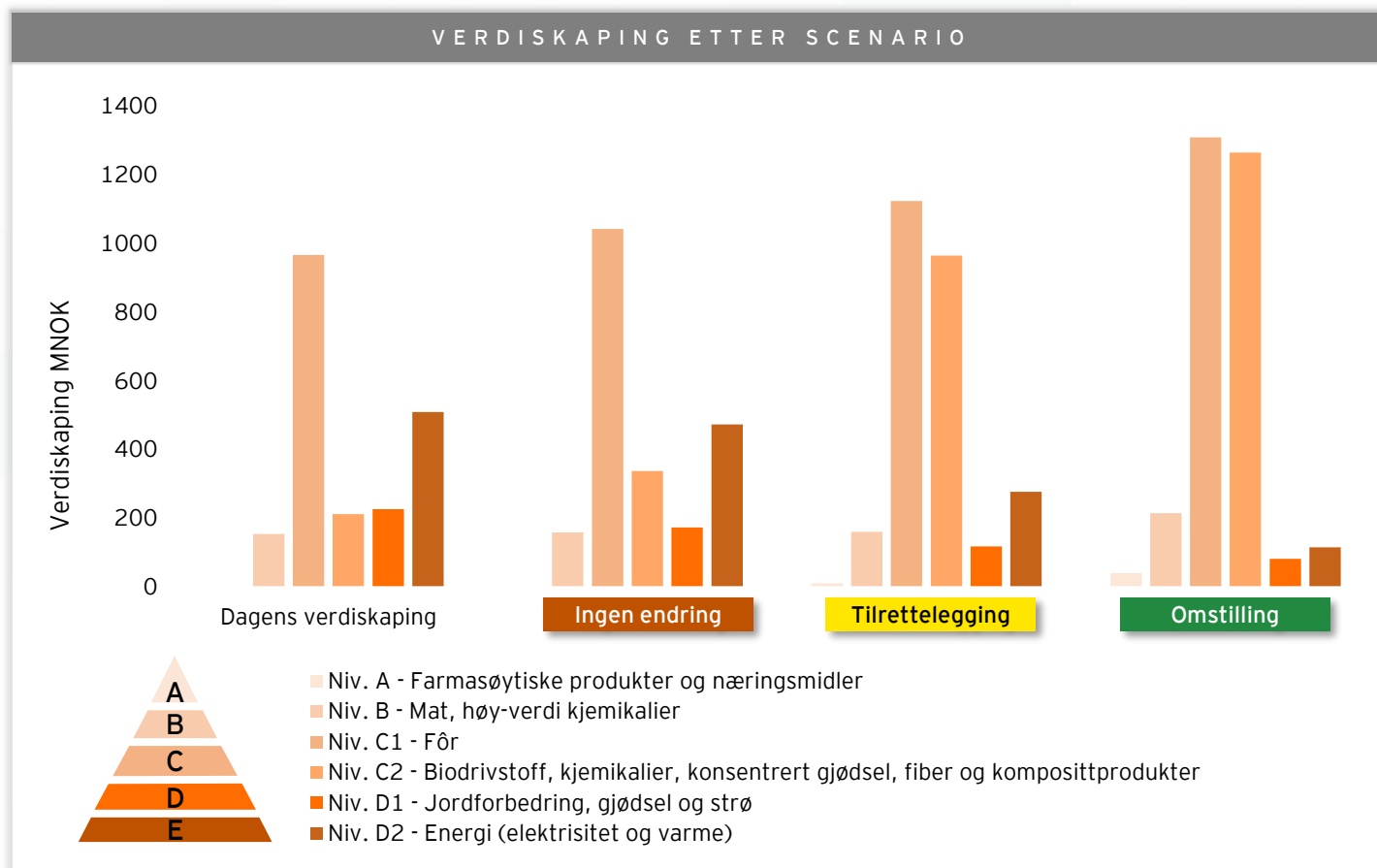
Indikatorene utgjør grunnlaget for scenarioene.

Indikatorer	<b>1</b> Ingen endring	<b>2</b> Tilrettelegging	<b>3</b> Omstilling
Insentiver	Ingen forslag om nye insentiver som øker oppsamling av restråstoff eller verdiskaping.	Det kommer noen nye insentiver som øker verdien til restråstoffene som samles opp.	Det blir etablert flere insentiver for oppsamling av restråstoff. Det kommer regulatoriske krav som stiller strengere krav knyttet til utslipp og deponering av restråstoff.
Teknologi	Begrenset teknologisk utvikling i forbindelse med å samle opp og utnytte restråstoffene til videre bruk.	Det utvikles noe teknologi som kan bidra til å øke verdiskapingen til restråstoffene i Trøndelag.	Utvikling av teknologiske prosesser som gjør det mulig å skape høyverdige produkter. Stor satsing på ny teknologi for å samle opp mer restråstoff.
Samarbeid	Samarbeidet som er etablert mellom klyngene fortsetter, men det vil fortsatt være siloer som begrenser informasjonsdeling og utvikling på tvers av sektorer.	Det etableres biohuber i Trøndelag hvor det satses på å øke samarbeid mellom næringsliv for å bryte ned siloer. Dette gir ringvirkninger i lokalsamfunnet.	Samarbeid for å etablere sentral infrastruktur for håndtering av restråstoff, samt etablering og utvikling av flere biohuber. Deling av informasjon om materialstrømmer og energi, som øker optimaliseringen av ressursflyter mellom næringer og øker verdiskaping og klimabesparelser.
Samfunnsutvikling	Trøndelag prioriterer kortsiktige vekstmål, som resulterer i at regionen sliter med å nå klimamålene. Restråstoffene som kan bidra inn mot det grønne skiftet blir ikke utnyttet maksimalt.	Trøndelag bidrar med å etablere tiltak for å redusere miljøpåvirkninger, men fokuset er på å forbedre eksisterende forretningsmodeller fremfor utvikling og transformasjon.	Trøndelag er pådriver for at myndigheter og næringsliv handler i samspill med en fremskyndelse av den grønne omstillingen.
Verdiskaping fra restråstoff	2,2 milliarder NOK	2,7 milliarder NOK	3 milliarder NOK
Klimagassbesparelse	41 000 tCO <sub>2</sub> e	160 000 tCO <sub>2</sub> e	280 000 tCO <sub>2</sub> e

# Økt verdiskaping forutsetter nye bruksområder og mer tilgjengelig restråstoff i Trøndelag

Gjennom scenariodelen har det blitt gjennomført en sammenligning mellom dagens verdiskaping og potensiell verdiskaping som kan oppnås gjennom de ulike scenarioene. Det finnes en rekke barrierer som begrenser verdiskapingen, og dette vil bli adressert i del 4 av rapporten. Der vil det bli identifisert ulike suksessfaktorer som må jobbes med videre for å kunne bidra til å øke verdiskapingen som genereres i Trøndelag fremover.

- Det er mulig å øke verdiskapingen fra restråstoff gjennom tverrsektorielle samarbeid, spesielt innenfor produksjon av insektproteiner til fôr, i tillegg til biogassproduksjon med muligheter for CCS.
- Det største verdiskapingspotensialet ligger i innsamling og utnyttelse av GROT fra skogbruket og slam fra akvakultur som for tiden slippes ut igjennom åpne merder. I dag er investerings- og driftskostnadene betydelige barrierer.
- Ved å erstatte forbrenning av bark og sagflis med andre former for fornybar varme, frigjøres betydelige volum for produksjon av nye produkter, som oljer fra pyrolyse eller komposittmaterialer. Dette ville igjen kreve betydelige langsiktige investeringer. Videre er pyrolyse, til tross for at det ikke er en ny teknologi, ennå ikke etablert i Trøndelag i stor kommersiell skala for produksjon av biooljer.
- En av de største mulighetene for verdiøkning per volum restråstoff kommer gjennom å øke tilgjengeligheten for humannt konsum. Eksempler på dette er eksport av fiskehoder til asiatiske markeder eller produksjon av fiskeoljer som kosttilskudd.



# 1 Scenario 1: Ingen endring

*I dette scenarioet gjennomføres det ikke betydelige endringer i måten restråstoff håndteres og brukes i Trøndelag. Det innebærer at det fortsatt er avhengighet av de tradisjonelle, lineære verdikjedene. Dette resulterer i begrenset verdiskaping fra restråstoffet, og begrenset potensial for bærekraftig utvikling.*

## Forutsetninger for dette scenarioet er at det er lite endring fra dagens oppsamling og bruk av restråstoff

De restråstoffene som genereres i Trøndelag blir utnyttet i høy grad, men det er fremdeles rom for å øke ressursutnyttelsen og verdiskaping fra restråstoffene. Det vil være en økning i mengden restråstoff generert, men utnyttelsesgraden vil være lik dagens nivå. I dette scenarioet har Trøndelag begrenset fokus på å investere i ny teknologi som kan gi høyverdi produkter og øke verdien til restråstoffene som samles opp. Ressurser og støtte gis til større aktører for å øke produktiviteten av eksisterende teknologier og prosesser. Det er få insentiver for utvikling av teknologi. Utnyttelsen av restråstoff har noe effekt på klima, blant annet gjennom produksjon av biogass som kan erstatte fossile drivstoffkilder. Samhandling mellom aktørene i fylket krever god koordinering, men i dette scenarioet vil det ikke bli tilrettelagt for å bedre samhandlingen på tvers av de ulike sektorene.

### Akvakultur

Akvakultur vil fortsette å vokse i Trøndelag, men i mindre grad sammenlignet med historisk gjennomsnitt. Dette vil resultere i noe mer restråstoff.

Det antas at det vil samles opp mer restråstoff fra slakteriene grunnet strengere regulatoriske krav. Det vil fortsatt være store mengder uutnyttet restråstoff fra oppdrett i sjø grunnet mangel på teknologi som kan samle opp slam fra sjøproduksjon.

### Skog- og treindustri

Innen skog- og treindustri vil det være en jevn produksjon og avvirkning. Det vil være liten endring i verdiskaping fra denne sektoren, mye grunnet at det fortsatt vil være store mengder uutnyttet restråstoff, spesielt GROT og aske.

### Jordbruk

For jordbruket er det forventet at produksjonen av melk- og kjøttproduksjon vil følge historiske trender, potensielt en mindre reduksjon. Dette grunnet sentralisering og automatisering av jordbruket og endringer i forbrukermarkedet. Dette er allerede pågående trender. Sentralisering vil gi utfordringer i forhold til redusert spredningsareal, og større avstander mellom produsent og mottaker av restråstoff.

### Renovasjon

Det vil være noe økning i total mengde restråstoff innen renovasjon.

Trondheimsregionen har innført sortering av matavfall. Som et resultat av dette vil også verdien av restråstoffene få en økning grunnet en høyere renhetsgrad enn dagens system hvor dette går i restavfall.

### Fiskeri

Innen denne næringen vil det være noe reduksjon i fangst og mengde restråstoff grunnet overfisking og klimaendringer.

Verdiskaping fra restråstoff i denne sektoren vil være tilnærmet uendret, men noe nedgang fra i dag.



# «Ingen endring» vil gi begrenset økonomisk verdiskaping fra restråstoff og vil i mindre grad bidra til oppnåelse av Trøndelags klimamål

Scenariot resulterer i noe økning i verdiskaping fra restråstoff, mye grunnet videre satsing på biogassproduksjon. Restråstoffene i Trøndelag vil i stor grad gå til samme formål som det gjør i dag siden det er få regulatoriske tiltak som setter krav og få økonomiske incentiver.

## Finansiell verdiskaping

Gjennom dette scenariot vil det være mulig å oppnå en finansiell verdi på 2 200 MNOK fra restråstoff.

## Klimabesparelse

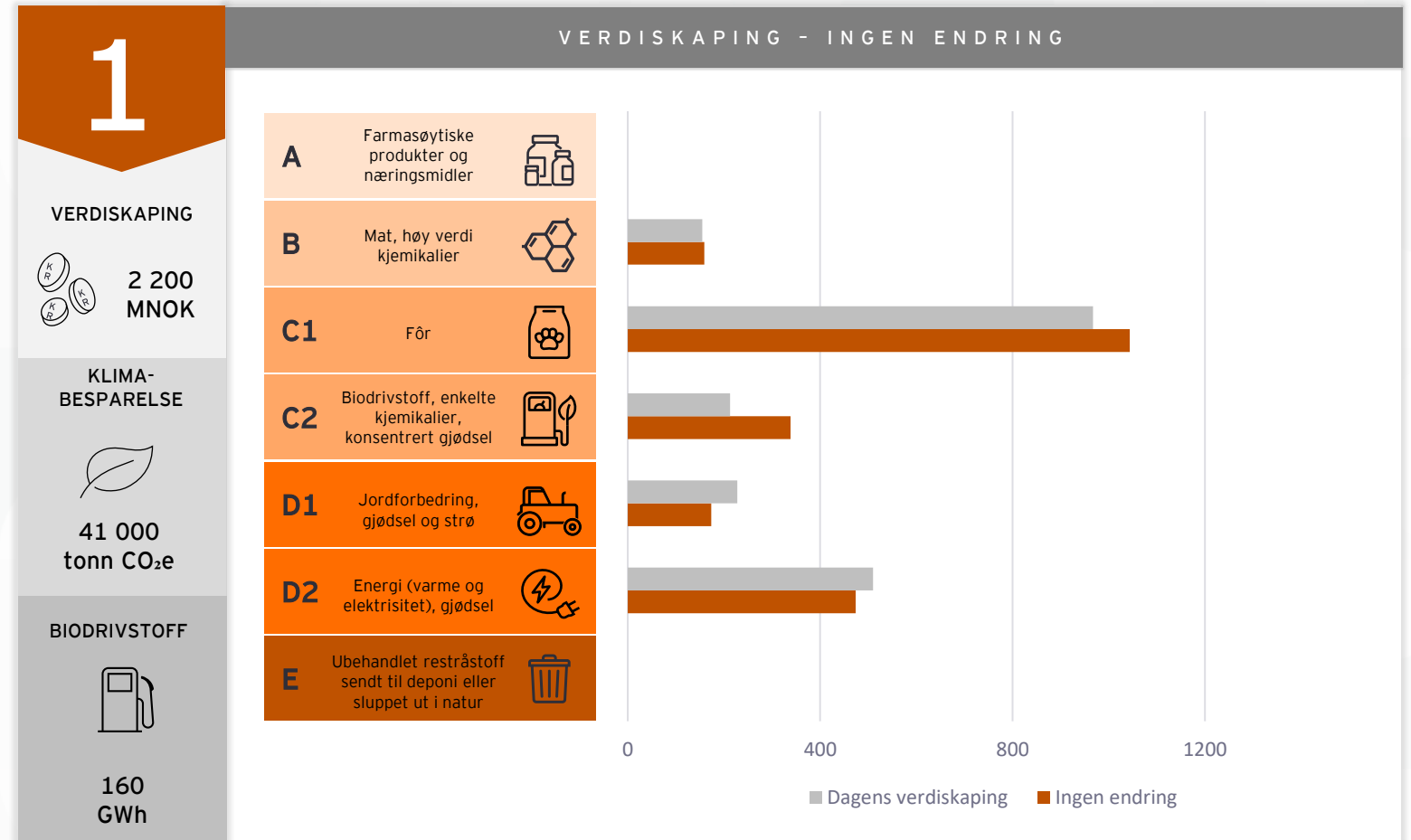
Under dette scenariot vil bruken av restråstoff gi et minimalt bidrag til å nå Trøndelags klimamål. Potensielt er det mulig å få en klimabesparelse på 41 000 tonn CO<sub>2</sub>e. Mesteparten av utslippsbesparelsene skyldes bruk av biodrivstoff som erstatter fossilbasert drivstoff. Det er begrensede utslippsbesparelser knyttet til brenning av biomasse for varme.

## Lokal fôrproduksjon - begrenset endring fra dagens nivå

I scenariot blir det meste av restråstoffet som samles opp brukt til fôrproduksjon. Det kan potensielt produseres 106 000 tonn fôr gjennom bruk av restråstoff.

## Energiproduksjon - fortsatt på varmeproduksjon fra restråstoff

I dette scenariot vil det være noe økning i bruk av restråstoff til biogassproduksjon. Dette vil resultere i en produksjon av 160 GWh fra biogass.



## 2 Scenario 2: Tilrettelegging

*I dette scenarioet har Trøndelag et sterkere fokus på økt verdiskaping og implementering av sirkulære løsninger på kort og mellomlang sikt. Teknologier som tillater større innsamling av restråstoff tas i bruk, noe som vil føre til mer tilgjengelig restråstoff og i enkelte tilfeller redusere negativ påvirkning på natur.*

Forutsetninger for dette scenarioet er at det tilrettelegges for bruk av restråstoff til å produsere høyverdige produkter

I dette scenarioet er grønn vekst et viktig hensyn for aktører og markeder, men også regulering og offentlig støtte for å akselerere omstillingen. Dagens produksjonsmetoder er ikke fundamentalt endret, men regelverket oppmuntrer næringsliv til redusere deres miljøpåvirkning. Rammeverk og subsidier stiller krav og støtte til at bedrifter kan redusere sine klimaavtrykk, både oppstrøms og nedstrøms i sin verdikjede. Det tverrsektorske samarbeidet i Trøndelag fortsetter å utvikle seg, og det etableres felles infrastruktur for oppsamling, lagring og transport av restråstoff. Det er stor utvikling i teknologi som muliggjør karbonfangst og lagring.

### Akvakultur

For å redusere den negative påvirkningen på natur vil det være etablert lukkede merder og ny teknologi som muliggjør det å samle opp restråstoff fra de lukkede havmerkene. Dette vil resultere i en større mengde tilgjengelig restråstoff fra akvakulturnæringen. Det vil også bidra til å redusere den negative påvirkningen slam har på naturen. Strengere krav til rensing av prosessvann gjør at mengdene restråstoff også øker på settefiskanleggene og slakteriene.

### Skog- og treindustri

I dette scenarioet vil bruksområdene til flere av restråstoffene fra skog- og treindustrien endres fra dagens bruksområde. Samtidig er det forventet en økning i avvirkning i Trøndelag. Dette, sammen med økt uttak av GROT, vil gi en økning i restråstoff fra denne sektoren.

### Jordbruk

Innen jordbruk vil det stilles strengere regulatoriske krav til bruk av kunstgjødsel og dermed en mer økologibasert landbruksform. Dette vil resultere i at restråstoff vil bli en viktig ressurs for å fylle gapet som vil oppstå når kravene trer i kraft. Mengdene restråstoff som genereres innenfor jordbruket vil være nokså stabile i dette scenarioet.

### Renovasjon

Slik som i scenario 1 vil det være noe økning i total mengde restråstoff fra husholdning grunnet innføring av matavfallsortering i Trøndelag. Strengere regulering knyttet til kasting av mat gjennom en matkastelov vil gjøre at det blir en generell nedgang i mengde restråstoff fra næringsaktører.

### Fiskeri

I dette scenarioet vil det også være noe reduksjon i fangst som resulterer i litt mindre restråstoff produsert. Strengere krav fører likevel til at mer av restråstoffene landes og det vil derfor være en stabil mengde restråstoff fra fiskerisektoren.

# Gjennom «Tilrettelegging» vil teknologiutvikling føre til en vesentlig økning i verdiskaping og klimabesparelser

Ny teknologi vil gjøre det mulig å øke verdiskapingen fra restråstoff, og færre av restråstoffene vil gå til forbrenning, noe som vil gi store klimabesparelser i Trøndelag. Scenerioet gir en økning i mengde tilgjengelig restråstoff, ny teknologi for oppsamling, og rammeverk som krever at det samles opp mer restråstoff. Restråstoffene går i større grad til produksjon av høyverdi produkter (f.eks. restråstoff til forbrenning benyttes til å produsere nye produkter).

## Finansiell verdiskaping

Gjennom dette scenarioet vil det være mulig å oppnå en finansiell verdi på 2 900 MNOK fra restråstoff.

## Klimabesparelse - stor økning i utslippsbesparelser på grunn av biogass med CCS og pyrolyse

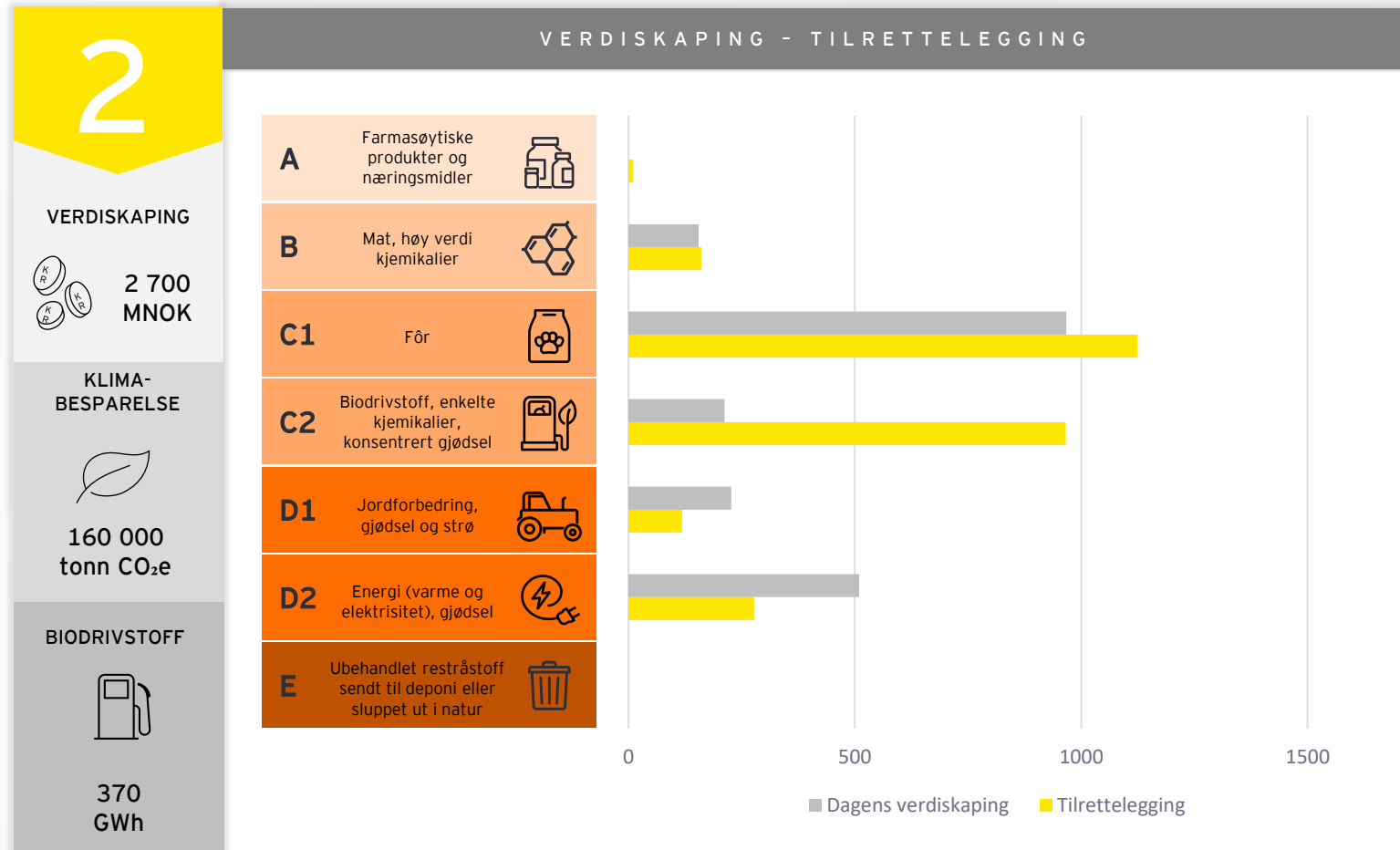
Under dette scenarioet vil bruken av restråstoff gi et betraktelig bidrag til at Trøndelag når sine klimamål. Potensielt er det mulig å få en klimabesparelse på 160 000 tonn CO<sub>2</sub>e årlig gjennom at restråstoff går til andre kilder enn forbrenning samt at det blir biogassanlegg blir utstyrt med karbonfangstteknologi. De viktigste teknologiene i dette scenarioet blir karbonfangst og lagring (CCS; mulig CCS på 50 000 tonn CO<sub>2</sub>e årlig) og pyrolyse som kan produsere fornybart drivstoff og biokull (40 000 tonn CO<sub>2</sub>e årlig).

## Lokal fôrproduksjon

Mye av restråstoffene benyttes fremdeles inn i fôrproduksjon. Det estimeres en produksjon på 110 000 tonn fôr gjennom bruk av restråstoff.

## Energiproduksjon - reduksjon i direkte forbrenning, betydelig økning i biomasse og etablering av pyrolyseproduksjon

I dette scenarioet vil det være en betraktelig økning i bruk av restråstoff til biogassproduksjon. Dette vil resultere i en produksjon av 320 GWh fra biogass. I tillegg vil restråstoff fra skog- og treindustri bli brukt til å produsere oljer (50 GWh) gjennom pyrolyse.





### 3 Scenario 3: Omstilling

I dette scenarioet er Trøndelag en ledende region for sirkulærøkonomi og bidrar vesentlig til at regionen når sine klimamål. Restråstoff er å anse som en ressurs som inngår i lukket kretsløp der restråstoff blir til nye produkter eller materialer. Det innføres rammeverk og insentiver for økt oppsamling og verdiutnyttelse av restråstoff.

#### Forutsetninger for dette scenarioet er at det er vilje til omstilling i hvordan restråstoffene benyttes til å nå klimamålene

I dette scenarioet prioriteres grønn vekst og utslippsreduksjoner drevet av aktører og markeder, sammen med justerte reguleringer og offentlig støtte for å akselerere omstillingen. Barrierene for samarbeid mellom de tradisjonelle sektorene i bioøkonomien brytes ned ved å etablere felles møteplasser, felles koordinering og transparente markeder for restråstoff. I tillegg vil aktørene implementere «beste praksis»-standarder for dokumentasjon av restråstoffenes kvalitet, opprinnelse, brukspotensial og livsløpsavtrykk. Dette gjør handel av restråstoff enklere på tvers av sektorer og muliggjør verifiserbar klimaeffekt på sluttproduktene, som igjen bidrar til å oppnå en høyere pris på sluttproduktene.

#### Akvakultur

Nye rammeverk forventes å sette strengere krav til oppsamling av slam fra merder. Dette vil betyr at de fleste merder blir lukkede og mye restråstoff samles opp. På denne måten vil en større mengde restråstoff innen akvakulturnæringen gjøres tilgjengelig til blant annet biogass med CCS. Nye utviklinger fører også til verdifull bruk av biprodukter, for eksempel i farmasøytiske produkter.

#### Skog- og treindustri

Det vil legges til rette for insentiver for å maksimere utnyttelsen av trevirke og andre materialer fra skogen. Dette inkluderer også utnyttelsen av restråstoff fra skogen. Justerte reguleringer og offentlig støtte kan oppmuntre til innovasjon innen sektoren for å optimalisere produksjonen av restråstoff og resirkulere avfall på en mer effektiv måte.

#### Jordbruk

Det vil etableres bedre praksis for ressursutnyttelse, inkludert økt bruk av gjødsel og avlinger for biobaserte produkter. Pilotering av beste praksis for dokumentasjon, som gir bedre sporbarhet og kvalitetssikring av restråstoff. Dette kan bidra til å øke verdien og oppmuntre til bruk i ulike industrier. Gjennom etablering av transparente markeder og felles koordinering, kan det bli enklere å koble restråstoff fra jordbruk med brukere i andre sektorer.

#### Renovasjon

Slik som i scenario 1 og 2 vil være noe økning i total mengde restråstoff fra husholdning grunnet innføring av sortering av matavfall i Trøndelag. Strengere regulering rundt kasting av mat gjennom en matkastelov vil gjøre at det blir en generell nedgang i mengde restråstoff fra næringsaktører. Det vil også settes strengere krav til utsortering som gjør at restråstoffene fra renovasjonssektoren vil kunne benyttes til andre formål enn tidligere.

#### Fiskeri

I dette scenarioet vil det også være noe reduksjon i fangst som resulterer i reduksjon av restråstoffmengdene som genereres. Men gjennom at flere av restråstoffene landes vil det være en stabil mengde restråstoff fra fiskerisektoren. Forbedringer i hygiene tillater salg av produkter, enten som mat eller andre ernæringsmessige forhold.

# Gjennom «omstilling» kan Trøndelag bli en ledende region innenfor sirkulærøkonomi, og bioøkonomien vil gi et vesentlig bidrag til å nå klimamålene

*Nøkkelteknologier som bidrar til å øke verdiskapingen fra restråstoff er de samme som i scenario 2 og i tillegg avansert bioraffinering. Det vil være reduksjon av enkelte restråstoff (grunnet omlegging av kosthold, bedre utnyttelse av råmaterialer o.l.), men økning i andre restråstoff grunnet rammeverk som krever oppsamling og utsortering. Utnyttelse av restråstoff bidrar betydelig til å nå klimamålene og gir reduksjon i import av fôr og fossile innsatsfaktorer. Noe reduksjon i husdyrproduksjon gir mindre biorest.*

## Finansiell verdiskaping

Gjennom dette scenarioet vil det være mulig å oppnå en finansiell verdi på 3 500 MNOK fra restråstoff. Det vil også kunne produseres høyverdi produkter til farmasøytiske formål.

## Klimabesparelse - ytterligere pyrolyseproduksjon gir betydelige besparelser

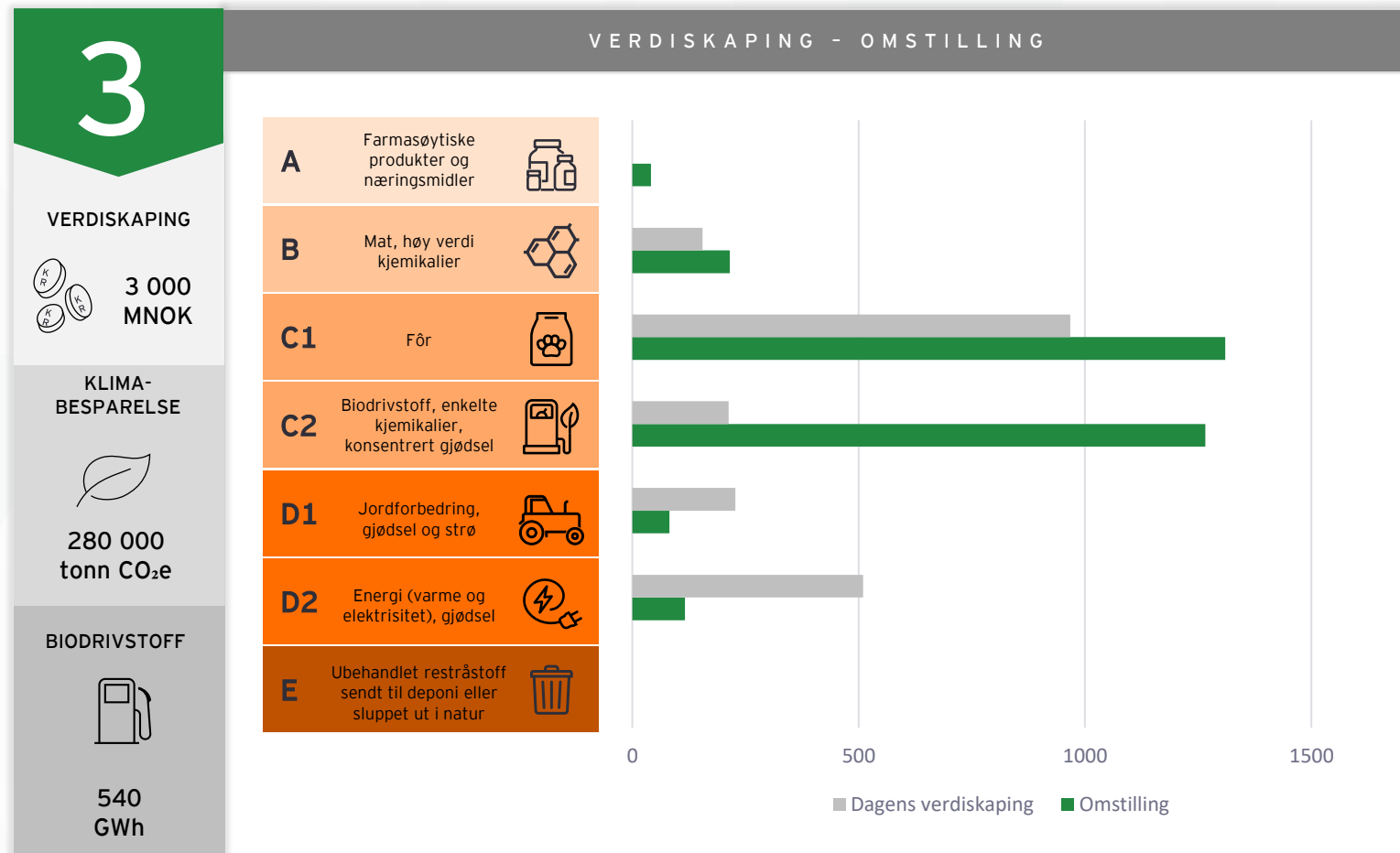
Innenfor dette scenarioet vil bruken av restråstoff gi et stort bidrag til at Trøndelag når sine klimamål. Det er mulig å oppnå en utslippsbesparelse på 280 000 tonn CO<sub>2</sub>e årlig. Dette ved å kanalisere restråstoff til annen bruk enn forbrenning og karbonfangst fra biogass. Utslippsbesparelser fra CCS på biogass er likt forrige scenario, mens en stor økning i pyrolyseproduksjon som kan bidra med en besparelse på 50 000 tonn CO<sub>2</sub>e årlig gjennom pyrolyse-olje og over 110 000 tonn CO<sub>2</sub>e årlig fra biokull.

## Lokal fôrproduksjon - økning grunnet satsing på insektproduksjon

Mye av restråstoffene benyttes fremdeles til fôrproduksjon. Det estimeres en mulig produksjon av 124 000 tonn fôr gjennom bruk av restråstoff. Restråstoff blir benyttet til å produsere insekter som blir en viktig ingrediens i høykvalitetsfôr.

## Energiproduksjon - mer biogassproduksjon i tillegg til storskala pyrolyseanlegg

I dette scenarioet vil det være en økning i bruk av restråstoff til biogassproduksjon. Dette vil resultere i en produksjon av 330 GWh fra biogass. Overgang til varmepumper vil også frigjøre bark til bruk i pyrolyse sammen med at GROT samles opp for å produsere en betydelig mengde bioolje (210 GWh) til bruk som biodrivstoff eller som fornybart råstoff.







# 4 Suksesskriterier og anbefalinger for veien videre

I dette kapittelet oppsummeres tiltakene som prosjektet identifiserer som nødvendige for å realisere økt verdiskaping av restråstoff. Med et stadig voksende fokus på bærekraft og bioøkonomi, presser utfordringer knyttet til restråstoffutnyttelse oss til å ta i bruk innovative tilnærminger og strategier.



# Veien videre for å realisere restråstoffets potensial

Trøndelag har et strategisk mål om å være en ledende region innenfor bioøkonomisk utvikling innen 2025, og dette er et prioritert satsingsområde i deres verdiskapingsstrategi. Gjennom målrettet innsats og godt samarbeid med lokalt næringsliv, kan målet realiseres. For at Trøndelag fylkeskommune skal lykkes med bioøkonomistrategien og oppnå en verdiøkning av restråstoffene, vil det være avgjørende at med tiltak både hos fylkeskommunen og i lokalt næringsliv.

Utvikling og omstilling i samfunnet kan påvirke utnyttelse av restråstoff

Det er identifisert fem suksesskriterier som kan hjelpe Trøndelag på veien. For å identifisere suksesskriteriene er det blant annet blitt sett på de ulike barrierene som hindrer økt verdiskaping fra restråstoffene, samt løsninger som kan bidra til å redusere miljøpåvirkning og øke samfunnsmessig og økonomisk verdiskaping. De fem suksesskriteriene er oppsummert i tabellen under.

Suksesskriterier	Beskrivelse
 <b>1. Bedre utsortering</b>	Bedre utsortering gir renere strømmer, forenkler videre prosessering og kan eliminere regulatoriske barrierer. Dette kan gi nye lønnsomme verdikjeder.
 <b>2. Markedsstimulering</b>	Finansiering og markedsstimulering spiller en nøkkelrolle i å fremme bruk av restråstoff. Offentlig innsats for å stimulere markedsutviklingen i regionen kan også øke tilgangen av privat kapital.
 <b>3. Lav-karbon infrastruktur</b>	Elektrifisering og utnyttelse av spillvarme kan redusere mengden restråstoff som i dag forbrennes. Disse volumene kan da foredles til produkter.
 <b>4. Standardisering av dokumentasjon og rapportering</b>	Bedre dokumentasjon av mengder, kvalitet og egenskaper vil gjøre det lettere for potensielle kjøpere av restråstoff å ta presise investeringsbeslutninger. En digital plattform kan stimulere til bedre informasjonsflyt, logistikk-løsninger, enklere samhandling og omsetning av restråstoff.
 <b>5. Etablere biohuber</b>	Biohuber gir muligheter for å utforme integrerte verdikjeder med felles infrastruktur. Å samle komplementære aktører gjør det mulig å tilpasse produksjonen basert på andres sidestrømmer og energibehov. Biohuber er attraktive for FoU-aktivitet og investeringer.

## Trøndelag fylkeskommune kan bidra gjennom å:

- ▶ Bidra til å etablere infrastruktur som tilrettelegger for oppsamling, lagring, utsortering og bruk av restråstoff mellom aktører og på tvers av sektorer
- ▶ Etablere eller fremme finansieringsfond og legge til rette for velfungerende finansieringsmekanismer
- ▶ Aktivt engasjere seg med nasjonale myndigheter og relevante aktører for å fremme tilrettelegging for mer fornybar og lavkarbonenergi
- ▶ Etablere en velfungerende plattform for dokumentering av kvalitet og kvantitet av restråstoff som genereres i Trøndelag samt potensielle forbrukere
- ▶ Være en pådriver mot nasjonale myndigheter for å få etablert insentiver og relevante regelverk
- ▶ Være en pådriver for samarbeid, teknologiutvikling og ressursutnyttelse gjennom biohuber

## Samtidig er fylkeskommunen avhengig av at:

- ▶ Aktører innenfor blå og grønn næring styrker sin satsing på en sirkulær økonomi og at restråstoff er en verdifull ressurs
- ▶ Klyngene og næringsnettverkene fortsetter det gode samarbeidet for å ta i bruk og øke verdiskapingen fra restråstoff
- ▶ Forskningsinstitusjoner kobles på definerte problemstillinger hos næringsaktørene og i biohuber

# Bedre utsortering kan gi muligheter for å øke verdiskapingen fra restråstoffene i Trøndelag

## Rene fraksjoner er nøkkelen til å maksimere verdiskaping og redusere avfallsproblemer

For å kunne produsere høyverdige produkter kreves det høy presisjon og renhetsgrad på innsatsfaktorene, spesielt når det kommer til å benytte restråstoff til å produsere farmasøytiske produkter. Avanserte teknologier, som sensorbasert sortering, kan bidra til å gjøre prosessen mer effektiv. Utslippskrav, håndteringskrav og markedsstimulering er viktige elementer i oppnå flere rene fraksjoner. I dag blandes flere fraksjoner fordi det hverken er påkrevd eller lønnsomt å sortere.

### FORDELER MED BEDRE UTSORTERING

Gjennom bedre utsortering kan vi få renere produkter som kan maksimere utnyttelsen av restråstoffene



Renere restråstoffer som kan gi produkter av høyere verdi



Færre restråstoffer går til forbrenning



Restråstoffer kan gå til å produsere farmasøytiske produkter

### BARRIEREBRYTENDE

Renere restråstoffkilder kan bidra til å bryte barrierer som:



#### Kvalitet og renhet

Essensielt for maksimalt verdiskaping og produksjon av høyverdiprodukter



#### Forsyningsikkerhet og lave priser

Tilgjengeliggjør mer restråstoff til differensiert bruk



#### Lovgivning og regulering

Renere fraksjoner reduserer risiko for uønsket innhold

## ✓ Suksesskriterium: Bedre utsortering

Investering i renovasjonsanlegg med systemer som muliggjør økt utsorteringsgrad på avfall. Her kan fylkeskommunen se til andre renovasjonsanlegg etablert andre steder i landet, som [ROAF](#), [BIR](#) og [IVAR](#), for løsninger som kan fungere for kommunene i Trøndelag.

Det er nødvendig med bedre systemer for å samle, sortere, lagre og behandle restråstoff. I Trondheim kommune er det fra 2023 etablert en renovasjonsordning for husholdninger, med utsortering av matavfall. Dette skal hovedsakelig gå til biogassproduksjon og biorest til jordforbedrende produkter ved Ecopro i Verdal.

I akvakultur- og fiskerisektoren blir betydelige mengder restråstoff ensilert for å forhindre forråtnelse og for å møte strenge standarder for matvaresikkerhet. Når man blander ulike typer restråstoff, som rygg og buklist med slo under ensilering, oppstår det et heterogent substrat som kan ha begrensede anvendelsesområder eller kreve omfattende prosessering for å omdannes til produkter med høy verdi. Ved å holde disse restråstoffene adskilt, kan ny teknologi potensielt ekstrahere verdifulle komponenter som peptider og lipider fra rygg og buklist for produksjon av farmasøytiske produkter [1]. Selv om denne teknologien fortsatt er i en tidlig fase, representerer den et mulighetsrom som kan være verdifullt å utforske for fremtidig verdiskaping.

Bruk av kunstig intelligens (KI) kan ha flere anvendelsesområder for utsortering av restråstoff. KI gir muligheter for å forbedre effektiviteten og kvaliteten på sortering av restråstoff, både i form av bildeanalyse, analyse av sensordata, produksjonsplanlegging og lignende.

# Markedsstimulering – etablering av markeder for produkter som lages av restråstoff er avgjørende for at potensialet skal oppnås

Det offentlige spiller en avgjørende rolle i å utvikle nye markeder

Fremtidens bioøkonomi vil kreve høy innovasjonsaktivitet, nye forretningsmodeller, ny teknologi og nye aktører. Det kan være krevende å entre etablert markeder, eller skape nye. Etablerte aktører har gjerne skalert sin produksjon, med tilhørende lavere produksjonskostnad. Samtidig belønnes ikke produkter med lavt fotavtrykk økonomisk. En helhetlig tilnærming som kombinerer avgifter, subsidier, innovasjonsstimulering og bruk av offentlig innkjøpsmakt er avgjørende for å stimulere markedene.

## MARKEDSSTIMULERING

Markedsstimulering kan gi en rekke fordeler som kan bidra til å øke verdiskapingen fra restråstoffene



Gi dyre produkter en mulighet å konkurrere inn i markeder i etableringsfasen



Helhetlig tilnærming som kombinerer avgifter, subsidier og innovasjonsstimulering



Merkeordninger som synliggjør miljømessige fordeler ved utnyttelse av RR

## BARRIEREBRYTENDE

Et mer sikkert marked kan bidra til å bryte ned flere barrierer



**Etableringskostnader (Capex)**  
Lettere å få finansiering om marked for produktet er trygt



**Ambisjon og samarbeidsvilje**  
Nye salgsmuligheter kan gi flere grunner til å jobbe sammen



**Forsyningssikkerhet og lave priser**  
Mer markedssikkerhet kan bidra til langsiktige avtaler

## ✓ Suksesskriterium: Markedsstimulering

Produkter basert på restråstoff har ofte lavere miljømessig fotavtrykk enn sine konkurrenter basert på jomfruelig og fossilt råstoff, eksempelvis gjødsel- og førråvarer. Disse egenskapene må synliggjøres gjennom sporbarhet og dokumentasjon, og egne merkeordninger bør vurderes. I tillegg må konkurransesituasjonen for restråstoff styrkes. Tidsavgrenset produksjonsstøtte, differansekontrakter og/eller prisnedskrivning må vurderes sammen med avgifter på mindre bærekraftige alternativer for å støtte aktørene i verdikjeden i oppskaleringen til masseproduksjon. For enkelte produkttyper kan innblandingskrav være et egnet virkemiddel.

Krav og vektning i offentlige innkjøp vil også spille en viktig rolle for å stimulere markedet. Trøndelag fylkeskommune kan bruke offentlige innkjøpskrav til å stimulere etterspørselen etter mer miljøvennlige transportløsninger basert på biogass. Et annet eksempel er emballasje fra biobaserte materialer. Utslippsfrie byggeplasser er et eksempel på at en lokal myndighet (Oslo kommune) har stilt krav som har skapt et nytt marked og stimulert utvikling av nye teknologier som større elektriske gravemaskiner [1]. Trøndelag fylkeskommune kjøpte varer og tjenester for ca. 4,2 milliarder NOK i 2021 [2], og har markedsrett gjennom innkjøpskrav- og praksis.



# Infrastruktur kan øke verdiskaping fra dagens utnyttelse av restråstoff og samtidig frigjøre ressurser til nye bruksområder

## Økt tilgang til fornybar energi og CCS-infrastruktur kan øke verdiskaping fra restråstoff

Oppgradering av infrastruktur på viktige punkter (som biohuber) åpner for nye muligheter som kan heve bruken av restråstoff opp i verdihierarkiet. For eksempel kan tilgang til store mengder fornybar elektrisitet, muliggjort av økt nettkapasitet og produksjon, muliggjøre substitusjon av forbrenning av restråstoff med alternative varmesystemer som varmepumper. Restråstoffet kan da brukes som input til andre prosesser, som produksjon av biodrivstoff eller som innsatsfaktor i nye materialer. Tilsvarende kan tilgang til et felles CO<sub>2</sub>-transportnettverk muliggjøre karbonfangst og generere ekstra inntekter fra biogasproduksjon gjennom salg av karbonkreditter.

### LAVKARBONINFRASTRUKTUR

Ny infrastruktur gir flere fordeler og frigjør restråstoff til andre formål



Frigjøre restråstoff for andre bruksområder



Eksisterende nøkkelinfrastruktur som tilrettelegger for samhandling



Reduserer kostnader og øker lønnsomhet

### BARRIEREBRYTENDE

Forbedret forsyningssikkerhet i Trøndelag kan bryte ned en rekke barrierer



#### Etableringskostnad

Skape et økosystem av flere aktører for testing og innovasjon



#### Forsyningssikkerhet og lave priser

Tilgang til rimelig fornybar energi med effektiv tilnærming og prosess



#### Tilgang til teknologi og infrastruktur

Muliggjør pilotering med nødvendige testfasiliteter

## ✓ Suksesskriterium: Frigjøre ressurser med fornybar energi

Tilstrekkelig tilgang på energi er avgjørende for å oppnå økt verdiskaping, og dermed frigjøre restråstoff fra lavverdi-bruk som forbrenning. Energisparing, som å bedre utnytte spillvarme, og ny fornybar energiproduksjon vil være helt avhengig for å møte industriens behov [1]. Nye effektive varmepumpesystemer kan også på sikt erstatte brenning av restråstoff, slik at det kan brukes i aktiviteter med høyere verdi eller eksport.

## ✓ Suksesskriterium: Infrastruktur som muliggjør pilotering

Pilotering trengs for uttesting av teknologi før skalering og kommersialisering. For å oppnå karbonfangst og lagring fra biogass vil det kreves testing for å avklare om prosessene vil fungere i praksis. Uten eksisterende infrastruktur vil pilotering bli kostbart, selv med offentlige støtte. Å støtte utbygging av en felles infrastruktur som også kan brukes av eksisterende industrier kan muliggjøre pilotering samt redusere felles kostnader om andre industriaktører vil ta det i bruk, som for eksempel på Elkem Thamshavn. SINTEF er ledende forskningsmiljø innenfor dette området, og kan støtte utvikling av en slik infrastruktur [2].

# Bioøkonomien kan forsterkes gjennom standardisert dokumentasjon og digital infrastruktur

## Det er flere utfordringer knyttet til varierende datakvalitet

Dokumentasjon og datakvalitet er en begrensning i dagens marked, spesielt når det gjelder informasjon om mengde, kvalitet og bruksområder for restråstoffene. For å bedre informasjonen og muliggjøre økning i verdiskaping, bør økt dokumentasjon prioriteres som et viktig tiltak. Ved å forbedre dokumentasjonen innhold og egenskaper legges grunnlaget for mer effektiv bruk.

### STANDARDISERING AV DOKUMENTASJON OG RAPPORTERING

Tilgjengelig data er en av nøklene for en biosirkulær utvikling



Mer tilgjengelig statistikk om restråstoff i Trøndelag kan optimalisere hvordan restråstoffene brukes



Datadreven innovasjon er et sentralt element i biosirkulær utvikling



Digitalisering muliggjør sporbarhet av restråstoffet gjennom verdikjeden for beregning av miljøpåvirkning og substitusjonseffekter



Dokumentasjon som gir pålitelig informasjon om tilgjengeligheten og prisen på restråstoff reduserer usikkerhet og kan dermed øke investeringsviljen

### BARRIEREBRYTENDE

Standardisert dokumentasjon kan redusere barrierer



**Kompetanse og kunnskap**  
Omfattende standard som inneholder informasjon om bruk og metode



**Ambisjon og samarbeidsvilje**  
Restråstoffenes potensial blir tydeligere presentert



**Kvalitet og renhet**  
Gir oversikt over innhold



**Lovgivning og regulering**  
Økt kunnskap om innhold kan påvirke dagens reguleringer i positiv retning

## ✓ Suksesskriterium: Digital infrastruktur

I kunnskapsgrunnlaget for nasjonal strategi innen sirkulær økonomi fremheves betydningen av markedsinfrastruktur som et nødvendig steg for å oppmuntre virksomheter til å optimalisere produksjonsprosesser for å redusere både ressursforbruk og avfall. En viktig konklusjon i analysen er at manglende digital infrastruktur utgjør en betydelig hindring for virksomheter som ønsker å bevege seg mot ressurseffektiv produksjon [1].

Forbedrede systemer for innsamling, lagring og deling av data spiller en avgjørende rolle i fremtidens bioøkonomi [2]. Et viktig steg i denne retningen er etableringen av felles datastandarder for alle involverte næringer. Samarbeidet mellom jordbrukets dataflyt og OPS Sjømat representerer en god start [3].

## ✓ Suksesskriterium: Dokumentasjon

Forbedret dokumentasjon av restråstoffenes opprinnelse og kvaliteter spiller en avgjørende rolle i etablering av solide kunnskapsgrunnlag. Dette gjør det mulig for næringene å delta aktivt i en stadig voksende restråstofføkonomi [4]. Å finne nye kilder for ressursinnhenting er en utfordrende oppgave, og prosessen er preget av risikostyring gjennom lange ledetider, test-leveranser, samt dobbeltarbeid knyttet til dokumentasjon og materialanalyse.

For nye aktører, mangler det egnede verktøy for kartlegging av ressursgrunnlag og produksjonspotensial. Allerede i 2015 ga EU-kommisjonen instruksjoner til de europeiske standardiseringsorganisasjonene CEN-CENELEC og ETSI om å utvikle standarder som bidrar til å muliggjøre overgangen til en sirkulær økonomi. EU-taksonomien vil også innføre strengere krav til dokumentasjon og dermed spille en nøkkelrolle i å forme og regulere denne utviklingen.





## 4.1 i. – Biohuber



# Biohuber kan løfte Trøndelag ledende region innen bioøkonomisk utvikling

Biomasse fra ulike sektorer behandles ofte i separate verdikjeder – biohuber kan muliggjøre samarbeid og skape en industriell symbiose

For å oppnå en bioøkonomi hvor man har en optimal utnyttelse av både den primære biomassen og restråstoffer er det behov for å investere i en ny og mer effektiv tilnærming og prosess [1]. Gjennom å integrere strømmer fra ulike verdikjeder som er for små til å håndteres separat, kan en slik tilnærming føre til at vi kan mobilisere og ta i bruk en større andel av de restråstoffene som utgjør mindre volumer [2]. Med å samlokalisere industrien i biohuber kan man dele infrastruktur, energi og andre materialer som kan redusere kostnader for selskaper og øke lønnsomhet. Denne type samhandling vil være en direkte mulighet for å øke ressursutnyttelsen, og dermed øke lønnsomhet, redusere klimagassutslipp og redusere avtrykk for selskapene involvert på kort og på lang sikt.

## FORDELER MED Å ETABLERE BIOHUBER

Det er en rekke fordeler med å etablere og utvikle biohuber i Trøndelag:



Attraktivt for aktører innen bioteknologi, investorer og kunnskapsmiljøer



Skalerbarhetsfordeler som gir økt lønnsomhet og redusert fotavtrykk



Ny innovasjon og utvikling drevet av større satsinger



Økt samarbeid og nedbrytning av siloer mellom sektorer og selskaper

## BIOHUBER KAN VÆRE BARRIEREBRYTENDE

En biohub kan bidra til å bryte ned en rekke av de identifiserte barrierene som er tilknyttet utnyttelse og verdiskaping



### Kompetanse og kunnskap

Naturlig samlingspunkt for kunnskapsmiljøene



### Logistikk

Redusere avstand mellom produsent og forbruker samt dele transportinfrastruktur



### Etableringskostnader (Capex)

Økt tilgang på investeringskapital



### Tilgang til teknologi og infrastruktur

Muliggjøre felles infrastruktur som strøm, fjernvarme og gassrør



### Ambisjon og samarbeidsvilje

Bedre koblinger mellom selskaper og felles ressurser

## EN GOD BIOHUB TRENGER FLERE ELEMENTER

For at en biohub skal ha ønsket effekt trengs det blant annet:



Eksisterende nøkkelbedrifter som er store nok til å tiltrekke andre bedrifter



Felles infrastruktur som tilrettelegger for samhandling og reduserer kostnader for enkelte bedrifter



Dedikerte ressurser med en fellesambisjon som sikrer samarbeid

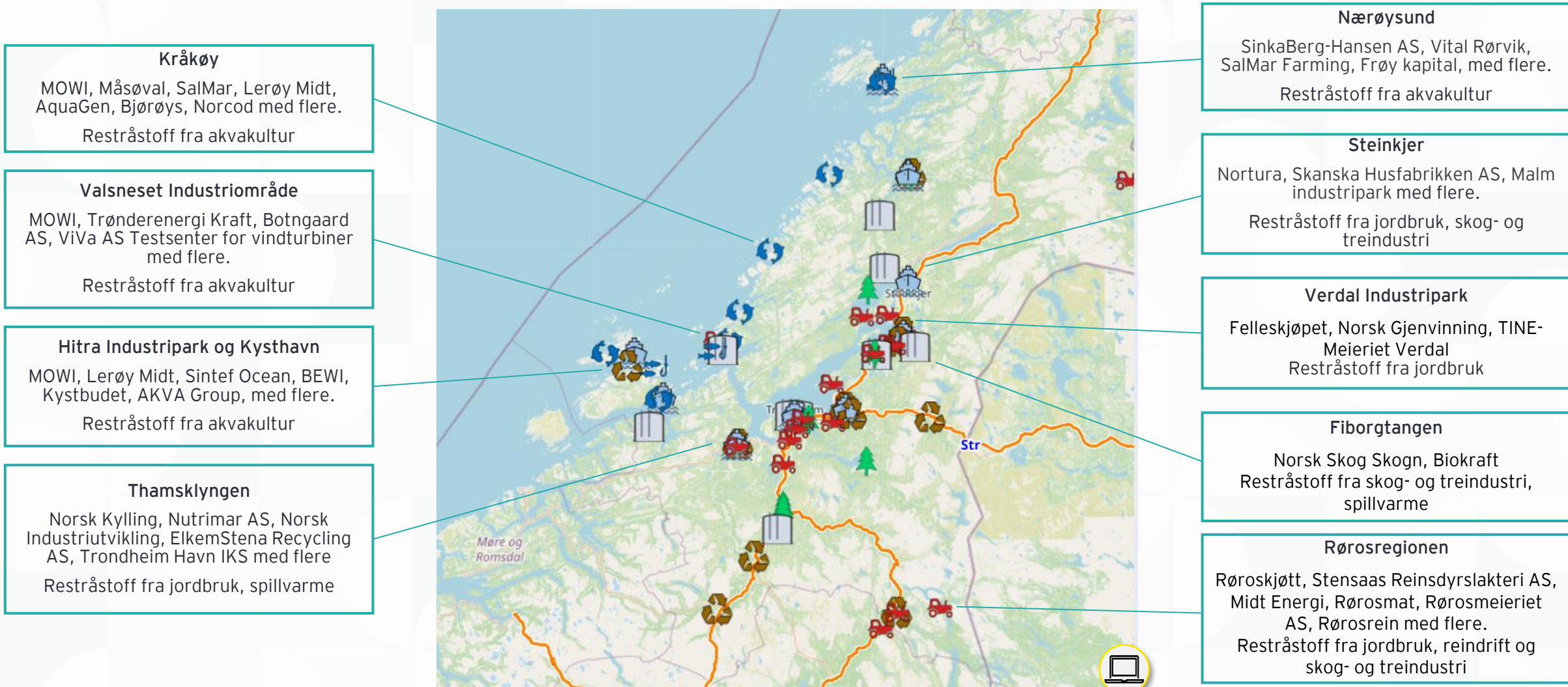


Tilgang til et diversifisert kunnskap- og forskningsmiljø



Et finansmiljø som kan gi muligheter til små og mellomstore bedrifter

# Det finnes flere større næringsmiljøer i Trøndelag som allerede har viktige elementer for å kunne bli fremtidens biohuber, blant annet



# Felles infrastruktur - Deling av ressurser øker energi og materialeffektivitet, som igjen øker verdiskaping - eksempel på visualisering av flyt i en industriell symbiose fra Kalundborg

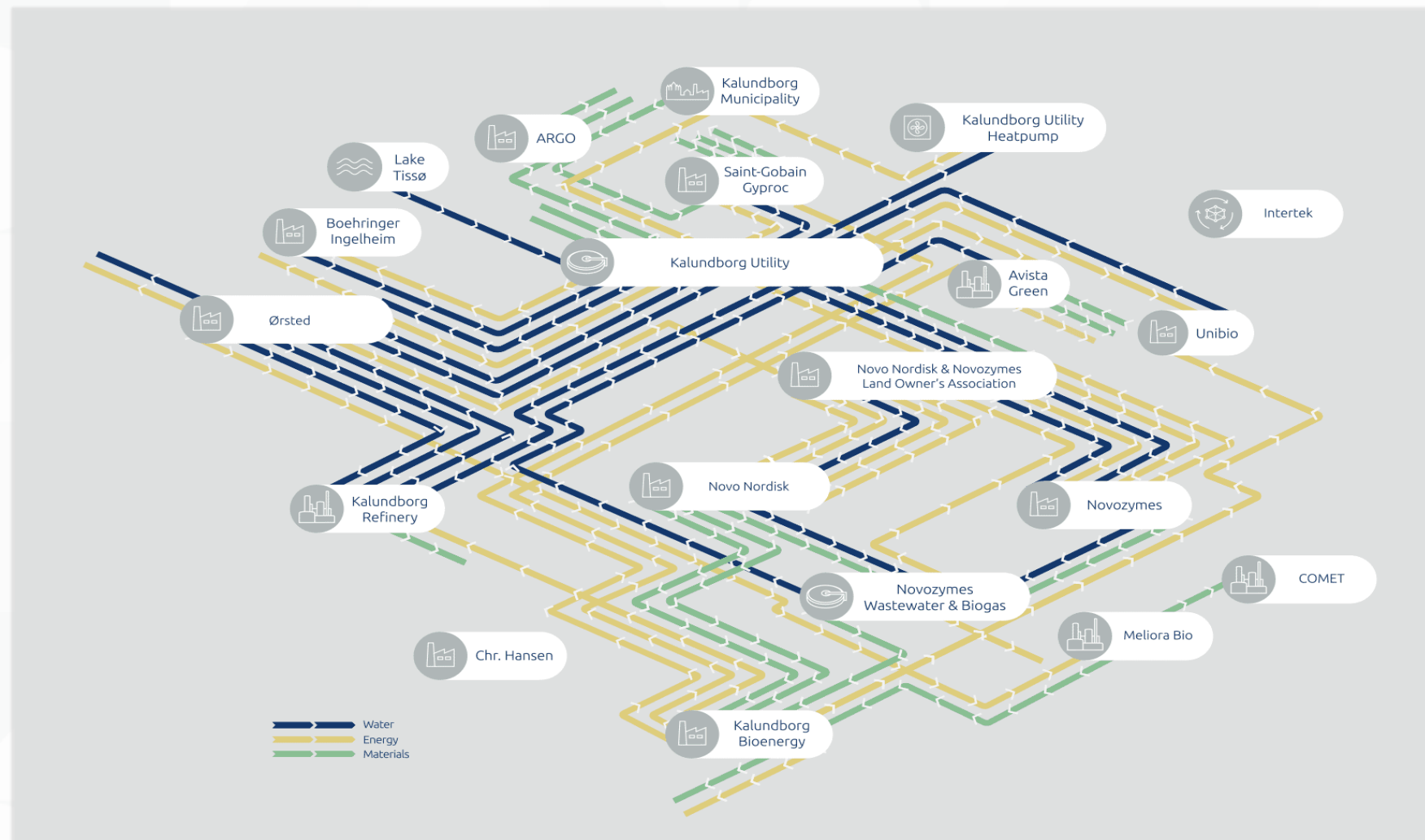
Samlokalisering av industrien gir mulighet for effektiv deling av ressurser som vann, energi og materialer

Tilgang til innsatsfaktorer som strøm, vann, komprimert luft, karbondioksidlagring og lignende er essensielle elementer for mange selskaper.

Eksempelvis kan spillvarme fra et selskaps prosess brukes til oppvarming av et annet selskap, dette kan redusere selskapets varmebehov og øke lønnsomheten og effektivitet for begge selskapene. Dette kan også frigjøre restråstoff som kan brukes til mer verdiskapende produkter enn forbrenning for energi.

Råmaterialer kan også gå gjennom flere prosesser, eksempelvis kan matavfall benyttes som råmateriale i insektfôrproduksjon og det som så er igjen til biogassproduksjon.

Kalundborg Symbiosis er et kjent eksempel på partnerskap mellom offentlige og private selskaper. De ulike aktørene benytter en felles infrastruktur og selger ressurser til hverandre for å øke verdiskaping.

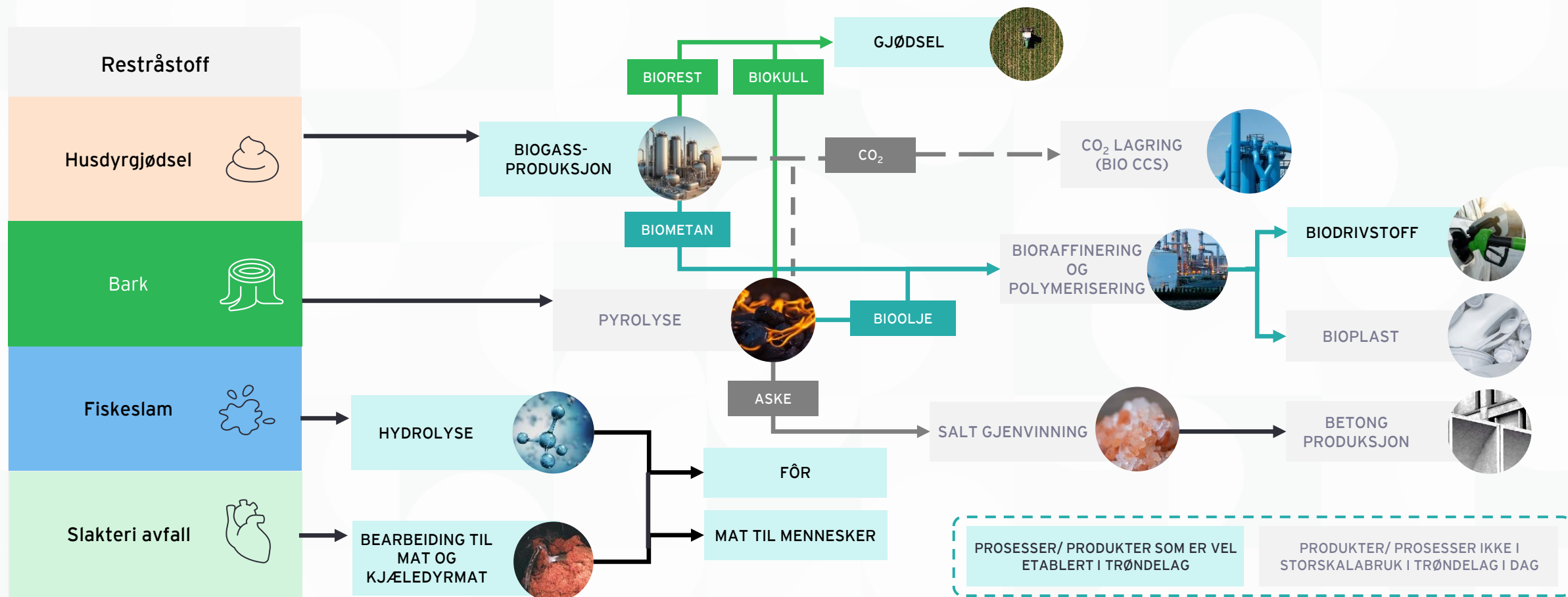


Kilde: [Kalundborg Symbiosis](#)



# Biohuber muliggjør bruk av ny teknologi og deling av infrastruktur for å øke verdiskaping for flere aktører

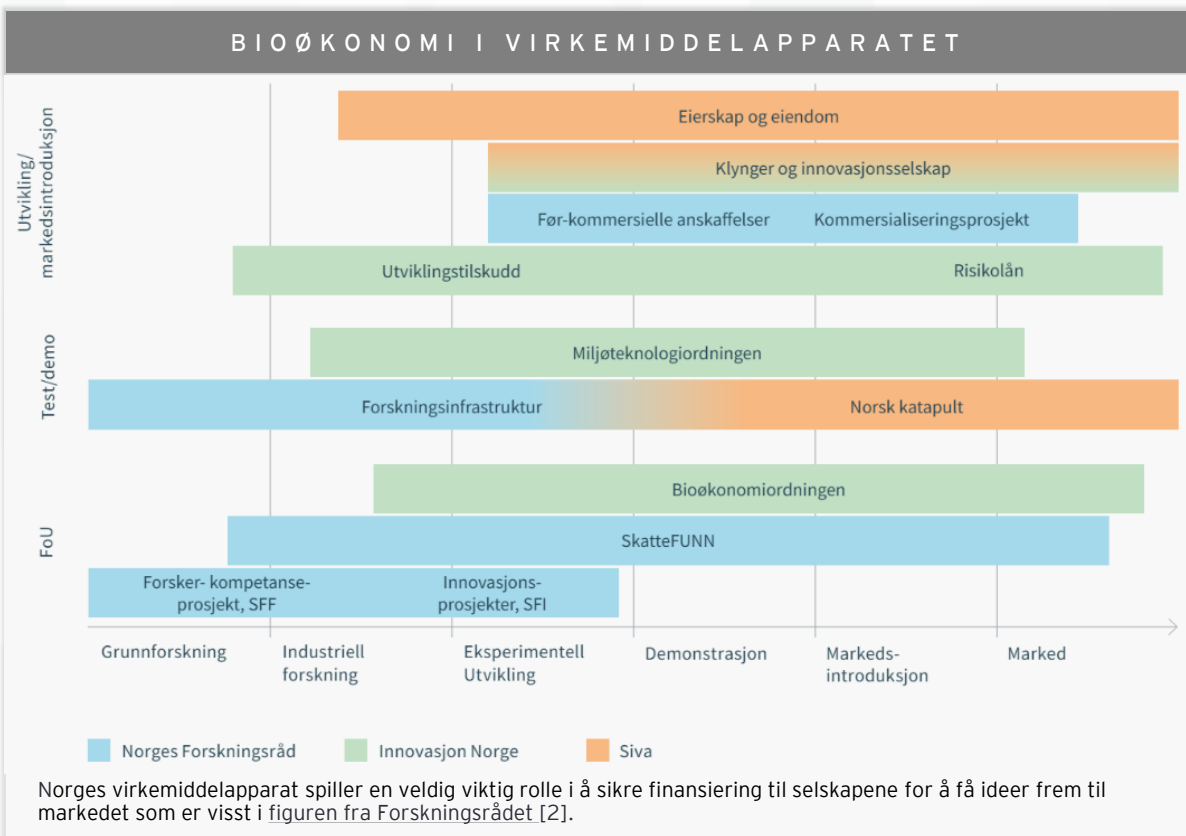
Det meste av restråstoffet som finnes blir utnyttet, men det finnes flere alternative bruksområder som kan skape høyere verdi. Figuren under viser noen alternativer til bruksområder for de største kildene til restråstoff i Trøndelag. Det må presiseres at det er flere mulige bruksområder for restråstoffene, og at dette er en forenklet oversikt over prosessene. Teknologi innen biogassproduksjon, fôr og biomaterialer vil kunne være sentrale brikker i en biohub. Ingen biohub vil i utgangspunktet være helt lik, da den utvikles rundt eksisterende infrastruktur, industri og ressurstilgang i det regionale området.



# Hvordan kan fylkeskommunen og næringslivet stimulere utviklingen av biohuber som verdiskapingsarena?

## Det trengs dedikerte ressurser for å sikre langvarige samarbeid

For at en biohub skal realisere sitt fulle potensiale, er det viktig med en langsiktig strategi for samarbeid, inkludert et engasjert styre og tilstrekkelige ressurser som kan dedikere nødvendig tid til oppfølging og koordinering over tid. GreenLab i Danmark tjener som et godt eksempel på en velkapitalisert hub, hvor et dedikert styre, ledelse og team arbeider i fellesskap for å utvikle innovative løsninger [1].



## Trøndelag har et ledende forskningsmiljø som samarbeider tett med industrien

Forskningsmiljøet i Trøndelag spiller en nøkkelrolle i utviklingen av nye virksomheter og produkter. Med tilgang til toppmoderne fasiliteter og høyt kvalifiserte forskere, finnes det alene i Trondheim 14 laboratorier som fremmer kontinuerlig innovasjon, ifølge en rapport fra SINTEF i 2020 [3]. Regionen har også flere private laboratorier og forskningsfasiliteter. Dette forskningsmiljøet, som er ledende på verdensbasis, har en lang tradisjon for å utvikle produkter fra biprodukter av forskningsprosjekter, noe som gjør det spesielt godt egnet til å videreutvikle produkter fra restråstoff.

Det foregår også flere prosjekter med mål om å finne nye metoder for å maksimere verdiskapingen fra restråstoff. SFI-IB (Senter for forskningsdrevet innovasjon - Industriell bioteknologi) er et forskningssenter som kombinerer innsatsen fra forskningsinstitusjoner og industripartnere [4]. Flere av prosjektene er direkte relatert til mulighetene beskrevet i rapporten, inkludert prosjekt 2 som fokuserer på høyverdiprodukter fra tang og tare, og prosjekt 5 som utforsker produkter fra ulike gasser. Å koble resultater fra disse forskningsprosjektene med relevante aktører i bransjen har potensial til å fremskynde produktutviklingen og forkorte tiden det tar å gå fra laboratorium til marked.

## Finansiering

Overgangen fra idé til markedsklart produkt kan være både kostbar og tidkrevende. Det er behov for variert støtte gjennom prosjektets ulike faser. Offentlig finansiering spiller en viktig rolle, men det er også essensielt med privat kapital som er villig til å investere i lovende muligheter. En biohub fungerer som et naturlig knutepunkt for investorer og kan bistå entreprenører med å sikre den nødvendige kapitalen for å lykkes. Det er også avgjørende å involvere lokale finansinstitusjoner for å støtte initiativer som reduserer avfall og øker utnyttelsen av restråstoff. Når det gjelder infrastruktur generelt, og biohuber spesielt, kan Siva-systemet spille en sentral rolle i eierskap og drift av bygninger og infrastruktur [6].

# Hvordan kan fylkeskommunen og næringslivet stimulere utviklingen av biohuber som verdiskapingsarena?

## HVA KAN FYLKESKOMMUNEN GJØRE?

### Lokal og regional utvikling

Fylkeskommunen kan nytte restråstoffene til å fremme lokal og regional utvikling. Dette bidrar til økt lokal verdiskaping og flere arbeidsplasser gjennom videreforedling og innovasjon.

### Industriell symbiose og ressursutnyttelse

En manual for industrielle symbioser og lokal ressursutnyttelse kan utarbeides for optimalisering av materielle og menneskelige ressurser. Dette viktige verktøyet vil gi nødvendig informasjon om behov for infrastruktur, anvendelig teknologi og fleksibilitet. Manualen kan bygge videre på de prinsippene og tiltakene som allerede er initiert gjennom Grønt industriløft Trøndelag [1], som igjen bygger på det nasjonale prosjektet [2].

### Rådgivning og støtte for industrielle symbioser

I tillegg til en innførende manual er det behov for inngående faglig kunnskap, samarbeid og støtte fra fylkeskommunen, Innovasjon Norge og andre relevante regionale aktører. For å sikre en solid faglig og praktisk forankring kan det etableres en tverrfaglig arbeidsgruppe med eksperter innen ressurseffektivitet, teknologi og utvikling. Gruppen vil spille en nøkkelrolle i å identifisere potensialet for industrielle symbioser i regionen, og bistå med råd i utviklingen av fremtidens industriklynger i Trøndelag. Denne støtten vil kunne tilbys alle regioner og industriområder i Trøndelag, gjennom kurs og programmer som hjelper lokale myndigheter med planlegging og næringsutvikling.

### Sirkulært infrastrukturfond

For å faktisk finansiere utviklingen av prosjektene og ideene nevnt over, vil det være behov for privat kapital. Selv om offentlig støtte vil være med til å realisere og skape prosjekter med potensial, og få ting til å skje raskere, er det også viktig å sikre at Trøndelag faktisk utvikler fremtidens industri på egne ressurser. Fylkeskommunen kan ta initiativet mot regionale aktører som banker, energiselskaper og Innovasjon Norge, med formål om å opprette et fond for å støtte lokal og regional infrastruktur. Fondet skal finansiere infrastruktur og teknologi som kan bidra til å øke utnyttelsen av restråstoffene.

## HVA KAN PRIVAT NÆRINGS LIV GJØRE?

### Ressursforståelse og kartlegging

Det lokale næringslivet spiller en nøkkelrolle i optimal utnyttelse av restråstoff. Det første skrittet er å forstå sine egne ressursstrømmer og de tilgjengelige ressursene hos naboene. Videre handler det om å kartlegge eksisterende lokal infrastruktur og de teknologiene og prosessene som er tilgjengelige i regionen.

### Samarbeidsinitiativer og bistand

Det neste steget er å etablere en dialog med relevante aktører. Dette kan innebære initiativ til samarbeid med andre lokale bedrifter, offentlige institusjoner og interessentorganisasjoner. Her kan fylkeskommunen gi verdifull veiledning og støtte i forbindelse med utvikling av samarbeidsprosjekter og nettverk.

### Analytisk planlegging og målsetting

Bedrifter bør gjennomføre detaljerte analyser for å vurdere hvordan de kan øke bruken av restråstoff. Dette innebærer å undersøke lønnsomheten og klimagevinsten ved ulike tiltak. På grunnlag av slike analyser kan det utarbeides realistiske prosjekter og søkes om økonomisk støtte fra relevante ordninger.

### Implementering og optimalisering

Når nødvendig finansiering er sikret, kan planene settes ut i livet. Dette vil ofte innebære byggeaktiviteter og installasjon av nytt utstyr. Etter at nye systemer for utnyttelse av restråstoff er på plass, bør bedriftene kontinuerlig overvåke og videreutvikle disse for å sikre optimal ressursbruk og økonomisk avkastning.





## 4.2 - Anbefalinger for næringslivet og politikerne





# Rapportens anbefalinger til myndigheter og næringslivet for å realisere potensialet i restråstoff



## MYNDIGHETER

- ▶ **For å realisere omstillingsscenarioet må Trøndelag fylkeskommune være en pådriver for samarbeid, teknologiutvikling og ressursutnyttelse.** Trøndelag fylkeskommune kan spille en avgjørende rolle i å øke utnyttelsen av restråstoff i regionen gjennom å påvirke nasjonale myndigheter for å fremme målrettet politikk, regulatoriske krav og støtte.
- ▶ **Sikre at finansieringsmekanismer er lett tilgjengelig.** Dette gir lavere kapitalkostnader og øker incentivet for investeringer. Et eksempel kan være å etablere eller fremme et infrastrukturfond dedikert til prosjekter som involverer restråstoff.
- ▶ **Bruke innkjøpsmakten** for å skape et marked for lavkarbonprodukter basert på restråstoff, slik som biokull, biobaserte polymerer og andre fossilfrie materialer.
- ▶ **Aktivt påvirke nasjonale myndigheter** til å revidere regelverk som begrenser innovativ bruk av restråstoff, for eksempel i insektproduksjon.
- ▶ **Oppmuntre til og støtte selskaper i rapportering** om ressursbruk og sirkulær økonomi, i tråd med EU ESRS E5. Dette vil danne et solid datagrunnlag, som muliggjør kontinuerlige oppdateringer av kartleggingsverktøyet som er laget sammen med denne rapporten.
- ▶ **Offentlige samarbeidsorganisasjoner og etablering av biohuber.** De ulike aktørene innenfor blå og grønne næringer bygger videre på samarbeid med privat næringsliv. Økt nettverkssamarbeid spiller en sentral rolle i å øke utnyttelsen av restråstoff i Trøndelag.
- ▶ **Trøndelag fylkeskommune behøver en oppdatert regional klimastrategi med planer for hvordan regionen kan etablere negativ utslippsteknologi, som tar i bruk restråstoff.** Strategien må integreres og være i overensstemmelse med kommunale mål, slik som Trondheims planer for karbonfangst- og lagring ved forbrenningsanlegget på Heimdal [1].



## NÆRINGSLIVET

- ▶ **For å realisere omstillingsscenarioet må aktørene innenfor blå og grønne næringer utvikle sin satsing på sirkularitet og restråstoff.** Restråstoff må tilgjengeliggjøres for andre aktører, og prioritering av restråstoff fremfor nye ressurser som innsatsfaktor bør være en standard praksis for potensielle kjøpere.
- ▶ **Styrke klyngenettverkets rolle:** Trøndelag har et unikt klyngenettverk og spiller en viktig rolle i å tilrettelegge for økt samarbeid og løse opp i restråstoff-flokene. Det er viktig at klyngene også utvikler sin rolle som FoU-fasilitator og koordinerer søknader om finansiering av prosjekter og teknologi.
- ▶ **Forskningsinstitusjoner må kobles på problemstillinger hos næringsaktørene.** Det er et bredt spekter av problemstillinger som må løses for å oppnå en vellykket omstilling.
- ▶ **Forbedre rapportering:** Aktørene bør rapportere om deres nåværende status og fremgang, i tråd med EU ESRS E5, for å forbedre sitt datagrunnlag knyttet til restråstoff og identifisere nye muligheter.
- ▶ **Aktørene bør sette ambisiøse mål,** som for eksempel Science Based Targets, som krever en gjennomgang av forretningsmodeller og ressursbruk. Utnyttelse av restråstoff må bli en integrert del av selskapenes bærekraftstrategi, og ledelsen bør få opplæring i denne tilnærmingen.
- ▶ **Investorer og virkemiddelapparatet:** Kapitalinvesteringer er avgjørende for å øke ressursutnyttelsen. Sirkulære verdikjeder og forretningsmodeller krever ofte utvikling av flere ledd parallelt. Risikostrukturen kan være annerledes sammenlignet med tradisjonelle forretningscaser, noe som kan kreve tilpasset risikovurdering og avlastning.

# Anbefalte prioriteringer som kan bidra til at Trøndelag fylkeskommune lykkes med sin bioøkonomistrategi

Med et verdensledende forskningsmiljø, en blomstrende bioøkonomi og et proaktivt næringsliv er det stort potensiale for fortsatt vekst i verdiskaping fra restråstoff i Trøndelag

Men, uten gode insentiver er det liten sjans for at verdiskapingen vil øke og at klimabesparelser vil realiseres—mye grunnet de forskjellige barrierene som er identifisert.

TRFK kan redusere disse barrierene ved å være et møtested der ulike aktører kan dele kunnskap og ideer, samt ved å etablere den nødvendige infrastrukturen. Å sikre en klar langsiktig overgang til en sirkulær økonomi og netto nullutslipp er essensielt for å gi bedrifter den nødvendige tryggheten for potensielt risikofylte investeringer.

Selv om rapporten fokuserer på bioøkonomien, er det viktig at den bredere industrien også blir vurdert. Store energiforbrukere og -produsenter er essensielle når man vurderer måter å øke tilgjengeligheten av RR. Plasseringen av biohuber bør også vurderes med hensyn på disse aktørene for å sikre effektive investeringer i felles infrastruktur, og slik at produkter kan utvikles sammen med potensielle brukere.

Trøndelags strategi for å øke verdiskaping burde ta utgangspunkt i Norges bioøkonomistrategi

For å strukturere tiltakene og sikre effektiv implementering av suksesskriteriene bygger tidsprioriteringen på lærdom fra BioDigSirk sitt veikart [1]. Ved å følge BioDigSirk-veikartets faser, samsvarer de forslåtte tiltakene med nasjonal strategi for en grønn sirkulær økonomi. For å lykkes med å øke verdiskaping fra restråstoff bør det legges en stegvis plan med konkrete resultatmål i hvert steg. Det første steget er en grundig kartlegging av det tilgjengelige restråstoffet som vil gi en god oversikt over potensialet for økt verdiskaping, slik Trøndelag fylkeskommune nå har gjennomført. Videre vil det være hensiktsmessig å opprette et Biohub-program som jobber med aktuelle lokasjoner og relevante aktører som kan inngå i effektive industrisymbioser og videreutvikling av infrastruktur, og som bygger på Grønt industriløft Trøndelag [2].

Å etablere pilotprosjekter og tidlige kommersielle oppskaleringer vil være avgjørende for å redusere mange barrierer. Et første skritt kunne for eksempel være å arrangere en utlysning om finansiering knyttet til etablering av biohuber. Dette kan oppmuntre til innovativ tenkning og identifisere de mest kostnadseffektive løsningene for å realisere ytterligere verdiskaping.

## Mobilisering og kunnskapsgrunnlag

*Trøndelag fylkeskommune har løftet temaet blant klynger og næringsaktører og har fått kartlagt mengder og typer restråstoff, hvordan det anvendes i dag samt potensial for verdiskaping*

Fase 1

DETTE PROSJEKTET

## Biohub og teknologisk pilotering (industrisymbioser)

*Bidra med midler til utvikling av biohuber og pilotering av lovende teknologier, f.eks. storskala insekt-produksjon og karbonfangst fra biogass. Ytterligere stimulering av tverrsektorielt samarbeid og FoU*

Fase 2

## Storskala produksjonsløsninger

*Videreutvikle infrastruktur for å muliggjøre skalering av pilotprosjekter og frigjøre restråstoff for å oppnå økt verdiskaping fra restråstoffene*

Fase 3

Samlet sett skal anbefalingene og veikartet bidra til at visjonen til Trøndelag for 2025 og fremover oppnås





Vedlegg





# Begrepsforklaring og forkortelser

Ord	Forkortelse	Beskrivelse
Biokull	-	Forkullede rester av biomasse omdannet til uorganisk karbon gjennom en pyrolyseprosess
Gigawatttime	GWh	Enhet for energi
GROT	GROT	Samlebetegnelse for greiner og topper
Karbondioksid- ekvivalent	CO <sub>2</sub> e	Enhet for utslipp av klimagass som tilsvarer den effekten en gitt mengde (som regel et tonn) CO <sub>2</sub> har på den globale oppvarmingen over en gitt periode (som regel 100 år).
Karbonfangst og lagring	CCS	Fangst av CO <sub>2</sub> fra en prosess, transportering og lagring av CO <sub>2</sub> -en under jordskorpa
Makroalger	-	Tang og tare, plantelignende organismer som vokser langs kysten
Pelagisk fisk	-	Fisk som lever hovedsakelig i de åpne vannmassene
Restråstoff	RR	Biologiske restråstoff kombinasjon av ubrukte råvarer, avfall, biprodukter og sidestrømmer som genereres fra diverse prosesser
Slam	-	Oppsamling av avføring og andre organiske materialer, slik som matrester, med stort vanninnhold
Tørrstoff	TS	Vekt av restråstoffet når all fuktighet er trukket fra
Talle	-	Fast husdyrgjødsellag med høyt innhold av tørrstoff og næring
Våtvekt	VV	Total vekt av restråstoffet, inkludert fuktinnhold

Takk til alle bidragsytere i dette prosjektet




**Trøndelag fylkeskommune**  
Trööndelagen fylhkentjielte



**WOODWORKS!**  
NORWEGIAN FOREST & WOOD CLUSTER







Vedlegg A:  
Metodikk, data og  
informasjonsgrunnlag for  
mengder restråstoff i grønne  
og blå verdikjeder

# Det finnes flere forskningsstudier og prosjekter i Trøndelag med satsing på bioøkonomi

I årene før og etter Trøndelags verdiskapingsstrategi ble fremmet i 2021 har det blitt gjennomført flere kartlegginger og prosjekter om verdiskaping innen bioøkonomien. Under er de mest relevante for rapporten:

**Trøndelag bioøkonomiregionen som nasjonal pilot for smart spesialisering og påvirkning av Horisont Europa - [Prosjektbanken \(forskningsradet.no\)](#)**

Prosjektet har som mål å etablere Trøndelag som en nasjonal bioøkonomiregion for å synliggjøre regionens ressurser og samarbeidsevne, med sikte på å påvirke Horisont Europa og øke norske aktørers innflytelse i EU's forsknings- og innovasjonsprogram. Nettverket, ledet av NIBIO og Ruralis, vil samle viktige aktører fra forskning, næringsliv og myndigheter i Trøndelag for å formidle og påvirke forskningsprioriteringer i Horisont Europa, med mål om å kanalisere større andeler av EUs forsknings- og innovasjonsmidler til Norge.

**Muligheter for økt verdiskaping gjennom samarbeid mellom havbruks-, jord- og skognæringene i Trøndelag: Identifisering av samarbeidsområder, kunnskapsbehov, råstoffer og forslag til tiltak - [SINTEF rapport 2020](#)**

Rapporten gir en oppsummering av mulige og lovende tiltak for økt verdiskaping innen bioøkonomien i Trøndelag på tvers av de tre hovednæringene jord-, skog- og havbruk. Denne rapporten er utgangspunktet for arbeidet som er gjennomført for å kartlegge restråstoffene som genereres i Trøndelag, barrierer og muligheter og potensiell verdiskaping.

**BioVerdi - [BioVerdi - NCE Aquatech Cluster](#)**

Prosjektet jobber for økt verdiskaping fra bioøkonomien i de tre sektorene hav, jord og skogbruk. Pågående publisering (2021-); Muligheter for økt verdiskaping gjennom samarbeid mellom havbruks-, jord- og skognæringene i Trøndelag: Identifisering av samarbeidsområder, kunnskapsbehov, råstoffer og forslag til tiltak.

**Bioøkonomi i Namdalen - [Bioøkonomi \(namdalregionrad.no\)](#)**

Hovedmålet til prosjektet er å bidra til økt verdiskaping og sysselsetting innen bioøkonomien i Namdalen. Det er et 3-årig prosjekt som eies av partnerskap Namdalen, som består av Namdal regionråd, Nord universitet og SINTEF. Prosjektet er finansiert av Trøndelag Fylkeskommune og Namdal Regionråd.

**Grønt industriløft Trøndelag - [Industri - Trøndelag fylkeskommune \(trondelagfylke.no\)](#)**

Grønt industriløft Trøndelag er en regional satsing med mål om å gi bedre gjennomførings- og omstillingsevne i og rundt industrien i Trøndelag. Den bygger på den nasjonale strategien for grønt industriløft, og skal gjøre Trøndelag rigget til å bidra til de nasjonale målene om 55 % reduksjon i klimagassutslipp, øke eksport utenom olje og gass med 50 %, og skape 300 000 nye jobber innen 2030.

**SFI Industriell bioteknologi - [SFI Industrial Biotechnology \(sfi-ib.com\)](#)**

SFI-IB er et forskningsbasert innovasjonssenter med mål om å øke konkurransekraften til norsk biotech-industri internasjonalt. Prosjektene forsker på å produsere høyverdige produkter som kjemikalier, farmasøytiske produkter, mat og føringredienser. Flere av de anvender restråstoff som innsatsfaktor.



# Oversikt over typer restråstoffer identifisert i blå og grønne næringer i Trøndelag

Sektor	Restråstoff	Forklaring
Jordbruk	Husdyrgjødsel fra drøvtyggere og andre	Faste og flytende komponenter som for eksempel avføring, urin og rester av fôr.
	Halm og kornavrens	Strå- og bladavfallet som er igjen etter rensing av korn på kornmottak, samt biprodukt fra kornmottak som består av små deler av plantemateriale, som frøskall og snerp.
	Svinn ved innhøsting og mottak	Organiske rester som genereres gjennom dyrking, høsting og produksjon av korn og grønnsaker. Dette kan være overskuddsgrønnsaker som ikke oppfyller markedsstandardene, samt ødelagte produkter.
	Flytende meierirest	Meierirest kan være avkapp fra ost, myse fra osteproduksjon, kjernemelk fra smørproduksjon, rest fra ulike filtreringsprosesser eller prosessavfall som genereres under annen produksjonsprosess
	Slakteriavfall fra jordbruk	Uønskede deler av dyrekroppen som ikke brukes til konsum, slik som indre organer, hoder, føtter, blod, bein, skinn og fjær.
	Bryggerirest	Biprodukt fra bryggeriindustrien (søl, korn, humle, gjær, etc.) som genereres under bryggeprosessen.
	Potetrest	genereres i produksjon eller behandling av poteter til ulike matvarer eller produkter. Det genereres en del restråstoff i sortering og noe blir liggende igjen på jordene etter innhøsting.
Akvakultur & fiskeri	Blod	genereres i slakteriprosessen, kan inneholde en betydelig mengde næringsstoffer.
	Avkapp og innmat fisk	Blanding av fiskebein, fiskehoder, halepartier, innmat og annet organisk avfall. Det som ikke kan anvendes til humankonsum blir til organisk restråstoff, ofte til ensilasje.
	Fiskeslam	Overflødig fôr, avføring og andre restprodukter som samles opp fra bunnen av fiskeoppdrettsanlegg og i settefiskanlegg. Organisk rest fra renseprosess i næringsmiddelindustri.
	Ensilasje	Fisk som er død eller deler av fisk som er blandet med konserveringsmiddel.
	Avkapp og innmat krabbe	Innmat, krabbeklør, ryggskjold, bur, legger, pave, gjeller og haleklaff.
	Bifangst	Fangst av marine organismer som ikke er det primære målet for fiskeriaktiviteten. Det kan også kalles uønsket fangst eller utilsiktet fangst.

## Jordbruk



## Akvakultur



## Fiskeri





# Oversikt over typer restråstoffer identifisert i blå og grønne næringer i Trøndelag

Sektor	Restråstoff	Forklaring
Skog- og treindustri	GROT	Greiner og topp som ofte blir etterlatt i skogen etter hogst.
	Bark	Det beskyttende ytre laget av treet som ligger utenpå veden.
	Treflis	Små biter eller flak av tre som blir til ved ulike trebearbeidingsprosesser, som saging av tømmer til byggematerialer eller dimensjonering og tilpassing av byggematerialer.
	Aske	Restmaterialet som genereres etter forbrenning av organisk materiale, spesielt i forbindelse med bioenergianlegg/biovarmeanlegg og biomassekraftverk.
	Treslam	Biprodukt som oppstår under behandling av trevirke, som for eksempel i treforedlings- eller papirindustrien. Treslam består hovedsakelig av fiberrester, bark, små biter av tre, eller andre organiske materialer som blir fjernet under prosessen med å lage produkter som papir, trefiberplater, eller flis.
	Avkapp	De avskårne delene av trevirke som oppstår som et biprodukt under bearbeiding og produksjon av treprodukter. Dette inkluderer rester fra kapping, saging, høvling, og andre prosesser som brukes i treindustrien. Avkapp kan variere i størrelse og form avhengig av type treverk og produksjonsmetode.
	Treavfall	Tre- eller trebasert avfallsmateriale som har blitt samlet inn, sortert og sendt for videre bearbeiding til nye produkter, eller brent.
Renovasjon og avfall	Matavfall	Matvarer som er gått ut på dato, matrester fra hjemmet eller næringsmiddelindustrien, uønsket mat fra serveringssteder og organisk avfall som genereres i matproduksjonen og ikke er egnet for menneskelig konsum.
	Avløpsslam	Avfallsmateriale som genereres fra renseanlegg for avløpsvann og inneholder faste stoffer, vann og ulike typer organiske og uorganiske forurensninger.
	Hage- og parkavfall	Avfallsmateriale som genereres fra vedlikehold og forvaltning av hager, parker og grøntområder. Forskjellige typer organiske materialer, som gressklipp, busk- og treskjær, blader, kvister og annet plantemateriale.

## Skog- og treindustri



## Renovasjon



# Metodikk og beregninger for restråstoff fra akvakultur: Settefisk- og matfiskproduksjon

## Settefisk - Slam

For å estimere mengden slam som genereres fra settefisk tas det utgangspunkt i mengden settefisk i Trøndelag (74,6 millioner fisk med en estimert gjennomsnittsvekt på 100 g) [1]. Deretter estimeres mengden fôr med en fôrfaktor på 1,1 og forholdet 0,28 kg tørrstoff/kg fôr. Slammet består av mellom 1 og 10% fôrspill og fekalier. Slam fra settefisk har et antatt fosforinnhold på 1.3%.

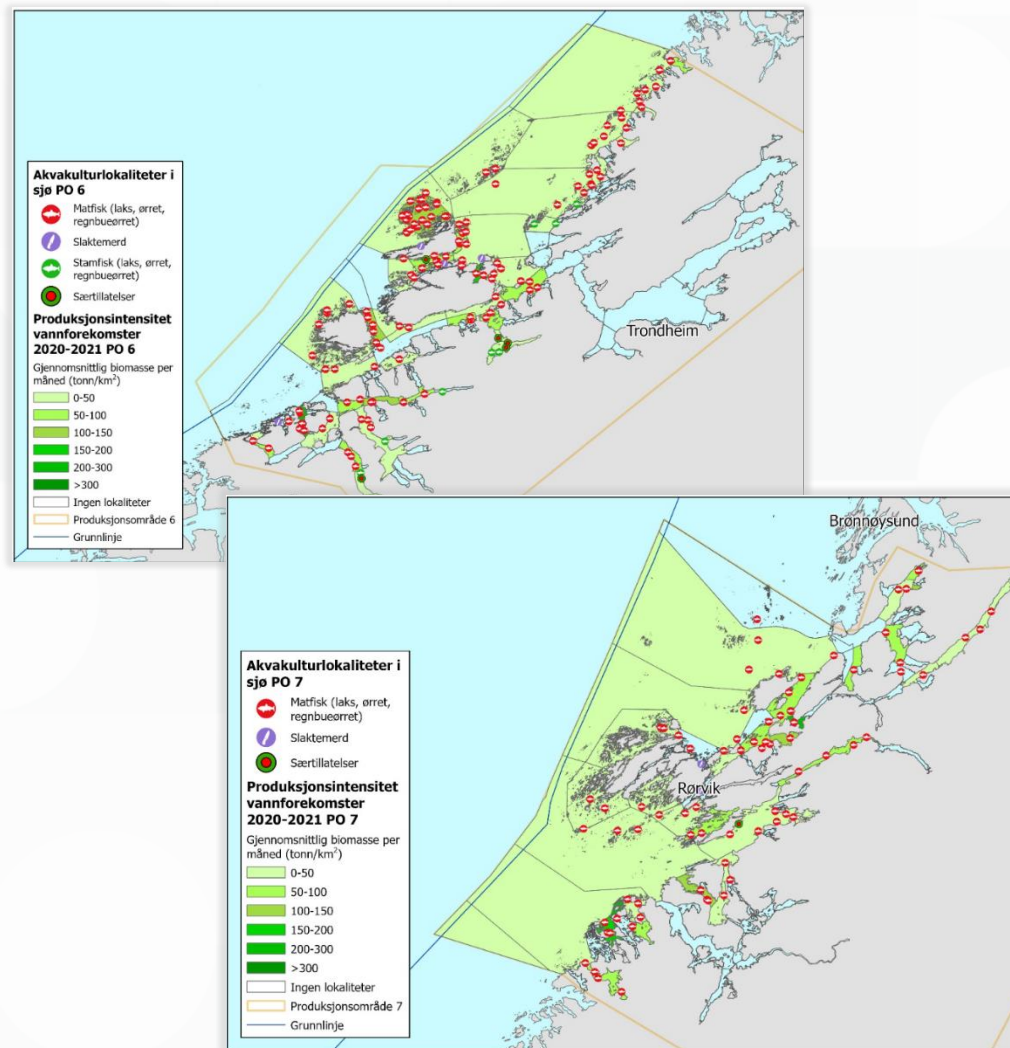
## Havbruk - Slam

For å estimere mengden slam som genereres fra matfisk er det tatt utgangspunkt i mengden slaktet fisk i Trøndelag (327 000 tonn), mengden fôrforbruk (364 000 tonn) som gir en effektiv fôrfaktor på 1.11 [1]. I et forsøk gjennomført av NOFIMA fant man at av mengden tørrstoff i fôr ble 33 % til fisk. Metabolisk tap utgjorde 32%. Av de 35 % som ble estimert til å utgjøre tørrstoff i fôrspill og fekalier, ble 11 % samlet opp som slam. 24 % ble ikke samlet opp [2]. Derifra utforskes det på hvor mye slam som genereres gitt forholdet kg tørrstoff/kg fôr [2]. Det er tatt utgangspunkt i å bruke et forhold på 0,28 kg tørrstoff/kg fôr, men det er viktig å legge merke til at forholdet mellom fôrforbruk og slam varierer mellom 0,15 og 0,31 [2, 3, 4]. Av dette antas det at om lag 50% er høstbart. Ensilasje har et tørrstoffinnhold på 30-35% [5, 6].

Gitt et fosforutslipp på 14 000 tonn fra havbruk [7] og et total forbruk av fôr på 2 000 000 tonn [1], gir det et estimert utslipp av fosfor på 7 kg per tonn med fôr. Videre er det forutsatt at mellom 70% av slammet kan samles opp [8].

Kilder: [1] Fiskeridirektoratet, Biomasseregisteret. [2] Aas, T. S., & Åsgård, T. E. (2017). Estimert innhold av næringsstoff og energi i fôrspill og fæces fra norsk lakseoppdrett. [3] Aas, T. S. (2021). [Kunnskapsgrunnlag-Slam fra lakseoppdrett](#). [4] Blytt, L. D., et al. (2011). [5] Solli, L., et al. (2014). Effects of a gradually increased load of fish waste silage in co-digestion with cow manure on methane production. Waste management, 34(8), 1553-1559. [6] Cabell, J.F. (2018) Biogass fra fiskeslam - potensial og utnyttelse i en sirkulær bioøkonomi. [7] Hilmarsen, Øyvind, et al. [Kunnskaps-og erfaringskartlegging om effekter av og muligheter for utnyttelse av organisk materiale og næringsalter fra havbruk](#). SINTEF (2020). [8] Intrafish (2021) [Ministerbesøk på fullskala slam-prosjekt](#)

Oversikt tillatelser, fra Risikorapport norsk fiskeoppdrett 2023



# Metodikk og beregninger for restråstoff fra akvakultur: Slakteri og foredling

## Slakteri og foredling

Laks har total TS på ~41.7% [1,2]. Gitt en total slaktet mengde på 355 000 tonn i Trøndelag [3] og at restråstoff utgjør ~62.5%, gir det et totalt restråstoffpotensial, dersom all fisken hadde blitt foredlet i Trøndelag, i tørrstoff på 92 500 tonn. Men bare en mindre del av foredlingene skjer lokalt (omtrent 20% av laks som slaktes i Norge videreføres til filetprodukter i Norge [4] og mye sendes ut). Produkter som produseres fra laks inkluderer blant annet filét, loins, røkte produkter, og fiskeburgere. I beregningene er det lagt til grunn at ~35% av hoder, rygg og hale, og avskjær genereres i Trøndelag, 25% av skinn og buklist, og 85% av blodet (tilsvarende faktorer brukt i [5]).

### Slo

Slo tilsettes ofte syre og vil derfor ha noe lavere %TS, vi har brukt 30% i beregningene [5].

### Hoder

Laksehoder utgjør 10-11% av laksen (bruker 11% i beregninger) og har en %TS på om lag 40% [1,3, 5]. I beregningene legges det til grunn at ~35% av dette materialet genereres som restråstoff i Trøndelag [5].

### Rygg

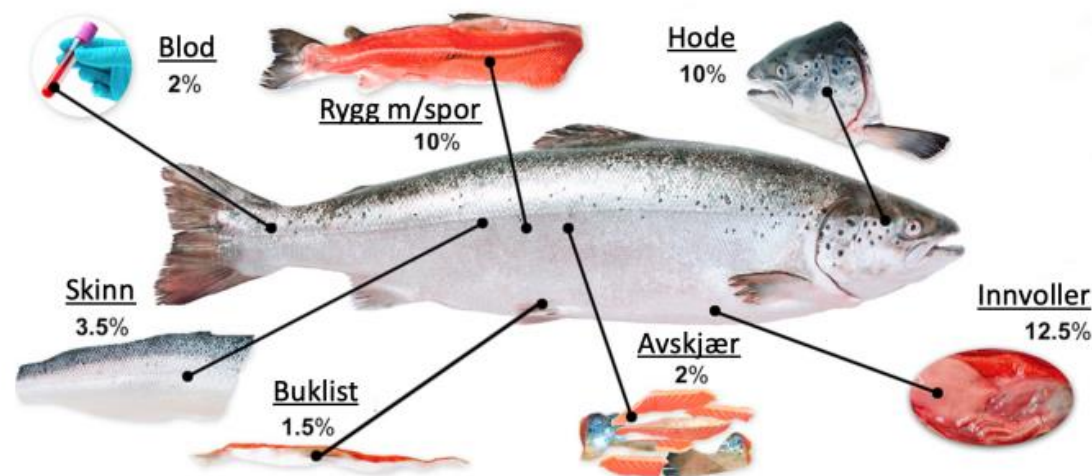
Rygg m/spor utgjør 12% av laksen [5] og har en estimert %TS på om lag 40% [1].

### Blod

Blod utgjør rundt 2% av total våtvekt og lakseblod har et %TS på 12.6% [5,6].

### Skinn

Skinn har et tørrstoffinnhold på mellom 20 og 25 % TS [7].



Figur: Restråstoff fra laks i prosent av total våtvekt. Figuren er fra [3] og [8]. Merk at det er noen små forskjeller mellom våre beregninger og tallene i figuren som er basert på [5].



# Metodikk og beregninger for restråstoff fra akvakultur: Kategorisering

## KATEGORI 2 - MATERIALE

Oppdrettsfisk som dør underveis i verdikjeden før slakting kalles dødfisk, eksempelvis på grunn av sykdom og oksygenmangel.

Dødfisk er kategori 2-materiale, og det er ikke lov å selge det til mennesker eller til fôrproduksjon til dyr som spises av mennesker.

Det er noen unntak fra denne regelen. Dødfisk kan brukes til produksjon av fôr til pelsdyr, bioenergi, gjødsel eller jordforbedringsmiddel.

Nærmere 100 % av kategori 2-materiale fra sjømatnæringen kommer fra havbruk, nærmere sagt oppdrett av laks og ørret.

## Animalske biprodukter og kategorisering

Alle rester fra dyr som ikke er beregnet på humant konsum, kalles animalske biprodukter. Dette kan være alt fra avskjær til slakting til døde dyr.

## KATEGORI 2 - MATERIALE

Restråstoff som genereres ved et fiskeslakteri, fiskemottak eller fiskeforedlingsanlegg kan håndteres på **to måter**.

1. Restråstoffet kan håndteres etter næringsmiddelhygieneforskriften. Dette restråstoffet kan selges til mennesker eller til dyr som spises av mennesker.
2. Restråstoffet kan også håndteres og prosesseres i henhold til animaliebiproduktregelverk. Dette restråstoffet defineres som kategori 3-materiale, og det kan som regel brukes til fôr til dyr som spises av mennesker, men ikke til mennesker.

Det finnes tilfeller hvor fisk blir kategori 3 selv om den ikke er slaktet for humant konsum. For eksempel kan oppdrettsfisk som dør av andre årsaker enn en smittsom sykdom, som oksygenmangel eller algeinvasjon, være kategori 3-materiale.

Fisk som dør av algeoppblomstring kan foreløpig bare brukes til biogass og komposteringsanlegg. Dette er fordi det ikke er nok kunnskap om algetoksiner, som kan være farlige for mennesker.

# Metodikk og beregninger for restråstoff fra fiskeri

## BEREGNINGSMETODIKK

For å regne ut restråstoffene for fiskeri i Trøndelag er det brukt omregningsfaktorer for å regne om andel restråstoff av det totale råstoffgrunnlaget. For hvitfisk brukes omregningsfaktorer fra Fiskeridirektoratet og for pelagisk (kun sild, lodde og kolmule, siden makrell i all hovedsak eksporteres) brukes 16% av rundvekt [3, 4]. I tillegg er det antatt at bifangst kan generere restråstoff, men dette er ikke estimert her.

Ut fra forskjellen i fiskens tilstand ved levering og rundvekt har det blitt beregnet hva som genereres til sjøs og ikke utnyttes.

## PELAGISK

Sild har et filetutbytte på 36-46% [1, 2]

- Hodet utgjør 10-18%
- Buklist utgjør 5-7%
- Rogn utgjør 5%
- Slo utgjør ca. 3%
- Skinn utgjør ca. 3%
- Rygg utgjør 11-24% av rundvekten

Makrell har et totalt tørrstoff på ca. 38-41% [3, 4].

- Hode, rygg, hale (HRH) utgjør ~33% av fisken og har en TS% på rundt 40%
- Innmat (+ buklist) utgjør mellom 10% og 11% og har en TS% på rundt 38% [4]

Kilder: [1] Møreforskning (2014) Produkt- og markedsutvikling for restråstoff fra NVG-sild til konsum. Rapport nr. MA 14-18. [2] SINTEF (2011) Uttak av melke fra filetering av sild. Rapport nr. A19107. [3] Standal, Inger Beate, et al. "Quality of filleted Atlantic, p 338-357. [4] Winge, J. (2019). Karakterisering av råstoff fra makrell (Master's thesis, NTNU).

# Metodikk og beregninger for restråstoff fra fiskeri

## FANGSTLEDDET

SINTEF sin analyse av marint restråstoff [1] er brukt for å identifisere hvilke restråstoffer ikke som blir utnyttet.

- Levering av fisk sløyd uten hode vil gi følgende restråstoff: slo, hode, lever og eventuelt rogn og melke som antas dumpet.
- Levering av fisk sløyd med hode vil gi følgende restråstoff: slo, lever og eventuelt rogn og melke som antas dumpet.
- «Ulike fileteringsgrader» vil gi følgende restråstoff: slo, hode, lever, avskjær og eventuelt rogn/melke som antas dumpet.
- Er fisken levert rund vil det ikke oppstå restråstoff som ikke utnyttes før landing.

**Tabell:** Biprodukter for hvitfisk basert på Fiskeridirektoratets omregningsfaktorer gjeldene fra 1/1-1994, med endringer av 27/9-1994. Fra RUBIN rapport nr. 003/58 [2]

Fiskeslag	Slo	Hoder	Lever	Avskjær	Rygger
Torsk	0,09	0,18	0,06	0,32	0,07
Sei	0,08	0,09	0,09	0,33	0,07
Hyse	0,05	0,17	0,07	0,37	0,07
(Blå)lange	0,08	0,12	0,09	0,36	0,07
Lyr	0,07	0,10	0,06	0,38	0,07

Kilder: [1] SINTEF (2021) Analyse marint restråstoff 2021. [2] RUBIN Rapport nr. 003/58. VARESTRØMANALYSE - 1995. Biprodukter fra fisk og reker



# Metodikk og beregninger for restråstoff fra fiskeri

## OMREGNINGSFAKTORER FOR HVITFISK OG KRABBE

### Slo

Slo fra torsk har et estimert tørrstoffinnhold på mellom 30 og 35% [3], som også er representativt for de andre artene av hvitfisk.

### Hoder

Torskehoder består av muskler (55%), bein (20%), gjeller (15%), skinn (5%), og øyne (4%) [4]. Av disse komponentene har bein 52 % TS, skinn 21 % TS, og muskler 17 % TS. Dette gir et totalt TS på rundt 21%, som vi også benytter for de andre artene av hvitfisk.

### Lever

Lever har en estimert TS% mellom 70 og 80% [5]

### Rogn

Fersk rogn og melke har en TS% på rundt 30% [6]. Kilden gjelder sild, men antas representativ for hvitfisk.

### Skalldyr

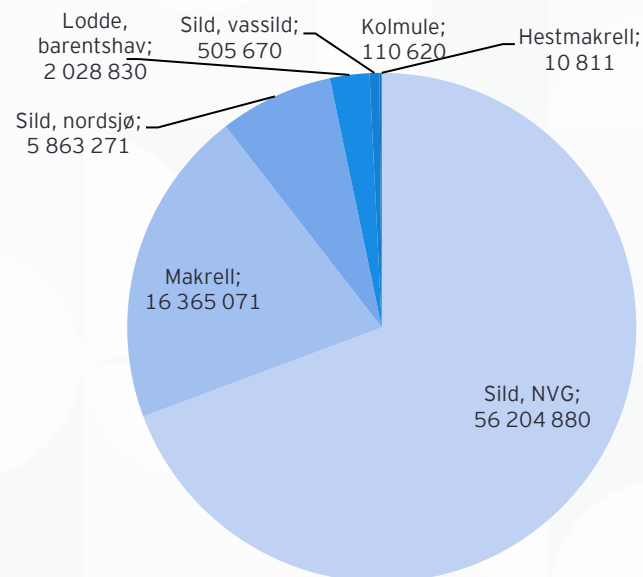
Krabbeskall (taskekrabbe) har et TS% på mellom 44 og 52%.



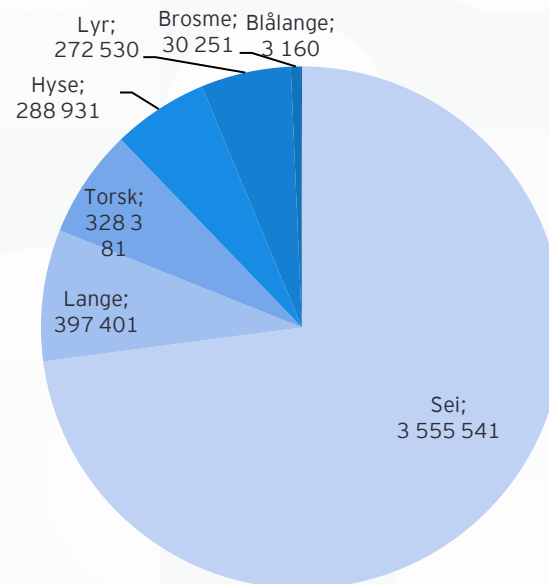
# Landet fisk i Trøndelag i kg (2022)

I 2022 ble det i Trøndelag landet 161 950 tonn fangst. Av disse var 4 950 tonn hvitfisk, 81 000 tonn pelagisk fisk og 76 000 tonn makroalger. De mest landede artene innen de ulike gruppene i Trøndelag er vist i diagrammene under.

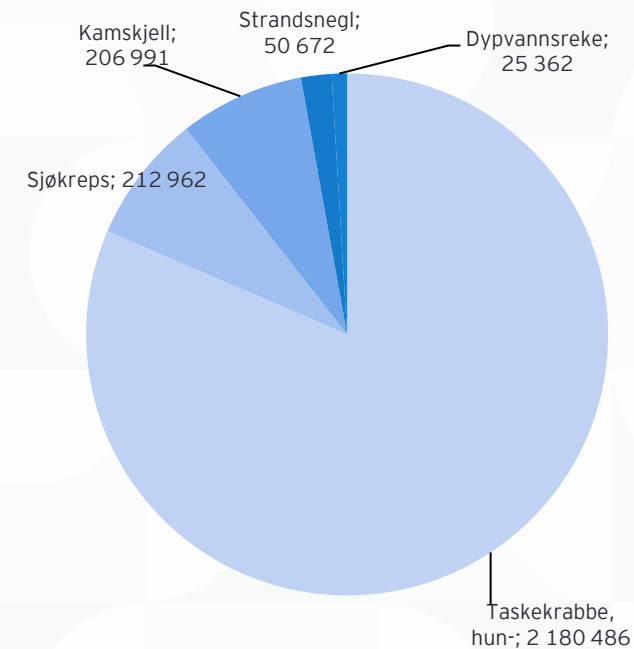
## Pelagisk



## Hvitfisk



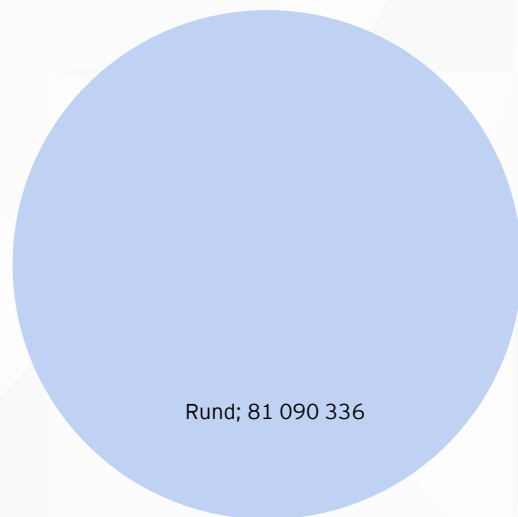
## Skalldyr



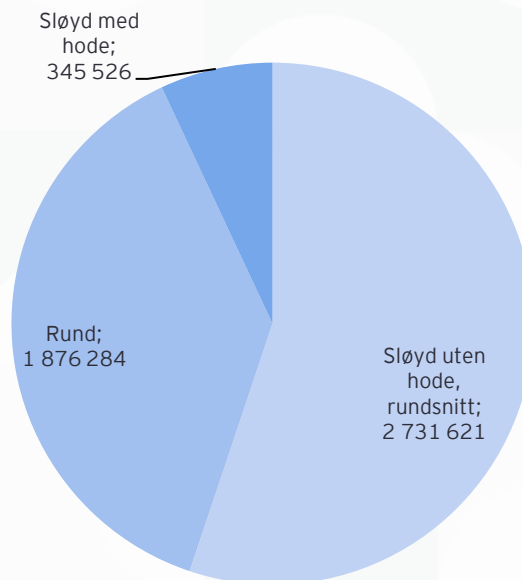
# Produkttilstand landet fangst i Trøndelag i kg (2022)

Av de ulike landede gruppene, varierer produkttilstanden idet de ankommer fiskemottaket. For pelagisk fisk leveres produktet rund (hel), hvitfisk leveres sløyd med/uten hode og rund (hel), og skalldyr leveres enten rund (hel) eller levende.

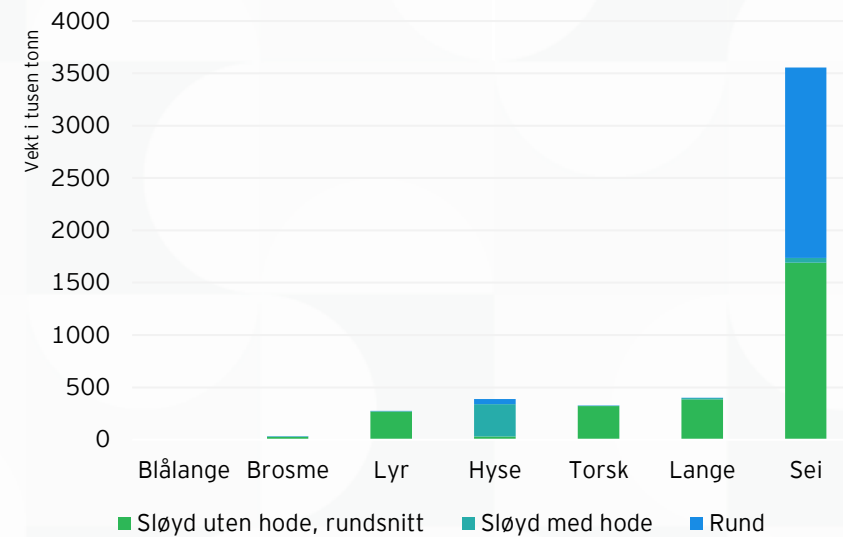
## Pelagisk



## Hvitfisk



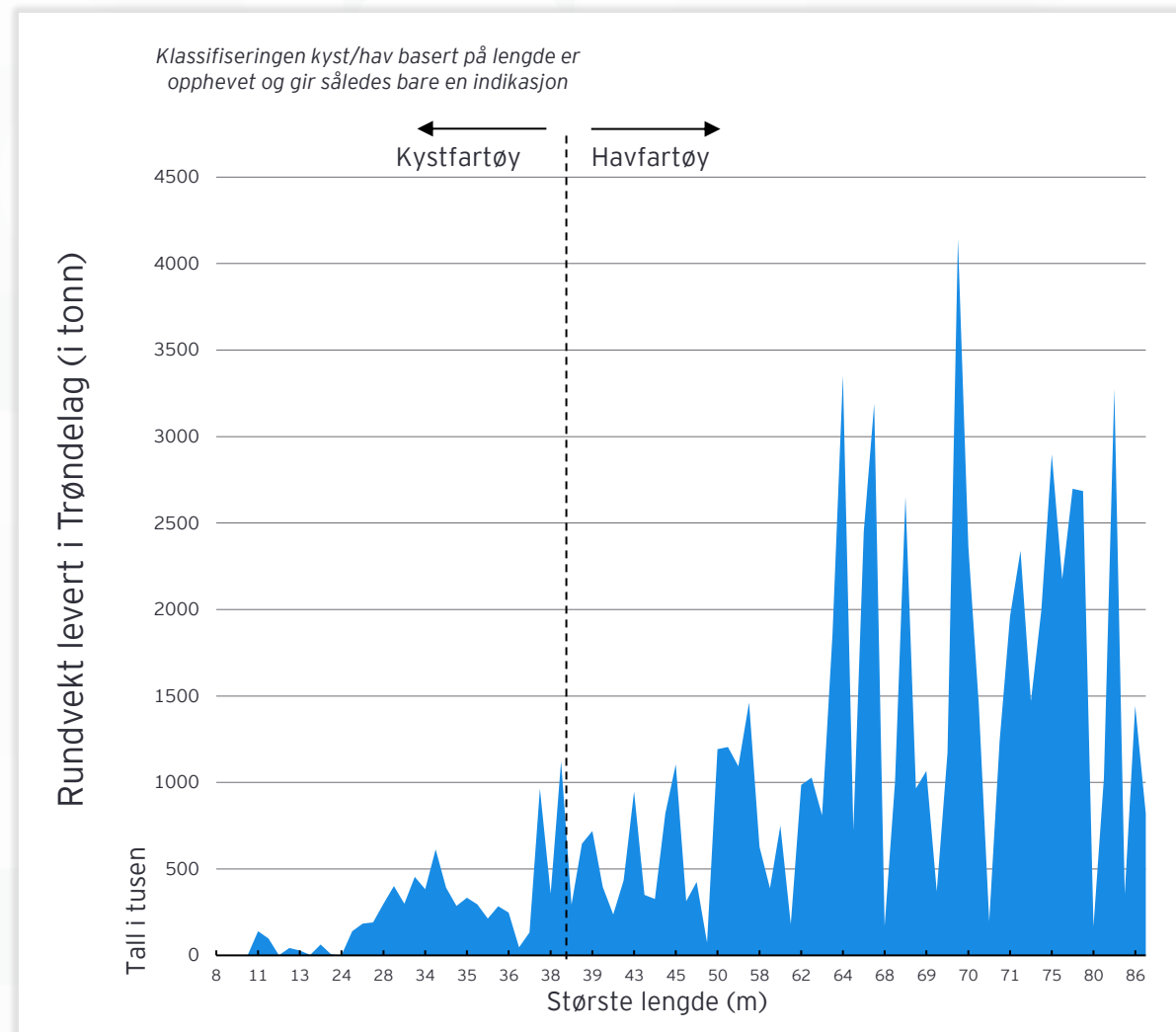
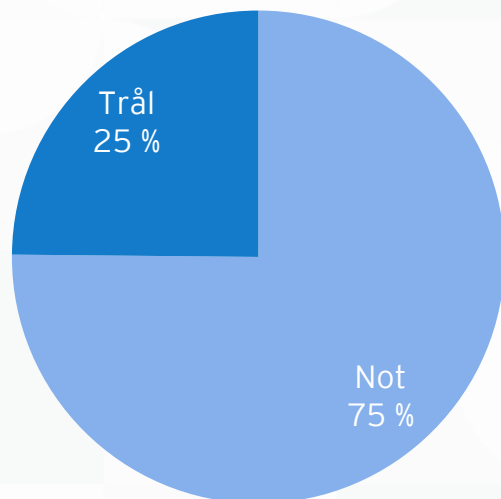
## Produkttilstand per art av hvitfisk





# Størrelsen på fartøyene som lander pelagisk fisk i Trøndelag

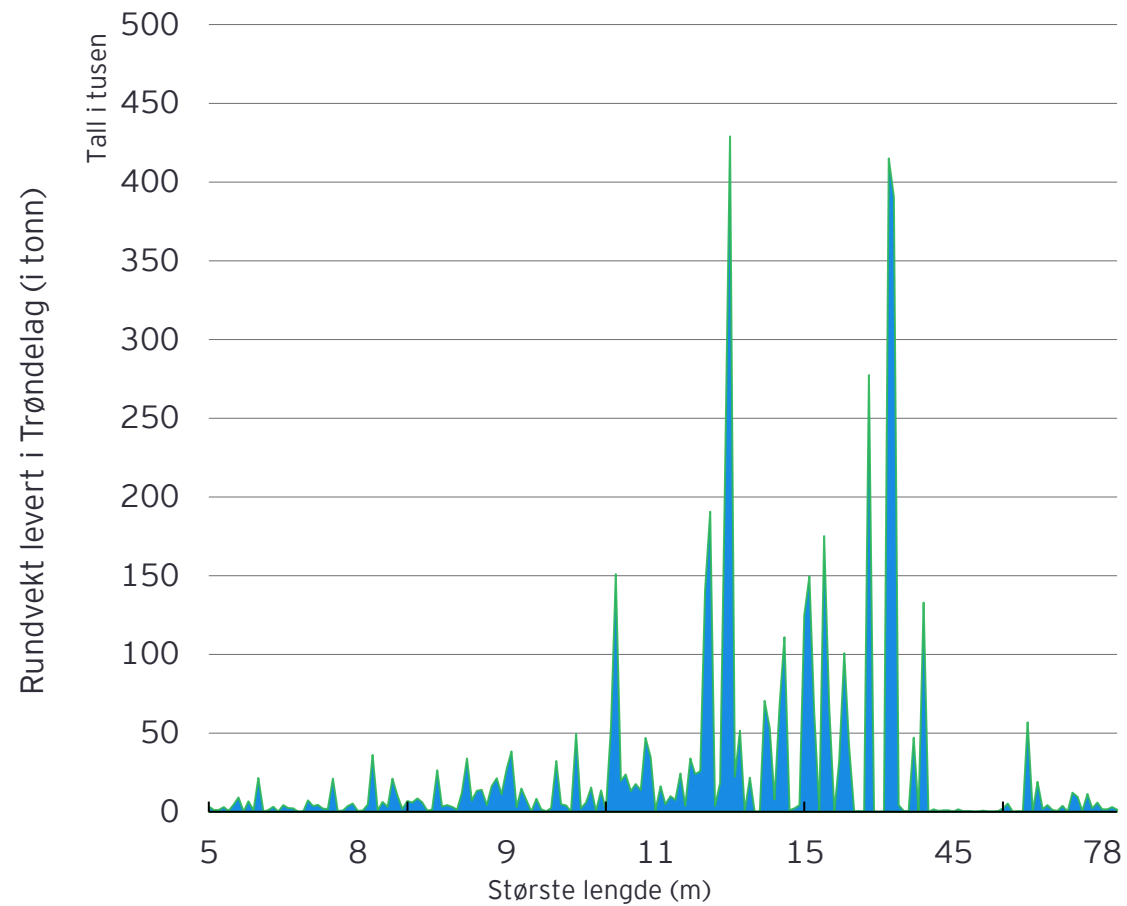
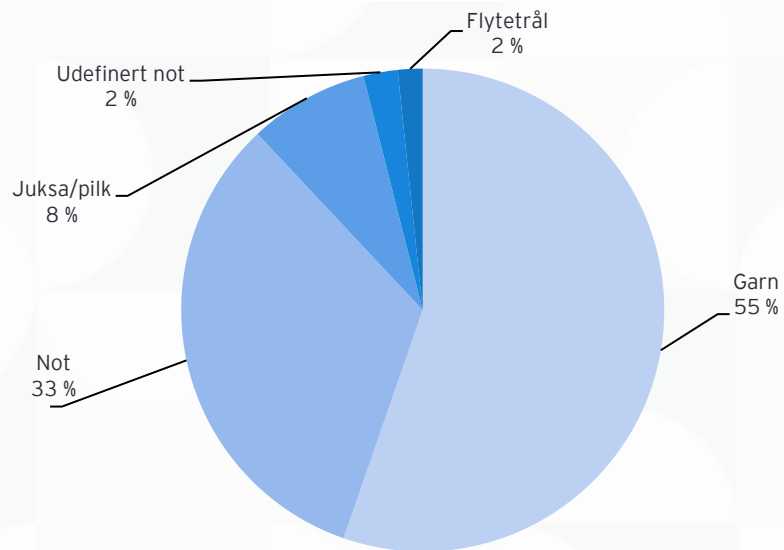
Fordeling av redskap brukt til å fange pelagisk fisk som landes i Trøndelag



# Størrelsen på fartøyene som lander hvitfisk i Trøndelag

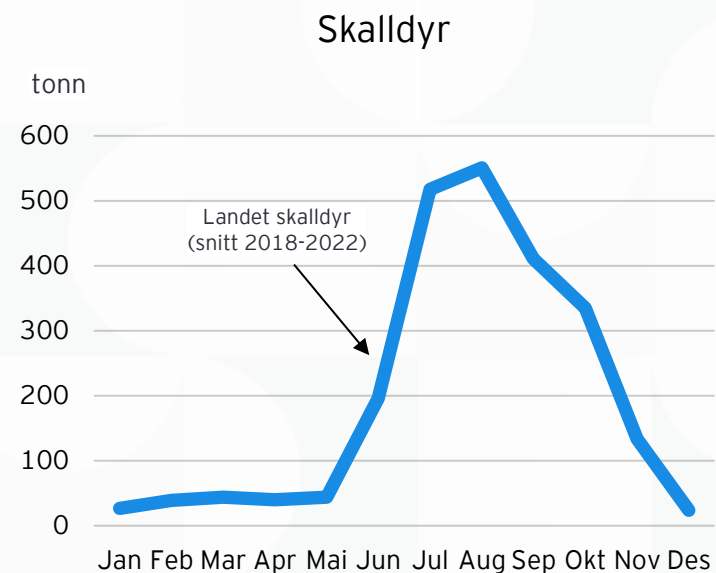
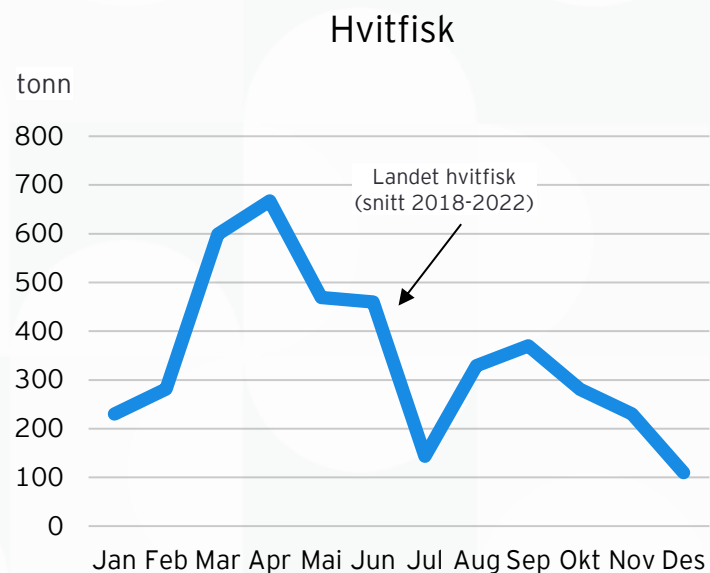
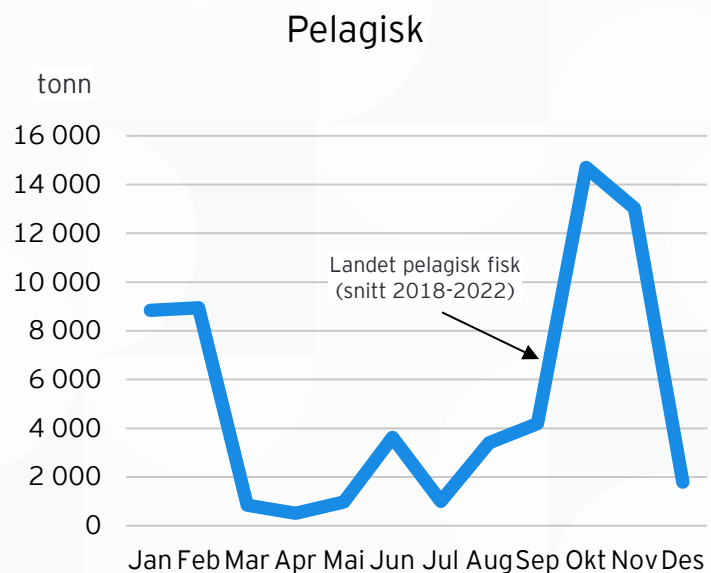
Hovedandelen (73%) av fangsten innen hvitfisk kommer fra båter som er mindre enn 28 meter.

Fordeling av redskap brukt til å fange hvitfisk som landes i Trøndelag



# Når landes fangsten i Trøndelag?

Fiskenæringen er sesongbasert og tidspunkt for landing av de ulike artene varierer. Pelagisk fiske (f.eks. sild og makrell) landes ofte fra senhøsten til februar, hvitfisk (f.eks. torsk) landes fra starten av året frem til våren og skalldyr (f.eks. krabbe og reker) har tradisjonelt sett størst landing fra starten av sommeren frem til starten av vinteren. Landet fisk i Trøndelag per måned for de ulike gruppene (snitt 2018-2022) er vist i grafene under.





# Metodikk og beregninger for restråstoff fra skog- og treindustrien - GROT

For å estimere mengden GROT per kubikkmeter skog som genereres er det tatt utgangspunkt i avvirkning for salg per kommune i Trøndelag, hentet fra SSB-tabell 03795 [1]. Dette er kombinert med en modell for beregning av tonn tørrstoff med GROT per kubikkmeter skog, laget av Viken K.O (2012) [2], som tar inn en rekke parametere for skogen. Beregningen beskrives med følgende tre steg:

1) Det er først beregnet GROT tørrstoff per kubikkmeter skog ved modellen i Viken K.O (2012) [2], med følgende grunnleggende faktorer:

- Site index 15
- Gjennomsnittlig bestandsvolum for gran 200 m<sup>3</sup>/ha
- Hogstklasse 3-5
- Andelen av gran i bestand 70-100 %
- 30 % av GROT blir ikke samlet bort fra bestand
- GROT utgjør 30 % av trevolumet [3]

2) Avvirkning per kommune i 2022 er hentet fra SSB tabell 03795 [1].

3) tonn tørrstoff GROT per kubikkmeter i steg 1 er ganget opp med kubikkmeter avvirket i steg 2.

Det har blitt påpekt at det i Trøndelag sannsynligvis vil være en noe større andel enn 30% som må bli liggende igjen i skogen grunnet høyere fuktighet i skogbunnen, men hvor stor forskjell det utgjør er det ikke tall på. Det er beholdt 30%.

For omregning medllom total vekt og tørrstoff er det brukt at GROT har et gjennomsnittlig fuktinnhold på omtrent 50% [4].

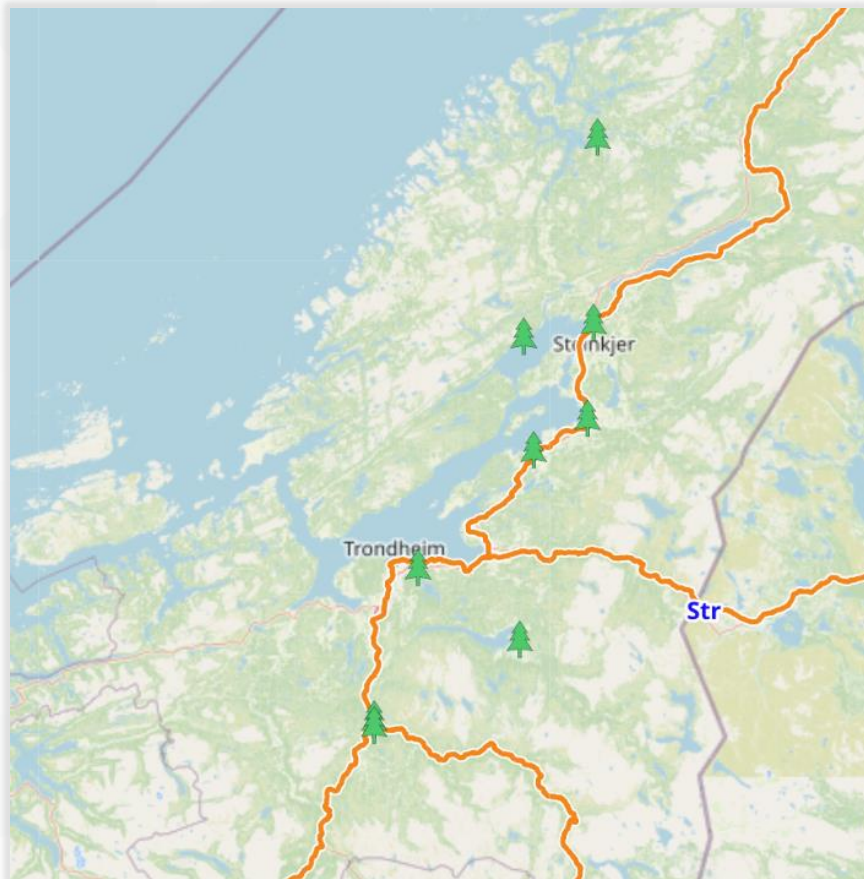
Kilder: [1] 03795: Avvirkning for salg, etter treslag (m<sup>3</sup>) (K) 1996 - 2022. Statistikkbanken (ssb.no), side 15. [2] Viken K.O (2012) Biomass equations and biomass expansion factors [3] NIBIO\_RAPPORT\_2018\_4\_93.pdf (unit.no) side 15. [4] NIBIO Brage: Flis og flisegenskaper. En undersøkelse av brenselflis i det norske flisemarkedet (unit.no), side 26.

# Metodikk og beregninger for restråstoff fra skog- og treindustrien: Foredling av tre- og massevirke

## Restråstoffer fra foredling av tre- og massevirke

Det finnes ikke offentlig tilgjengelige datakilder for mengde restråstoffer som genereres fra foredlingen av tre- og massevirke. Samtidig vet vi at det er relativt få aktører som håndterer store mengder. Metoden for kartleggingen ble derfor å kartlegge de viktigste aktørene og ta direkte kontakt for data.

Det ble valgt ut bedrifter basert på næringskoder (NACE-koder) gjennom EYs interne EYs Ortus™ verktøy, innspill fra klynger og andre interessenter i prosjektet samt intern kjennskap til næringslivet i Trøndelag. For å snevre ned søket med næringskoder, ble det satt filter på forskjellige parametere som antall ansatte og omsetning. NACE-kodene til høyre for kartet ble brukt, som resulterte i utgangspunktet visualisert i kartbildet. Det ble kontaktet 10 sagbruk og foredlingsbedrifter (noen med flere avdelinger rundt i Trøndelag) og 7 av disse bidro til datagrunnlaget.



**16 - Produksjon av trelast og varer av tre, kork, strå og flettematerialer, unntatt møbler**

**16.1 Saging, høvling og impregnering av tre**

16.100 Saging, høvling og impregnering av tre

**17 - Produksjon av papir og papirvarer**

**17.1 - Produksjon av papirmasse, papir og papp**

17.110 Produksjon av papirmasse  
17.120 Produksjon av papir og papp

# Metodikk og beregninger for restråstoff fra skog- og treindustrien: Foredling av tre- og massevirke forts.

Bedriftene ble spurt om følgende:

- Mengde råstoff som går inn i bedriften årlig
- Hva slags typer og mengder av restråstoff som genereres i prosessene og variasjon gjennom året
- Tørrstoffinnhold og renhet for restråstoffene
- Dagens bruk av restråstoffene

I tilfeller hvor tørrstoffinnhold ikke ble oppgitt av bedriftene samt for omregning mellom volum og vekt, er det i stor grad brukt omregningsfaktorer fra NIBIO [1, 2] og i noen tilfeller SSB [3].

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Selskap			Råstoff inn			Hovedprodukt		Restråstoff/sidestrømmer						
2	Selskapsnavn	Adresse	Beskrivelse av virksomhet	Type råstoff (tømmer, flis, etc.)	Mengde/volum (m3 eller tonn per år)	Tørrstoff-innhold (%)	Type produkt (trelast, papir, bioenergi etc.)	Mengde/volum (m3 eller tonn per år)	Type restråstoff (en linje per sidestrøm)	Mengde/volum (m3 eller tonn per år)	Kvalitet (renhet, askeinnhold etc.)	Tørrstoff- innhold (%)	Dagens bruk av restråstoffene	Variasjon gjennom året?	Kommentarer
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															

Spørreskjema som ble sendt ut til bedriftene



# Metodikk og beregninger for restråstoff fra skog- og treindustrien - GROT

## Treavfall:

I 2022 ble det produsert 766 000 tonn treavfall i Norge, fordelt mellom kildene 1) Bygg og anlegg, 2) private husholdninger og 3) industri + tjenesteytende næring [2]. Mengde avfall fra private husholdninger ble rapportert per kommune, mens det fra de andre kildene rapporteres for hele landet.

Mengde treavfall fra husholdning i Trøndelag er dermed faktiske tall fra SSB, mens mengde treavfall fra kildene bygg og anlegg, industri og tjenesteytende næring er estimert ved bruk av det samme forholdstallet som mellom Norge og Trøndelag for treavfall fra husholdning.

Treavfall fra husholdning: 22 262 tonn [1]

Treavfall fra industri (estimert): 6461 tonn

Bygg- og anleggsvirksomhet (estimert): 23 031 tonn

Tjenesteytende næring (estimert): 15 339 tonn

Totalt: 67 000 tonn



# Metodikk og beregninger for restråstoff fra jordbruk

## Restråstoff fra primærproduksjon

### Halm

For å beregne årlig mengde halm er det tatt utgangspunkt i summen av gjennomsnittlige kornavlinger (bygg, havre, hvete, rug og rughvete) fra perioden 2018-2021. Videre er det brukt følgende faktorer for å beregne mengden halm per sort:

- Halm fra bygg: byggavling x 0,61
- Halm fra havre: havreavling x 0,76
- Halm fra hvete: hveteavling x 0,92
- Halm fra rug og rughvete: rugavling x 0,57

## Restråstoff fra sekundærproduksjon

For å beregne årlig mengde husdyrgjødsel er det tatt utgangspunkt i summen av estimert mengde urin og avføring fra Trøndelags antall av kylling, høns, gris, hest, storfe og småfe i 2022.

### Bløtgjødsel

For storfe er faktor på mengde urin og avføring per antall melkekyr, ammekyr og andre storfe (ungdyr) henholdsvis (1,86), (0,89), (0,54) og (0,2) [1].

For småfe er faktoren på mengde uring og avføring per antall småfe 0,2 [2].

For svin er faktoren på mengde urin og avføring per antall slaktesvin og allsvin henholdsvis 0,51 og 0,39 [1].

Deretter er det multiplisert med antall måneder hvor det antas å være mulig og samle opp;

- 11 mnd på melkekyr 11 mnd. på grunn av melking og tilleggsfôring inne. Korrigert for ytelse i 2022. Snitt/ku i Norge
- 10 mnd på ammekyr og andres storfe (ungdyr)
- 7 mnd på småfe



# Metodikk og beregninger for restråstoff fra jordbruk

## Restråstoffer fra sekundærproduksjon (fortsettelse)

### Bløtgjødsel (fortsettelse)

TS regnet ut med følgende TS% [1]

- TS% i gjødsel fra melkekyr: 10,4%
- TS% i gjødsel fra ammekyr: 2,6%
- TS% i gjødsel fra andre storfe: 11%
- TS% i gjødsel fra småfe: 12%
- TS% i gjødsel fra slaktegris: 7,8%
- TS% i gjødsel fra avlsgris: 6,5%

### Gjødsel og strø

For verpehøner, slaktekylling, livkylling og hest er mengde uring og avføring per antall dyr henholdsvis 21, 31, [1,3] og 8, dette er videre multiplisert med antall dyr og dividert på 1000 [1].

TS for hver sort er regnet ut med følgende TS% [3]

- TS% i gjødsel fra verpehøner: 50%
- TS% i gjødsel fra livkyllinger: 50%
- TS% i gjødsel fra slaktekylling: 50%
- TS% i gjødsel fra hest: 28%

## Restråstoffer fra mottak og bearbeiding

### Kornavrens

For å beregne årlig mengde kornavrens (skall, snerp og annet frø) er det tatt utgangspunkt summen av gjennomsnittlige kornavliger (bygg, havre, hvete, rug og rughvete) fra perioden 2018-2021.

Avrens fra kornet fra møllene er estimert til å være 2524 tonn/år med tørrstoffprosent på 85. Her er det tatt utgangspunkt i 20-50% avrens per mengde korn [3].

Avrens fra kornet fra bryggeri er estimert til å være 2200 tonn/år med utgangspunkt i 17 000 tonn/år mask i Norge totalt [5].

### Meierirest

For å beregne meierirest er det tatt utgangspunkt i Landbruksdirektoratets 2021-tall, korrigert med liter meierileveranser i Trøndelag i forhold til Norge. Flytende meierirest utgjør 32 088 tonn/år med TS% på 6, og avfall fra meieri utgjør 129 tonn/år med TS% på 10.

### Slakt

For å beregne mengde slakt er det tatt utgangspunkt i totale mengder som mottas fra slakteri og skjærebedrifter, samt kadaver fra produsenter i Trøndelag. Restråstoff med opphav fra Trøndelag håndteres både ved et anlegg i Trøndelag (mottar mesteparten) og ved 2 anlegg i Hamar.



# Metodikk og beregninger for restråstoff fra renovasjon

## Restråstoffer knyttet til renovasjon

Innenfor temaet er det benyttet tall for avløpsslam, matavfall, samt hage- og parkavfall som er tilgjengelig fra offentlige statistikker. For matavfall i Trondheim implementeres endring i innsamlingsrutiner og behandling i 2023. Matavfall fra husholdningene vil fra nå av i helhet bli kildesortert og behandlet i biogassanlegg. Avløpsslam genereres når kommunalt avløp behandles i renseanlegg. Slammengde og -kvalitet er avhengig av avløpsmengde og -kvalitet, rensemetode og slambehandlingsmetode i renseanleggene.

## Hage- og parkavfall

Fra husholdningene i Trøndelag ble det levert 11 913 tonn hageavfall (SSB, tabell 13136). Det antas at avfallet har omkring 50% tørrstoff. Dermed leverte husholdningene ca 6 000 tonn hageavfall (tørrstoff) [1]

## Avløpsslam

Det er benyttet statistikk fra SSB som bygger på kommunenes rapportering til Miljødirektoratet. Denne rapporten henter opplysningene om mengde avløpsslam fra kommunene i Trøndelag, hos SSB, tabell 11788. For 2022 er det rapportert ca 9 300 tonn slam tørrstoff.


## Matavfall

SSB tabell 13136 oppgir at det i Trøndelag ble levert 13 602 tonn matavfall fra husholdningene i 2022. Trondheim hadde ikke innsamling av kildesortert matavfall i 2022. Trondheims befolkning ved utgangen av 2022 var 212 660. Matavfall fra husholdningene i Trøndelag fordeles dermed på befolkningstallet i Trøndelag fratrukket befolkning i Trondheim. Dvs 13 602 tonn fordelt på 265 816 personer (478 476 - 212660). Det tilsvarer ca 50kg per person. Når kildesortering av matavfall fra husholdningene i Trondheim innføres i 2023/24 anslås mengden innsamlet matavfall å øke med 50 kg fra hver av Trondheims 212 660 innbyggere, dvs 10 633 tonn.

Det kan produseres 130 kubikkmeter metan per tonn matavfall. Samlet vil matavfall kildesortert i Trøndelag husholdninger utgjøre 24 235 tonn (13 602 + 10 633) som samlet kan gi 3 150 000 kubikkmeter metan som kan erstatte ca 3 millioner liter diesel.

Våtorganisk avfall fra næringer oppgis i SSB tabell 07335 til 10 000 tonn i Trøndelag. Med omregningsfaktor som matavfall vil dette kunne gi 1 300 000 kubikkmeter metan.





# Vedlegg B: Dagens verdiskaping av restråstoff

# Datagrunnlag og estimater for dagens verdi av restråstoffprodukter

Som forklart i kapittel 3, er verdiskaping fra restråstoffer presentert i denne rapporten som verdien til produktene som restråstoffene blir til/blir innsatsfaktor i.

Kartlegging av dagens utnyttelse av restråstoffene er i stor grad basert på de 30+ intervjuene som er gjennomført i løpet av prosjektiden. Næringsklyngene har gitt mye god innsikt og aktørene selv har vært åpne om hvordan restråstoffene utnyttes. Det er også sendt ut spørreskjemaer, brukt en rekke offentlige rapporter og data fra SSB, biomasseregisteret og andre databaser de få tilfellene hvor det finnes tilgjengelig data for dagens bruk.


Det ble laget en liste med alle restråstoffene som er kartlagt og alle produktene som kartleggingen av dagens bruk resulterer i. Deretter ble det gjort en kartlegging av priser på produktene. Det er viktig å bemerke at priser kan variere svært mye for disse typene produkter, både i tid og lokasjon. Noen av faktorene som påvirker prisbildet er energipriser, transportkostnader, sesong- og årsvariasjon på forekomst av restråstoffet, utvikling i teknologi og rammebetingelser for anvendelsene. I tabellen på neste side er en komplett liste med dagens kartlagte restråstoffprodukter, pris, enhet og forklaring med referanse til kilde. **Kildene er samlet i referanselisten i siste del av vedlegget.**





# Datagrunnlag og estimater for dagens verdi av restråstoffprodukter

RR-produkt	Pris	Enhet	Forklaring og kilde
Energi	0,45	kr/kWh	Bruker fjernvarmepris til industri [1] som felles pris på alt som går til forbrenning. Pris per restråstoff vil da avhenge av energiinnholdet.
Sponplater	2856	kr/tonn TS	Det er ikke funnet gode kilder på dette. Antar noe høyere verdi enn forbrenning, så legger det til grunn, med et påslag på 20%.
Bark til jordforbedring	533	kr/tonn VS	Et snitt av flere priser funnet ved nettsøk [2].
Pulp/papirmasse fra flis	2856	kr/tonn TS	Det er ikke funnet gode kilder på dette. Antar noe høyere verdi enn forbrenning, så legger det til grunn med et påslag på 20%
Fôr - Høy kvalitet	4000	kr/tonn VS	Norilia pris på slakterest til fôr [3]. Pris på sluttprodukt (fôret) kan variere veldig etter hva det går til. Er komponent i fôr til husdyr, kjæledyrmat, pelsdyrmat etc., men hvor stor andel er vanskelig å si. Det er derfor brukt prisen for slakteresten, som vil være konservativ
Fôr - Lav kvalitet - Halm	3545	kr/tonn VS	Snitt av flere priser funnet ved nettsøk. 180 kr/ball a 220 kg + 600 transport [4]. $(180 + 600)/0,22=3545$
Fôr - Lav kvalitet - Kornavrens	2225	kr/tonn VS	Pellets av kornavrens til husdyr selges til en pris på 2,25 kr/kg av «foredling AS» [5]
Fôr - Lav kvalitet - Andre	2225	kr/tonn VS	Benyttet samme pris som kornavrens
Flis til strø	2550	kr/tonn VS	Snitt av flere priser funnet ved nettsøk [6]
Gjødsel fra husdyr	70	kr/tonn VS	Erstatningspris for tilsvarende gjødsel [7, 8]
Gjødsel fra fiskeslam	70	kr/tonn VS	Mangler god kilde, benyttet samme pris som husdyrgjødsel.
Gjødsel fra avløpsslam	70	kr/tonn VS	Mangler god kilde, benyttet samme pris som husdyrgjødsel.
Biogass - Biodrivstoff + biorest	$(0,63 \cdot \text{kWh} + 0,7 \cdot \text{kWh}) + 556$	kr/kWh + kr/tonn	«Samfunnsøkonomisk energipris» [9] for biogass (ledd 1) med oppgradering (ledd 2) og biorest (ledd 3). Anslått 36% biorest, ut i fra rapporterte tall fra biogassanleggene (se seksjon i rapport om biogass). Prisen på biorest er konservativt satt til samme som gjødsel fra husdyr da det mangler gode kilder.
Biogass - Forbrenning + biorest	$0,63 \cdot \text{kWh} + 556$	kr/kWh + kr/tonn	«Samfunnsøkonomisk energipris» [9] for biogass (ledd 1) og biorest (ledd 2). Anslått 36% biorest, ut i fra rapporterte tall fra biogassanleggene (se seksjon i rapport om biogass). Prisen på biorest er konservativt satt til samme som gjødsel fra husdyr da det mangler gode kilder.
Menneskemat fra husdyrslakt	31450	kr/tonn VS	Tar utgangspunkt i kilospris på pølse av norsk svin [10]
Menneskemat fra fisk	31450	kr/tonn VS	Tar utgangspunkt i kilospris på fiskekaker av norsk fisk [11]
Hageavfall til jordforbedring	70	kr/tonn VS	Benyttet samme pris som husdyrgjødsel
Treslam til jordforbedring	70	kr/tonn VS	Benyttet samme pris som husdyrgjødsel
Halm til jordforbedring	300	kr/tonn VS	Erstatningspris for tilsvarende [12]
Ingen produkt	0	-	-



# Vedlegg C: Teknologi



# Prosesser for å behandle, raffinere, og foredle biologiske restråstoffer for å produsere nye produkter av ulik verdi

Det finnes en rekke prosesser som kan brukes til å øke verdien av restråstoff. Noen av de vanligste prosessene inkluderer biokjemisk, mekanisk, kjemisk, og termokjemisk behandling. Gjennom å forstå hvordan restråstoff kan omdannes til nye produkter og plattformer for videre verdiskaping, kan vi utvikle nye forretningsmodeller og skape nye markeder. EUs klassifiseringssystem for bioraffinering er et rammeverk som brukes til å dele inn råvarer, prosesser, produkter og markeder for bioraffinering. Systemet er basert på fire hovedkategorier [1]:

RÅVARER	KONVERTERINGSPROSESSER		PLATTFORMER	PRODUKTER	
<p><b>1.1. Primær biomasse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Akvatisk biomasse</li> <li>▶ Lignocellulose fra åkrer og gressmarker</li> <li>▶ Lignocellulose fra trevirke/skogbruk</li> <li>▶ Oljekulturer</li> <li>▶ Stivelseskulturer</li> <li>▶ Sukkerkulturer</li> <li>▶ Annen primær biomasse</li> </ul> <p><b>1.2. Sekundær biomasse†</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Mikrobiell biomasse</li> <li>▶ Restprodukter fra jordbruk</li> <li>▶ Restprodukter fra akvatisk biomasse</li> <li>▶ Restprodukter fra skogbruk og skogbasert industri</li> <li>▶ Restprodukter fra natur- og landskapsforvaltning</li> <li>▶ Restprodukter fra resirkulerte bio-baserte produkter</li> <li>▶ Andre organiske restprodukter</li> </ul>	<p><b>2.1. Biokjemisk</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <b>Aerob omdanning</b></li> <li>▶ <b>Anaerob utråtning</b></li> <li>▶ Enzymatisk prosess</li> <li>▶ Fermentering</li> <li>▶ Insektbasert biokonvertering</li> <li>▶ Annen biokjemisk konvertering</li> </ul> <p><b>2.2. Kjemisk</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Katalytisk</li> <li>▶ Esterifisering</li> <li>▶ Hydrogenering</li> <li>▶ <b>Hydrolyse</b></li> <li>▶ Metanisering</li> <li>▶ Kjemisk treforedling</li> <li>▶ Dampreformerings</li> <li>▶ Vannelektrolyse</li> <li>▶ Annen kjemisk konvertering</li> </ul>	<p><b>2.3. Mekanisk og termomekanisk</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Blanding</li> <li>▶ Ekstraksjon</li> <li>▶ Mekanisk og termomekanisk fraksjonering</li> <li>▶ <b>Mekanisk treforedling</b></li> <li>▶ Separasjonsprosesser</li> <li>▶ Andre mekaniske og termomekaniske konverteringer</li> </ul> <p><b>2.4. Termokjemisk</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <b>Forbrenning</b></li> <li>▶ Gassifisering</li> <li>▶ Hydrotermisk flytendegjøring</li> <li>▶ <b>Pyrolyse</b></li> <li>▶ Superkritisk konvertering</li> <li>▶ <b>Torrefisering og karbonisering</b></li> <li>▶ Annen termokjemisk konvertering</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <b>Biokull</b></li> <li>▶ Bio-råolje</li> <li>▶ <b>Biogass</b></li> <li>▶ Biooljer</li> <li>▶ Bio-hydrogen</li> <li>▶ Bio-nafta</li> <li>▶ C5/C6 sukker</li> <li>▶ Karbondioksid</li> <li>▶ Lignin</li> <li>▶ Oljer</li> <li>▶ Organiske fibre</li> <li>▶ Organisk juice</li> <li>▶ Protein</li> <li>▶ Pyrolytisk væske</li> <li>▶ Stivelse</li> <li>▶ Syngass</li> <li>▶ Annen plattform</li> </ul>	<p><b>4.1. Kjemikalier</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Tilsetningsstoffer</li> <li>▶ Agrokjemikalier</li> <li>▶ Byggesteiner</li> <li>▶ Katalysatorer og enzymer</li> <li>▶ Fargestoffer</li> <li>▶ Kosmeseutiske produkter</li> <li>▶ Smak og duftstoffer</li> <li>▶ Smøremidler</li> <li>▶ Næringsstoffer</li> <li>▶ Maling og belegg</li> <li>▶ Legemidler</li> <li>▶ Løsemidler</li> <li>▶ Overflateaktive stoffer</li> <li>▶ Annen kjemisk produkt</li> </ul> <p><b>4.2. Materialer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Komposittmaterialer</li> <li>▶ Fibre</li> <li>▶ Organisk gjødsel</li> <li>▶ Polymerer</li> <li>▶ Harpiks</li> <li>▶ Annen materielt produkt</li> </ul>	<p><b>4.3. Mat</b></p> <p><b>4.4. Dyrefôr</b></p> <p><b>4.5. Energi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Kjølemidler</li> <li>▶ <b>Drivstoff</b></li> <li>▶ <b>Varme</b></li> <li>▶ <b>Kraft</b></li> <li>▶ Annen energiprodukt</li> </ul>

**Grønn tekst** = brukes/lages i storskala i Trøndelag i dag  
**Blå tekst**: nærliggende å ta i bruk







# Vedlegg D: Regelverk

# Regelverket knyttet til håndtering av animalske biprodukter

## Animalske biprodukter

Animalske biprodukter er materiale som ikke er beregnet for humant konsum. Dette kan være rester fra slakting, døde dyr eller annet materiale fra dyr. Regelverket for animalske biprodukter gjelder i utgangspunktet for alle typer dyr, både produksjonsdyr, ville dyr og kjæledyr [1].

## Kategorisering

Animalske biprodukter plasseres i én av tre kategorier, basert på risikoen for at de kan overføre sykdommer til mennesker eller dyr.

- ▶ **Kategori 1** er den høyeste risikokategorien og omfatter materiale som kan være svært farlig for mennesker og dyr. Dette inkluderer for eksempel døde dyr som mistenkes for å være syke, kjæledyr og dyr fra dyrehager.
- ▶ **Kategori 2** er en mellomkategori som omfatter materiale som kan inneholde en viss risiko for sykdomsoverføring. Dette inkluderer for eksempel husdyrgjødsel, animalsk materiale fra slakting og døde dyr som ikke er syke.
- ▶ **Kategori 3** er den laveste risikokategorien og omfatter materiale som ikke er ansett som en risiko for sykdomsoverføring. Dette inkluderer for eksempel hud, skinn og fjær fra slaktede dyr.

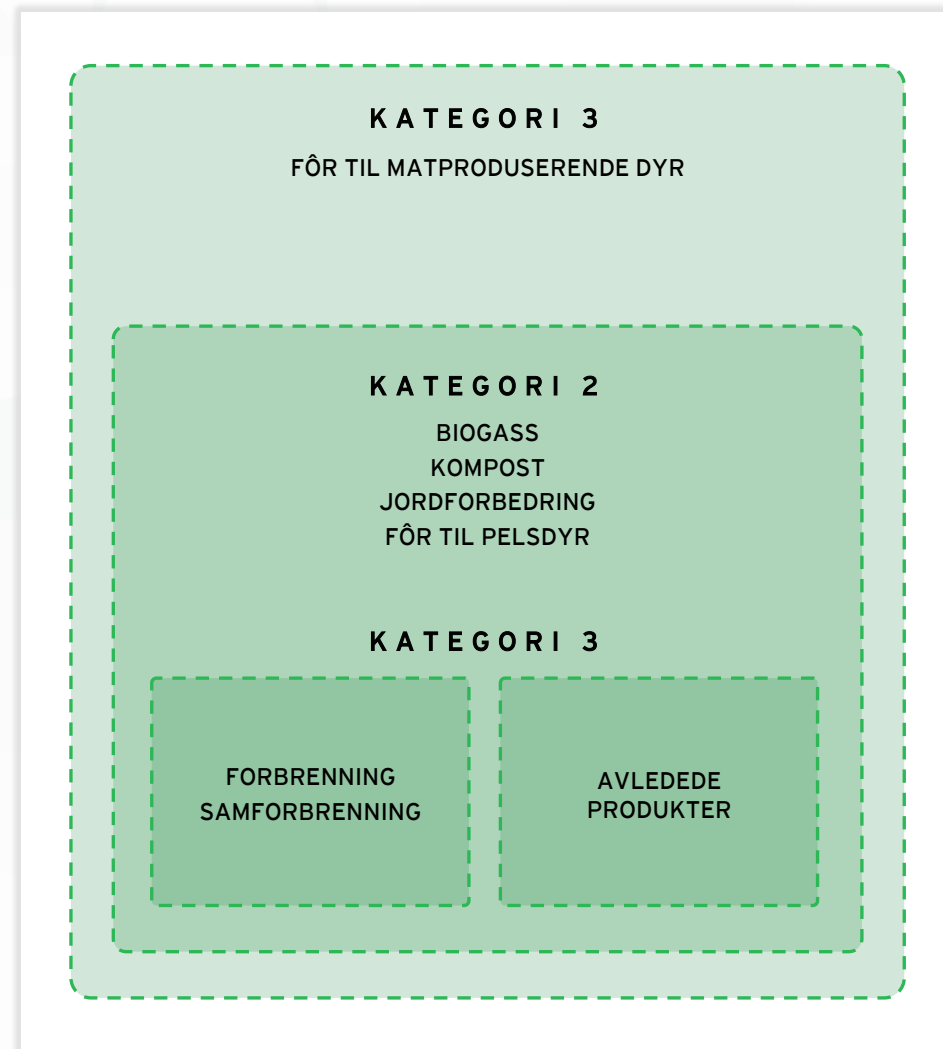
## Blanding av kategorier

Hvis materialer fra ulike kategorier blandes, må blandingen håndteres som den høyeste risikokategorien som blandingen inneholder.

## Håndtering

Håndteringen av animalske biprodukter er regulert av regelverket. Hvilken kategori materialet tilhører, avgjør hvordan det skal håndteres.

- **Kategori 1-materiale** må destrueres på en sikker måte, slik at det ikke kan utgjøre en risiko for mennesker eller dyr
- **Kategori 2-materiale** kan brukes til visse formål, for eksempel til produksjon av biogass eller gjødsel
- **Kategori 3-materiale** kan brukes til en rekke formål, for eksempel til fôr til dyr eller til produksjon av kosmetikk





# Regelverket setter føringer for utnyttelsen av restråstoffer i nye anvendelser

## Det regulatoriske bildet (1/2) Regulering

## Formål

### EU Circular Economy Action Plan

- ▶ EUs nye sirkulære handlingsplan baner vei for et renere og mer konkurransedyktig Europa. Målet med planen er å endre måten vi produserer, forbruker og håndterer produkter for å redusere miljøpåvirkningen, minske avfallsmengder og fremme bærekraftig vekst.
- ▶ Noen av fokusområdene til handlingsplanen er fokus på økt materialgjenvinning og stimulering av sirkulære forretningsmodeller.



### Waste Framework Directive (2008/98/EC)

- ▶ EU-direktivet fastsetter prinsipper for avfallshåndtering, inkludert kravet om å forebygge avfallsproduksjon, fremme gjenvinning og gjenbruk, samt sikre riktig avhending.
- ▶ Det definerer avfallstyper, inkludert farlig avfall, og etablerer prosedyrer for avfallshåndtering, inkludert fiskeslam. Operatører må håndtere avfallet på en miljømessig forsvarlig måte, unngå skade på menneskers helse og miljøet.



### The EU BREF on Waste Treatment

- ▶ Fastsetter bindende minimumsstandarder for ytelse for avfallsbehandlingsinstallasjoner, med sikte på å forhindre / minimere den negative innvirkningen som avfallsbehandlingsoperasjoner kan ha på miljøet.
- ▶ Norge får nye krav til utslipp av avløpsvann fra 4. desember 2023, med ett års gjennomføringsfrist. Dette krever kjemisk rensing og påfølgende håndtering av store mengder slam, som til nå har blitt sluppet ut i sjøen sammen med avløpsvannet



### CSRD and ESRS

- ▶ Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) krever at en rekke selskaper gjennomfører en dobbelt vesentlighetsanalyse i samsvar med europeiske standarder for bærekraftsrapportering (ESRS). Virksomheter må offentliggjøre mer bærekrafts informasjon enn noen gang før, inkludert informasjon om forretningsmodeller, strategi og forsyningskjeder.
- ▶ Selskaper som faller innenfor CSRD skal rapportere all vesentlig informasjon om bærekraftrelaterte risikoer og muligheter i samsvar med gjeldende ESRS.



### EU Green Deal - From farm to fork

- ▶ Farm to Fork-strategien revurderer hele matverdikjeden, fra produksjon til forbruk, for å forbedre bærekraften i hvert trinn i verdikjeden.
- ▶ Resultatet er at matprodusentene må gjøre målinger for å redusere avfall i hele verdikjeden, dette inkluderer en bærekraftig matproduksjon, bærekraftig prosessering, bærekraftig konsum, og bærekraftig avfallsprosessering.



### Industriutslippsdirektivet (IED)

- ▶ Industriutslippsdirektivet er en samling av miljøreguleringer for å begrense utslippene av industrielt avfall og farlige kjemikalier til luft, vann og jord. Det ble først vedtatt av EU i 1996 og har blitt oppdatert flere ganger siden da.
- ▶ Krever at industribedrifter i Europa tar aktive skritt for å minimere utslipp, ved å implementere de beste tilgjengelige teknikkene og metodene for å begrense miljøpåvirkninger. Direktivet stiller også strenge krav til overvåking av utslipp fra industribedrifter.





# Regelverket setter føringer for utnyttelsen av restråstoffer i nye anvendelser

## Det regulatoriske bildet (2/2)

### Formål

#### Gjødselvereforskriften

- ▶ Formålet med denne forskriften er å sikre tilfredsstillende kvalitet på produkter som omfattes av forskriften, forebygge forurensing, helsemessige og hygieniske ulemper ved tilvirkning, lagring og bruk av gjødselvarer, m.m. av organisk opphav og legge til rette for at disse produktene kan utnyttes som en ressurs.
- ▶ Forskriften skal også bidra til en miljøforsvarlig forvaltning av jordsmonnet og ivareta hensynet til biologisk mangfold.



#### Animaliebiproduktforskriften

- ▶ Regulerer håndtering, bruk og avhending av animalie biprodukter i Norge. Animaliebiprodukter som omfattes av forskriften er deler av dyr som ikke er ment for menneskelig konsum og inkluderer blant annet avfall fra slakt og eggproduksjon, bein, huder, fjær, blod, tarm, melk og melkeprodukter. Forskriften har som mål å sikre at animaliebiprodukter håndteres på en miljøvennlig måte, og at deres verdifulle næringsstoffer benyttet gjennom gjødselproduksjon, biodrivstoff, biogass, eller andre bærekraftige måter.

#### Tillatelsesordning for oppdrett

- ▶ Tillatelsesordning for oppdrett er en regulering som krever at enhver som ønsker å etablere et oppdrettsanlegg må skaffe seg en formell tillatelse.
- ▶ Tillatelsen regulerer hvor og hvordan oppdrettsanlegget kan etableres, samt drifts- og miljøforhold som må ivaretas. I Norge er tillatelsesordningen for oppdrett regulert gjennom akvakulturloven og gjennom forskrifter fra Mattilsynet og Miljødirektoratet.

#### Avfallsforskriften

- ▶ Norsk forskrift som regulerer håndtering, transport og avhending av avfall i Norge. Forskriften skal bidra til å fremme en bærekraftig utvikling ved å redusere miljøpåvirkningene og fremme materialgjenvinning og avfallsreduksjon.
- ▶ Forskriften gir detaljerte regler om hvordan avfall skal håndteres, inkludert krav om at avfall skal sorteres og behandles på en miljømessig forsvarlig måte.


#### Gjødselbruk forskrift

- ▶ Regulerer bruk av gjødsel og andre næringsstoffer i jordbruket med sikte på å støtte bærekraftig jordbruk og redusere miljøpåvirkningene. Forskriften angir de generelle kravene for tillatt bruk av gjødsel og fastsetter grenseverdier for mengden av næringsstoffer - som nitrogen og fosfor - som kan brukes på en bestemt jordbruksmark eller avlingen.
- ▶ Det stilles også krav til lagring, transport og spredning av disse næringsstoffene.

#### Biproduktforskriften

- ▶ Regulerer håndteringen av biprodukter, inkludert animalske biprodukter som ikke er ment for øyeblikkelig menneskelig inntak og som dermed kan utgjøre helse- og miljørisiko hvis de ikke blir håndtert forsvarlig.
- ▶ Forskriften angir regler for hvordan biprodukter, som for eksempel avfall fra matvareproduserende virksomheter, jordbruk eller fiskeindustrien, kan tas hånd om på en sikker og bærekraftig måte. Dette inkluderer krav til transport, oppbevaring og bearbeiding av biprodukter samt definisjoner og kategorier av biprodukter.





# Vedlegg E: Relevante selskaper



## Om selskapsoversikten

Tabellene på følgende sider viser en oversikt over selskapene registrert i Trøndelag som potensielt produserer eller forbruker restråstoff, basert på sektorene vurdert i rapporten. Data er hovedsakelig hentet ved bruk av EYs Ortus™ system basert på offentlig tilgjengelig regnskapsdata. Dette har blitt sortert basert på omsetning over 10 MNOK i 2021.

Forbruk og produksjon av restråstoff har blitt vurdert basert på type selskap, informasjon rapportert på selskapenes nettsider, samt direkte informasjon hentet fra noen av de største selskapene. Noen av selskapene (for eksempel oppdrettsselskaper) bruker restråstoff indirekte gjennom fiskefôr kjøpt fra leverandører eller egen produksjon, som er grunnen til at det står «indirekte» i oversikten.

Tabellen viser ikke hvor god håndtering av restråstoff hver enkelt bedrift har i dag, eller tilgjengelighet av restråstoff. For eksempel, som kommentert i rapporten, mye av potensialet ligger i å hente ut restråstoff som er teknisk utilgjengelig i dag, eller å flytte restråstoff fra et eksisterende bruksområde til et annet med høyere verdiskapingsnivå. Det er også mulig at flere selskaper faktisk utnytter restråstoff selv om dette ble ikke oppdaget.



# Selskapsoversikt (1)

Selskapsnavn	Næring (basert på NACE definisjoner)	Produsent av RR?	Forbruker av RR?	Nettside	Driftsinntekter (2021)
NORSKE SKOG SKOGN AS	Papir- og papirvareindustri	Ja	Ja	<a href="https://www.norskeskog.com/about-norske-skog/business-units/europe/norske-skog-skogn">https://www.norskeskog.com/about-norske-skog/business-units/europe/norske-skog-skogn</a>	kr 2 146 891 000
SALMAR FARMING AS AVD FRØYA	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.salmar.no/kontakt-og-presse/kontaktinfo/">https://www.salmar.no/kontakt-og-presse/kontaktinfo/</a>	kr 1 708 342 924
MÅSØVAL FISKEOPPDRETT AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.masoval.no/">https://www.masoval.no/</a>	kr 1 089 556 000
SINKABERG-HANSEN AS HAVBRUK OG ADMINISTRASJON	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.salmar.no/en/front-page/">SinkabergHansen AS   Oppdrettsselskap   Helgeland- og Namdalskysten</a>	kr 1 056 345 789
SALMAR FARMING AS AVD REVSNES	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.salmar.no/en/front-page/">https://www.salmar.no/en/front-page/</a>	kr 986 116 647
BJØRØYA AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.bjoroya.no/">https://www.bjoroya.no/</a>	kr 683 330 000
MM KARTON FOLLACELL AS	Papir- og papirvareindustri	Ja	Ja	<a href="https://www.folla.no/">Forside - FollaCell</a>	kr 591 383 000
INNTRÉ AS AVD STEINKJER	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="https://www.inntre.no/">Trøndelags største trevareleverandør - InnTre Kjeldstad</a>	kr 590 961 290
EMILSEN FISK AS AVD PRODUKSJON	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Ja	<a href="https://www.emilsen.no/">Hovedside - Emilsen Fisk AS</a>	kr 585 882 000
AQUALINE AS AVD HITRA	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	NA	kr 513 808 593
RANHEIM PAPER & BOARD AS AVD PAPIR OG PAPP RANHEIM	Papir- og papirvareindustri	Ja	Ja	<a href="https://www.ranheimpaper.com/">frontpage - Ranheim Paper &amp; Board (ranheim-pb.no)</a>	kr 497 984 705
INFINITUM AS AVD TRONDHEIM	Avfallshåndtering	Nei	Nei	<a href="https://www.innitum.no/">Innitum</a>	kr 446 139 684
MOELVEN VAN SEVEREN AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Ja	<a href="https://www.moelven.no/">Moelven Van Severen AS</a>	kr 437 850 000
MOWI AVD BJUGN	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.mowi.com/">Home - Mowi Company Website</a>	kr 416 775 172
NORWEGIAN FISHFARMING TECHNOLOGIES AS	Fiske, fangst og akvakultur	Nei	Nei	<a href="https://nofitech.com/en/front-page/">https://nofitech.com/en/front-page/</a>	kr 409 342 000
MOWI AVD FRØYA	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Ja	<a href="https://www.mowi.com/">Home - Mowi Company Website</a>	kr 393 620 996
LERØY MIDT AS AVD HITRA	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Ja	<a href="https://www.leroyseafood.com/#">https://www.leroyseafood.com/#</a>	kr 366 132 162
REFSNES LAKS AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Potensielt	<a href="https://www.refsnelaks.com/">Refsnes Laks</a>	kr 363 669 000
SKANSKA HUSFABRIKKEN AS	Trelast- og trevareindustri	Potensielt	Potensielt	<a href="https://www.skanska.no/hva-vi-gjor/spesialister-og-datterselskaper/skanska-husfabrikken/">https://www.skanska.no/hva-vi-gjor/spesialister-og-datterselskaper/skanska-husfabrikken/</a>	kr 335 562 000
INNTRÉ AS AVD VERDAL	Trelast- og trevareindustri	Ja	Potensielt	<a href="https://www.inntre.no/">https://www.inntre.no/</a>	kr 329 388 260
LERØY MIDT AS AVD HEMNE	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.leroyseafood.com/#">https://www.leroyseafood.com/#</a>	kr 321 943 797
STØREN TREINDUSTRI AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Potensielt	<a href="https://www.storen-treindustri.no/">storen-treindustri.no   Norges mest automatiserte husprodusent</a>	kr 318 749 000
SALMAR FARMING AS AVD BESSAKER	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.salmar.no/en/front-page/">https://www.salmar.no/en/front-page/</a>	kr 305 557 271
RETURA TRV AS	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="https://www.retura.no/">Retura TRV - Miljøriktige avfalls løsninger for din bedrift</a>	kr 296 330 000
SALMAR FARMING AS AVD HITRA	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.salmar.no/en/front-page/">https://www.salmar.no/en/front-page/</a>	kr 291 668 304
LERØY MIDT AS AVD SNILLFJORD	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.leroyseafood.com/#">https://www.leroyseafood.com/#</a>	kr 265 130 186
SALMAR FARMING AS AVD NAMSENLAKS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.salmar.no/en/front-page/">https://www.salmar.no/en/front-page/</a>	kr 263 890 370
AQS AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Nei	<a href="https://www.aqs.no/">AQS AS - Ledende leverandør av servicetjenester til havbruk og andre aktører.</a>	kr 262 888 000
MOWI AVD SNILLFJORD	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Ja	<a href="https://www.mowi.com/">Home - Mowi Company Website</a>	kr 254 695 939
TRONDHEIM RENHOLDSVERK AS INNSAMLING AV IKKE-FARLIG AVFALL	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="https://www.renholdsverk.no/">Trondheim Renholdsverk - Renovasjon i Trondheim kommune (trv.no)</a>	kr 254 053 704
VARDE FISKEOPPDRETT AS AVD TRONDHEIM	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Potensielt	NA	kr 243 874 167
SALMAR FARMING AS AVD FLATANGER	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.salmar.no/en/front-page/">SalMar - Passion for Salmon</a>	kr 236 112 437
RANHEIM PAPER & BOARD AS AVD PAPIRVAREFABRIKK RANHEIM	Papir- og papirvareindustri	Ja	Ja	<a href="https://www.ranheimpaper.com/">frontpage - Ranheim Paper &amp; Board (ranheim-pb.no)</a>	kr 230 129 295
AQUAGEN AS AVD KYRKSÆTERØRA	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Nei	<a href="https://www.aquagen.no/">Heim - AquaGen</a>	kr 223 425 761
RINDALSLIST AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Potensielt	<a href="https://www.rindalslist.no/">Forside   Rindalslist AS   Norges beste utvalg i listverk</a>	kr 223 174 000
LERØY MIDT AS AVD HALSANAUSTAN	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.leroyseafood.com/#">https://www.leroyseafood.com/#</a>	kr 220 941 822
SALMAR SETTEFISK AS AVD FOLLA	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Potensielt	<a href="https://www.salmar.no/en/front-page/">https://www.salmar.no/en/front-page/</a>	kr 216 682 991
AS AQUA	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Potensielt	NA	kr 210 020 000
MOWI AVD FOSNES	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.mowi.com/">Home - Mowi Company Website</a>	kr 202 599 042
LERØY MIDT AS AVD FRØYA	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.leroyseafood.com/#">https://www.leroyseafood.com/#</a>	kr 195 691 328
KNUTSHAUGFISK AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Potensielt	NA	kr 176 007 000
LIAN TREVAREFABRIKK AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Potensielt	<a href="https://www.lian.no/">ny-hjem - Lian</a>	kr 172 197 149
MOWI AVD MATFISK LEKA	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.mowi.com/">Home - Mowi Company Website</a>	kr 167 867 778
MOWI AVD OSEN	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.mowi.com/">Home - Mowi Company Website</a>	kr 167 867 778
ERVIK LAKS OG ØRRET AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Potensielt	NA	kr 167 714 000
VEGLO AS	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="https://www.veglo.no/">Veglo AS - Transport og avfallshåndtering i Trøndelag</a>	kr 165 566 000
SALMAR FARMING AS AVD HALSANAUSTAN	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.salmar.no/en/front-page/">https://www.salmar.no/en/front-page/</a>	kr 152 778 635
MOWI AVD MATFISK NÆRØY	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.mowi.com/">Home - Mowi Company Website</a>	kr 150 502 146
NORSK GJENVINNING AS AVD TRONDHEIM	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="https://www.gjenvinning.no/">Norsk Gjenvinning: Løsninger for bedriftskunder</a>	kr 146 741 332

# Selskapsoversikt (2)

Selskapsnavn	Næring (basert på NACE definisjoner)	Produsent av RR?	Forbruker av RR?	Nettside	Driftsinntekter (2021)
OPPDRETTNERNES MILJØSERVICE AS	Fiske, fangst og akvakultur	Potensielt	Nei	NA	kr 146 655 000
WESTGAARD ISAK D AS	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">Westgaard</a>	kr 142 535 000
OVERHALLA HUS AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">Overhalla Hus - Vi bygger et hjem</a>	kr 140 555 000
SALMAR FARMING AS AVD VALLERSUND	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.salmar.no/en/front-page/">https://www.salmar.no/en/front-page/</a> <a href="#">Trondhjems Eskefabrikk - Emballasje og kartong for næringsmiddelindustrien</a> <a href="#">(eskefabrikken.com)</a>	kr 138 889 669
TRONDHJEMS ESKEFABRIKK AS	Papir- og papirvareindustri	Potensielt	Potensielt	NA	kr 135 674 000
FLATANGER SETTEFISK AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	NA	kr 128 808 000
MIDTRE NAMDAL AVFALLSSELSKAP IKS AVD OVERHALLA	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">MNA - Private (mna-no.translate.goog)</a>	kr 124 077 000
STENA RECYCLING AS AVD HOMMELVIK	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">Gjenvinning Trondheim   Stena Recycling</a>	kr 121 740 628
MOWI AVD STADSBYGD	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="#">Home - Mowi Company Website</a>	kr 121 559 425
INNHERRED RENOVASJON IKS AVD ANLEGG MULE	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">Mule sorteringsanlegg - Innherred Renovasjon</a>	kr 121 549 604
LERØY MIDT AS AVD AAKVIK	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.leroyseafood.com/#">https://www.leroyseafood.com/#</a>	kr 119 939 846
LERØY MIDT AS AVD LENSVIK MATFISK	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.leroyseafood.com/#">https://www.leroyseafood.com/#</a>	kr 119 939 846
HUGAAS RUGERI AS AVD SOKNEDAL	Jordbruk, tilhør. tjenester, jakt	Ja	Potensielt	NA	kr 119 319 000
REMIKT IKS AVD ORKDAL	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="https://www.remidt.no/">https://www.remidt.no/</a>	kr 115 759 688
LILLERØNNING SNEKKERIFABRIKK AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">Lillerønning - Kvalitet for fremtiden (lilleronning.no)</a>	kr 114 472 000
SB SKOG AS AVD STEINKJER	Skogbruk og tilhørende tjenester	Ja	Nei	<a href="#">SB Skog</a>	kr 113 205 257
AQUAGEN AS AVD TRONDHEIM	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Potensielt	<a href="#">AquaGen   Fra vitenskap til matfat</a>	kr 111 712 881
PETER HEPSØ REDERI AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Nei	NA	kr 106 856 000
MOWI AVD FLATANGER	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="#">Home - Mowi Company Website</a>	kr 104 193 793
RØROS DØRER OG VINDUER AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">Velkommen til Røros dør og vindu   Røros dør og vindu (rorosdv.no)</a>	kr 99 998 000
TRØNDERBAS AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Nei	NA	kr 97 320 000
MOWI AVD ROAN	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="#">Home - Mowi Company Website</a>	kr 92 616 705
VIKAN SETTEFISK AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="#">Vikan Settefisk - Salmon Group</a>	kr 92 507 000
ØVERBYGG AS AVD SNÅSA	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">Øverbygg (overbygg.no)</a>	kr 91 592 647
NORSK LIMTRE AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">Norsk Limtre</a>	kr 90 954 000
MOWI AVD SETTEFISK KONGSMOEN	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="#">Home - Mowi Company Website</a>	kr 86 828 161
OSAN SETTEFISK AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	NA	kr 84 461 000
LIAN TREVAREFABRIKK AS AVD MERÅKER	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">ny-hjem - Lian</a>	kr 84 126 851
NÆSBØ SKOG AS	Skogbruk og tilhørende tjenester	Ja	Nei	<a href="#">Hjem   Næsbø skog AS (nesboskog.no)</a>	kr 83 825 000
FROSTAGRØNT AS	Jordbruk, tilhør. tjenester, jakt	Ja	Potensielt	<a href="#">Frostagrønt   Agurk i særklasse (frostagrønt.no)</a>	kr 81 270 000
RETURA NT AS	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">Retura NT - Et miljø i balanse (retura-nt.no)</a>	kr 78 864 000
ERVIK KOLBJØRN OG SØNNER A/S	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Nei	NA	kr 78 226 000
SKIPNES ETIKETT AS	Papir- og papirvareindustri	Potensielt	Potensielt	<a href="#">Skipnes Etikett - Vi etiketterer Norge</a>	kr 77 319 000
SALMAR SETTEFISK AS AVD LANGSTEIN	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.salmar.no/en/front-page/">https://www.salmar.no/en/front-page/</a>	kr 77 042 841
SKOGMO BRUK AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">AS Skogmo Bruk</a>	kr 75 386 000
SELBUHUS INDUSTRIER AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">En fleksibel ferdighus leverandør - Selbuhus - Et godt hjem</a>	kr 73 931 000
RETURA IR AS AVD LEVANGER	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">Retura IR - Beste avfalls løsninger i Innherred</a>	kr 72 965 000
NORCOD AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="#">Home   Norcod</a>	kr 72 633 000
FOSEN RENOVASJON IKS	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">Forside - Fosen Renovasjon IKS</a>	kr 71 348 000
LERØY MIDT AS AVD SKORILD	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.leroyseafood.com/#">https://www.leroyseafood.com/#</a>	kr 69 438 858
STATSKOG GLOMMA AS	Skogbruk og tilhørende tjenester	Ja	Nei	<a href="#">Kontakt   Statskog</a>	kr 65 229 000
SELBU BYGGTRE AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">Hjem (selbu-byggtre.no)</a>	kr 64 983 000
NEPTUN SETTEFISK AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="#">Hjem   Neptunsalmo</a>	kr 64 892 000
TRV GRUPPEN AS	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">Om TRV Gruppen - TRV Gruppen AS</a>	kr 64 026 000
MOWI AVD SETTEFISK SALSBRUKET	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="#">Home - Mowi Company Website</a>	kr 63 673 985
LERØY MIDT AS AVD BOTN	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.leroyseafood.com/#">https://www.leroyseafood.com/#</a>	kr 63 126 235
INNHERRED RENOVASJON IKS AVD STJØRDAL GJENVINNINGSSSTASJON	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">Stjørdal gjenvinningsstasjon - Innherred Renovasjon</a>	kr 60 774 802
CONTAINERSERVICE OTTERSØY AS	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">Oceanize - a sea change</a>	kr 59 968 000
FRANZFOSS GJENVINNING AS AVD LADE	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">Vi tar vare på fremtiden   Franzfoss   Franzfoss</a>	kr 59 662 958
E.A. SMITH AS AVD SMITH ELEMENTBYGG	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">Leverandør av stål, metall, armering og byggevarer - E.A. Smith   E.A. Smith</a>	kr 57 956 474

## Selskapsoversikt (3)

Selskapsnavn	Næring (basert på NACE definisjoner)	Produsent av RR?	Forbruker av RR?	Nettside	Driftsinntekter (2021)
E.A. SMITH AS AVD SMITH ELEMENTBYGG	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">Leverandør av stål, metall, armering og byggevarer - E.A. Smith   E.A. Smith</a>	kr 57 956 474
RETURA MIDT AS AVD ORKANGER	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">Hjem - Retura Midt (retura-midt.no)</a>	kr 57 148 667
LERØY MIDT AS AVD LENSVIK	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.leroyseafood.com/#">https://www.leroyseafood.com/#</a>	kr 56 813 611
MERAKER BRUG AS (STATSSKOG MERAKER)	Skogbruk og tilhørende tjenester	Ja	Nei	<a href="#">Kjøpet av AS Meraker Brug   Om Statskog   Statskog</a>	kr 56 736 000
RE MIDT IKS AVD MELHUS	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">Hofstad gjenvinningsstasjon, Melhus - ReMidt</a>	kr 56 593 625
ÅSEN SETTEFISK AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="#">Made by Nature. Pioneered by Måsøval. (masoval.no)</a>	kr 51 404 000
LERØY MIDT AS AVD SALSNES	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.leroyseafood.com/#">https://www.leroyseafood.com/#</a>	kr 50 500 988
RINDALSHYTTER AS AVD RINDAL	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">Hjem - Rindalshytter</a>	kr 49 661 682
ECOPRO AS	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">Forside - Ecopro</a>	kr 48 879 000
RE MIDT IKS AVD HITRA/FRØYA	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">ReMidt - Sammen om framtidens avfallsløsninger</a>	kr 48 876 312
INN TRE AS AVD SNÅSA	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	NA	kr 48 439 450
ØYHEIM HØVLERI AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">Øyheim Høvleri AS (oyheim.no)</a>	kr 48 258 000
NAMDAL RENSEFISK AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="#">Namdal Rensefisk</a>	kr 47 721 000
VIKEN ØSTRE AS	Jordbruk, tilhør. tjenester, jakt	Ja	Potensielt	<a href="#">Krydderurter og salater, naturlig dyrket uten sprøytemidler (vikengartneri.no)</a>	kr 46 627 000
OTRETEK AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Potensielt	<a href="#">Otretek AS</a>	kr 45 726 000
MOELVEN MODUS AS AVD TRONDHEIM	Trelast- og trevareindustri	Ja	Potensielt	<a href="#">Om Moelven Modus</a>	kr 44 727 734
IDEHYTTA AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">Idehytta   Hytteliverandør</a>	kr 41 791 000
SALMAR FARMING AS AVD TRONDHEIM	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.salmar.no/en/front-page/">https://www.salmar.no/en/front-page/</a>	kr 41 666 901
LIERNE TRE AS	Skogbruk og tilhørende tjenester	Ja	Nei	<a href="#">Forside for 2020 - Lierne Tre</a>	kr 41 644 000
BRUSØYSKJÆR AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Nei	NA	kr 41 098 000
T.M. SLUNGÅRD SAG & HØVLERI AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">T.M Slungård - T.M Slungård (slungaard.no)</a>	kr 40 526 000
NEWI AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Nei	NA	kr 40 183 000
FRISK SALAT AS	Jordbruk, tilhør. tjenester, jakt	Ja	Potensielt	<a href="#">Frisk Salat fra Frosta (frisk-salat.no)</a>	kr 39 214 000
KARTONAGE AS	Papir- og papirvareindustri	Ja	Potensielt	<a href="#">Kartonage</a>	kr 38 652 000
SALMONOR SETTEFISK AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	NA	kr 37 972 000
SB SKOG AS AVD STØREN	Skogbruk og tilhørende tjenester	Ja	Nei	<a href="#">SB Skog</a>	kr 37 735 086
ØYPALL AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	NA	kr 37 234 000
SANDE HUS OG HYTTAR AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">Sande Hus og Hytter</a>	kr 36 300 000
MÅSØVAL SETTEFISK AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="#">Made by Nature. Pioneered by Måsøval. (masoval.no)</a>	kr 35 812 000
INNHERRED RENOVASJON IKS AVD VERDAL GJENVINNINGSTASJON	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">Innherrred Renovasjon</a>	kr 35 288 595
ALLSKOG ENTREPRENØR AS	Skogbruk og tilhørende tjenester	Ja	Nei	<a href="#">Allskog Entreprenør - Allskog</a>	kr 35 055 000
STJERN BYGG AS AVD PRODUKSJON TAKSTOLER	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">STJERN BYGG AS - Stjern Entreprenør AS</a>	kr 34 955 586
KYSTMILJØ AS AVD TRONDHEIM	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">Kystmiljø   Spesialister på henting av restråstoff (kmiiljo.no)</a>	kr 34 882 500
ARVE GUTTELVIK AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Nei	NA	kr 34 646 000
STENER HEPSØ FISKEBÅTREDERI AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Nei	NA	kr 33 510 000
INDERØY HØNSERI AS	Jordbruk, tilhør. tjenester, jakt	Ja	Potensielt	NA	kr 32 406 000
ALLSKOG BIO AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Ja	<a href="#">Allskog Bio - Allskog</a>	kr 32 032 000
FOSEN GJENVINNING AS	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">Fosen Gjenvinning - Vårt hovedområde er skipsopphugging, samt kjøp og salg av brukt</a>	kr 31 714 000
LERØY MIDT AS AVD SAGA	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="#">båtutstyr, motorer etc.</a>	kr 31 563 117
RAGN SELLS AS AVD MIDT-NORGE	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="https://www.leroyseafood.com/#">https://www.leroyseafood.com/#</a>	kr 31 417 554
NORDAN AS AVD TRONDHEIM	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">Avfallsløsninger og containerutleie (ragnsells.no)</a>	kr 31 417 554
SKEIE BYGG AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">NorDan -</a>	kr 30 107 481
TRØNDERSMOLT AS AVD SUNNSKJØR	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="#">Skeie Bygg AS   Bolighus, næringsbygg, hytter og garasjer</a>	kr 29 866 000
SKORSTAD SETTEFISK AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	NA	kr 29 172 000
DRIVSTUA GARTNERI AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="#">Namdal Settefisk A/S</a>	kr 28 527 000
RAGN SELLS AS AVD FRØYA	Jordbruk, tilhør. tjenester, jakt	Ja	Potensielt	<a href="#">Blomsterlevering   Blomsterlevering fra Drivstua Gartneri i Trondheim</a>	kr 27 130 000
AG-TRE AS	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">Avfallsløsninger og containerutleie (ragnsells.no)</a>	kr 26 929 332
ARNØYFJORD AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">Panel og kledning   Agtre   Trøndelag</a>	kr 26 208 000
HITRAMAT FARMING AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Nei	NA	kr 26 167 000
LEVANGER DRIFT OG MONTASJE AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="#">Hitramat - Kvalitetskrabbe fra Hitra, Norge</a>	kr 25 746 000
OLDEN OPPDRETTSANLEGG AS	Jordbruk, tilhør. tjenester, jakt	Nei	Ja	<a href="#">Forside   Levanger Drift og Montasje AS (l-d-m.no)</a>	kr 25 621 000
	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	NA	kr 25 348 000





# Selskapsoversikt (4)

Selskapsnavn	Næring (basert på NACE definisjoner)	Produsent av RR?	Forbruker av RR?	Nettside	Driftsinntekter (2021)
VIKAHAV AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Nei	NA	kr 25 311 000
HØIBY SNEKKERI AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">Høyby Snekkeri   Ikke bare praktiske, men også vakre... (hoibysnekkeri.no)</a>	kr 25 269 000
LETHUS AS	Trelast- og trevareindustri	Potensielt	Nei	<a href="#">Letthus AS - Norskproduserte arbeidsbrakker</a>	kr 25 178 000
HAMMER PLANTESKOLE & HAGESENTER AS	Jordbruk, tilhør. tjenester, jakt	Potensielt	Potensielt	<a href="#">Hammer Planteskole   Trøndelags største planteutvalg</a>	kr 24 518 000
MERÅKER GRØNT AS	Jordbruk, tilhør. tjenester, jakt	Ja	Potensielt	NA	kr 24 122 000
VANGBERG GARTNERI AS	Jordbruk, tilhør. tjenester, jakt	Ja	Potensielt	NA	kr 23 442 000
STATLAND SETTEFISK AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="#">Namdal Settefisk A/S</a>	kr 22 887 000
TRØNDESKOG AS	Skogbruk og tilhørende tjenester	Ja	Nei	NA	kr 22 447 000
NRS FARMING AS AVD TRONDHEIM	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="#">Arctic Offshore Farming</a>	kr 22 372 066
SLETTÅS VANN- OG AVLØPSTEKNIKK AS	Håndtering av avløpsvann	Nei	Ja	<a href="#">Slettås VA Teknikk   Slamtømming · Tankrengjøring · Supersuging (slettaas.com)</a>	kr 22 174 000
TRØNDERHAV AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Nei	NA	kr 21 969 000
STAUPSLIA HAGESENTER AS	Jordbruk, tilhør. tjenester, jakt	Ja	Nei	<a href="#">Hageland Levanger   Hageland</a>	kr 21 492 000
EGIL JR AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Nei	NA	kr 21 116 000
VEMUNDVIK SNEKKERFABRIKK AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">Vemundvik Snekkerfabrikk AS - SOLID KVALITET GJENNOM LANGE TRADISJONER</a>	kr 20 857 000
HAWI AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Nei	NA	kr 20 772 000
PH TAKSTOLER AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">Om oss - TreeCon</a>	kr 20 675 000
TRONDHEIM RENHOLDSVERK AS INNSAMLING AV FARLIG AVFALL	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">Trondheim Renholdsverk (trv.no)</a>	kr 20 324 296
SALMAR GENETICS AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.salmar.no/en/front-page/">https://www.salmar.no/en/front-page/</a>	kr 20 057 000
EKRA GARTNERI OG HAGESENTER AS	Jordbruk, tilhør. tjenester, jakt	Ja	Nei	<a href="#">Ekra Gartneri &amp; Hagesenter</a>	kr 20 009 000
RØROSHYTTA AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">Rørøshytta   Laftede tømmerhytter (roroshytta.no)</a>	kr 19 625 000
SALMAR SETTEFISK AS AVD OSEN	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="https://www.salmar.no/en/front-page/">https://www.salmar.no/en/front-page/</a>	kr 19 260 710
ØKSNESFISK AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Nei	NA	kr 19 030 000
TYDAL TRAPPEFABRIKK AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">Tydal   Trapperingen</a>	kr 18 986 000
JØNLAND AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">Hjem - Jønland (jonland.no)</a>	kr 18 884 000
VÆRDALSBRUKET AS	Skogbruk og tilhørende tjenester	Ja	Nei	<a href="#">Hjem - Værdalsbruket AS (verdalsbruket.no)</a>	kr 18 602 000
NORDIC GARDEN AS PRODUKSJON NAMDALSEID	Trelast- og trevareindustri	Ja	Potensielt	NA	kr 18 190 000
HEDALM ANEBYHUS AS AVD TRONDHEIM	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">Ferdighus til fastpris   Hedalm Anebyhus (hedalm-anebyhus.no)</a>	kr 18 166 727
SIKKER SKOGRYDDING AS	Skogbruk og tilhørende tjenester	Ja	Nei	NA	kr 17 979 000
LIERNE UTMARKSERVICE AS	Skogbruk og tilhørende tjenester	Ja	Nei	<a href="#">Lierne Utmarkservice - skog- og anleggssentreprenør</a>	kr 17 978 000
RETURA MIDT AS AVD MELHUS	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">Hjem - Retura Midt (retura-midt.no)</a>	kr 17 144 600
RETRANS MIDT AS AVD NAMSOS	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">Forside - ReTrans Midt AS</a>	kr 17 099 106
RETRANS MIDT AS AVD ORKANGER	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">Forside - ReTrans Midt AS</a>	kr 17 099 106
VIKANS PRODUKSJON AS	Jordbruk, tilhør. tjenester, jakt	Ja	Potensielt	<a href="#">Velkommen til Vikans Gartneri - Vikans Gartneri AS - www.vikans.no</a>	kr 16 572 000
SØPPELSEKK AS	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">Søppelsekk AS (soppelsekk.no)</a>	kr 16 222 000
ORKDAL GJENVINNING AS	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">Orkdal Gjenvinning AS</a>	kr 16 221 000
BRATTSKJÆR AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Nei	NA	kr 15 885 000
REMIKT IKS AVD MELDAL	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">ReMidt - Sammen om framtidens avfalls løsninger</a>	kr 15 434 625
TINE SA AVD ÅFJORD	Jordbruk, tilhør. tjenester, jakt	Ja	Nei	<a href="#">TINE.no</a>	kr 15 375 972
JULE MASKIN & SKOGSDRIFT AS	Skogbruk og tilhørende tjenester	Ja	Nei	<a href="#">Jule Maskin &amp; Skogsdrift - Kommunenvår.no (kommunenvår.no)</a>	kr 15 373 000
RØROS CONTAINER OG MILJØ AS	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">Hjem (rcmi.no)</a>	kr 15 122 000
HOVSTEN CONT & GJENVINNING AS	Avfallshåndtering	Nei	Ja	NA	kr 14 974 000
STIG HARRY AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Nei	NA	kr 14 634 000
BJØRØYVÆR AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Nei	NA	kr 14 556 000
ESPEN NILSEN AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Nei	NA	kr 14 518 000
STIKLESTAD HAGESENTER AS	Jordbruk, tilhør. tjenester, jakt	Ja	Potensielt	<a href="#">Hjem - Stiklestad Hagesenter - ditt lokale hagesenter på nett og i butikk</a>	kr 14 033 000
HAUKVIK GENBANK AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="#">Haukvik Genbank AS &amp; Haukvik.no &amp;</a>	kr 13 949 000
MOHOLT TRANSPORT & MASKIN AS	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">- gunnar moholt maskin og transport (moholt-transport.no)</a>	kr 13 623 000
TROND IVERSEN AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Nei	NA	kr 13 607 000
FALLMYR GARTNERI	Jordbruk, tilhør. tjenester, jakt	Ja	Potensielt	<a href="#">Gartneri og anleggsgartner for Fosen og Trondheim (fallmyrgartneri.no)</a>	kr 13 446 000
SEWI AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Nei	NA	kr 13 406 000



# Selskapsoversikt (5)

Selskapsnavn	Næring (basert på NACE definisjoner)	Produsent av RR?	Forbruker av RR?	Nettside	Driftsinntekter (2021)
WORMDAL PLANTESKOLE OG HAGESENTER AS	Jordbruk, tilhør. tjenester, jakt	Ja	Potensielt	NA	kr 13 365 000
LYNGSTAD HØNSERI AS	Jordbruk, tilhør. tjenester, jakt	Ja	Potensielt	<a href="#">Lyngstad Hønseri AS - Inderøy Utvikling (inderoyutvikling.no)</a>	kr 13 345 000
RØRVIK FISK KYSTMILJØ AS	Fiske, fangst og akvakultur	Nei	Ja	<a href="#">RØRVIK - HJEM (rff.no)</a>	kr 13 035 000
AGLEN SETTEFISK AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="#">Namdal Settefisk A/S</a>	kr 12 837 000
SØRLI SKOG AS	Skogbruk og tilhørende tjenester	Ja	Nei	NA	kr 12 521 000
ÅFJORD GARTNERI AS	Jordbruk, tilhør. tjenester, jakt	Ja	Potensielt	NA	kr 12 397 000
MASKE EMBALLASJEFABRIKK AS	Papir- og papirvareindustri	Ja	Potensielt	<a href="#">Emballasje Maske   Dyktige fagfolk - smarte løsninger</a>	kr 12 156 000
TRØNDERELEMENT AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">Home   M&amp;B Remodeling (t-e.no)</a>	kr 12 129 000
TRØNDELAG KYLLINGOPPDRETT AS	Jordbruk, tilhør. tjenester, jakt	Ja	Potensielt	NA	kr 11 983 000
RUNE MORTEN BAKKE	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Nei	NA	kr 11 955 000
TINE SA AVD TRM KOLVEREID	Jordbruk, tilhør. tjenester, jakt	Ja	Nei	<a href="#">TINE.no</a>	kr 11 531 979
FRETEX MILJØ AS AVD HEGGSTADMYRA TRONDHEIM	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">Velkommen til Fretex   Fretex.no</a>	kr 11 424 135
BLÅFJELL DRIFT AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Indirekte	<a href="#">Blåfjell AS   Fjellrøye fra Lierne   Eksklusiv mat med god samvittighet (blafjell.no)</a>	kr 11 376 000
LARS VIKEN GARTNERI AS	Jordbruk, tilhør. tjenester, jakt	Ja	Nei	<a href="#">Lars Viken Gartneri   Ytre Viken Gartneri Frosta</a>	kr 11 335 000
SKOGPLANTER MIDT - NORGE AS AVD KVATNINGEN	Skogbruk og tilhørende tjenester	Ja	Potensielt	<a href="#">Skogplanter Midt-Norge AS - Skogplanter (spmn.no)</a>	kr 11 274 000
FOSENG ERLING TREINDUSTRI AS	Trelast- og trevareindustri	Ja	Nei	<a href="#">Fosseng Treindustri</a>	kr 11 232 000
STATSKOG NAMSOS	Skogbruk og tilhørende tjenester	Ja	Nei	<a href="#">Vi sikrer fellesskapets verdier for framtida   Statskog</a>	kr 11 106 389
STATSKOG TRØNDELAG	Skogbruk og tilhørende tjenester	Ja	Nei	<a href="#">Vi sikrer fellesskapets verdier for framtida   Statskog</a>	kr 11 106 389
RETRANS MIDT AS AVD KOLVEREID	Avfallshåndtering	Nei	Ja	<a href="#">Forside - ReTrans Midt AS</a>	kr 10 686 941
NAMDAL SETTEFISK AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Potensielt	<a href="#">Namdal Settefisk A/S</a>	kr 10 471 000
HOGST AS	Skogbruk og tilhørende tjenester	Ja	Nei	<a href="#">Trefelling i Trøndelag- Hogst AS</a>	
TRØNDERFOR	Jordbruk, tilhør. tjenester, jakt	Nei	Ja	<a href="#">Trønderfor (xn--trnderfor-m8a.no)</a>	
GRØNNE FOLK	Produksjon av matvarer	Nei	Ja	<a href="#">Grønne folk   Grønne Folk (gronnefolk.no)</a>	
MØLLERENS	Produksjon av matvarer	Ja	Nei	<a href="#">Hjem - Møllerens (mollerens.no)</a>	
FELLESKJØPET	Jordbruk, tilhør. tjenester, jakt	Ja	Ja	<a href="#">Felleskjøpet - kunnskap og kvalitet   Felleskjøpet.no (felleskjopet.no)</a>	
FORFOEDLING	Jordbruk, tilhør. tjenester, jakt	Nei	Ja	<a href="#">forfoedling.no</a>	
ISFJORD	Produksjon av matvarer	Ja	Ja	<a href="#">ISFJORD NORWAY AS</a>	
ABELVÆR FILETFABRIKK	Produksjon av matvarer	Ja	Nei	NA	
KRÅKØY SLAKTERI AS	Fiske, fangst og akvakultur	Ja	Nei	<a href="#">Kråkøy Slakteri (krakoy.no)</a>	
NUTRIMAR HOLDING AS	Fiske, fangst og akvakultur	Nei	Ja	<a href="#">Nutrimar AS</a>	kr 4 246 000
SCANBIO	Fiske, fangst og akvakultur	Nei	Ja	<a href="#">Fish silage   We create animal nutrition and green energy from fish waste (scanbio.com)</a>	
GRANDE SJØMAT AS	Produksjon av matvarer	Ja	Nei	NA	
NORGESKJELL	Produksjon av matvarer	Ja	Nei	<a href="#">Norgeskjell - Blåskjell fra Norske fjorder</a>	
GRØNTVEDT PELAGIC	Produksjon av matvarer	Ja	Nei	<a href="#">Hjem - Grøntvedt Pelagic (grontvedt.no)</a>	
GRØNTVEDT NUTRI	Fiske, fangst og akvakultur	Nei	Ja	<a href="#">Grøntvedt Nutri (grontvedtnutri.no)</a>	
NUTRISHELL	Fiske, fangst og akvakultur	Nei	Ja	<a href="#">NutriShell - For animal health</a>	
GRØNTVEDT BIOTECH	Fiske, fangst og akvakultur	Nei	Ja	<a href="#">About us   Grøntvedt (grontvedtbiotech.no)</a>	
BIOKRAFT	Produksjon av gass; distribusjon av gass	Nei	Ja	<a href="#">Home   Biokraft</a>	

INTRODUKSJON		Hovedfunn	
15	[1] Malm - Antec Biogas	33	[1] <a href="#">BarkBuild Wood protection</a> [2] <a href="#">Sustainability 2019 - 11(16)</a> [3] <a href="#">NIBIO - De viktigste egenskapene til brensel fra skogen - 2017</a> [4] <a href="#">Aske kan bli vei   Innherred (2015)</a> [5] <a href="#">UngEnergi - Pyrolyse - 2022</a>
RESTRÅSTOFF I TRØNDELAG		35	[1] <a href="#">Avfallsregnskapet - SSB</a>
22	[1] <a href="#">Klynger av akvakultur, fiskeri og fiskeforedlings virksomheter i Norge i 2022   Trøndelag i tall</a> [2] <a href="#">Sysselsatte etter næring   Trøndelag i tall. (2022)</a> [3] <a href="#">Arealbarometer - Trøndelag - Trøndelag. (2024)</a> [4] <a href="#">Jordbruk   Trøndelag i tall (2023)</a> [5] <a href="#">Statsforvalteren i Trøndelag (2023)</a> [6] <a href="#">Skogbruk - Trøndelag fylkeskommune</a> [7] <a href="#">Jordbruk - Trøndelag fylkeskommune</a> [8] <a href="#">Fakta fredag   Trøndelag i tall</a>	36	[1] <a href="#">TRFK - Faktafredag - årlig tilvekst på det produktive skogarealet i Trøndelag (2019)</a> [2] <a href="#">Skogselskapet - Skogen i Trøndelag (2023)</a> [3] <a href="#">SSB- Landsskogtakseringen (2019)</a>
23	[1] <a href="#">Skogbruk - Trøndelag fylkeskommune (trondelagfylke.no) (2022)</a> [2] <a href="#">Jordbruk - Trøndelag fylkeskommune (trondelagfylke.no) (2023)</a> [3] <a href="#">Sysselsatte detaljert   Trøndelag i tall (trondelagital.no) (2022)</a> [4] <a href="#">Fiskermanntallet, Fiskeridirektoratet (2023)</a> [5] <a href="#">Sysselsatte detaljert   Trøndelag i tall (trondelagital.no) (2022)</a> [6] <a href="#">SSB tabell 03795: Avvikning for salg (m³) (2022)</a> [7] <a href="#">SSB tabell 09594: Arealbruk og arealressurser (2023)</a> [8] <a href="#">Akvakultur   Trøndelag i tall (trondelagital.no) (2022)</a> [9] <a href="#">Fangst fordelt på fartøyfylke og -kommune   Fiskeridirektoratet</a> [10] <a href="#">SSB tabell 13136: Avfall fra hushalda (2022)</a>	Jordbruk	
25	[1] <a href="#">Aske - Nibio (2017)</a>	39	[1] <a href="#">Gardsbruk, jordbruksareal og husdyr - SSB, 2022</a> [2] <a href="#">Råvarestatistikk - Landbruksdirektoratet (2023)</a>
26	[1] <a href="#">Landbruksdirektoratet. Kraftfôrstatistikk. (2023)</a> [2] <a href="#">Fiskeridirektoratet, Biomasseregisteret. (2023)</a> [3] <a href="#">Utnyttelse av fôrressurser i norsk oppdrett av laks og regnbueørret i 2020 Nofima (2020)</a> [4] <a href="#">Norske Skog Skogn, Sustainability Report (2021)</a> [5] <a href="#">Trøndelag i tall, Vareeksport (2023)</a> [6] <a href="#">Norske Skog Skogn, Norske Skog (2023)</a>	40	[1] <a href="#">Bioforsk rapport 2014</a> [2] <a href="#">Kartlegging av restråstoff fra jordbruket, 2016</a>
Skog- og treindustri		41	[1] <a href="#">NLR - Halm som fôr når grovfôret ikke strekket til (2018)</a> [2] <a href="#">Bioforsk - Halm som biobrensel (2012)</a>
28	[1] <a href="#">Sintef - Kunnskapsgrunnlag for trøndersk landbruk (2023)</a> [2] <a href="#">Skogbruk   Trøndelag i tall (2023)</a>	42	[1] <a href="#">VerdifULL - Animalia rapport 2022</a> [2] <a href="#">Ull i hagen - Bokashi Norge</a>
30	[1] <a href="#">FAO - State of the World's Forests 2022 (2022)</a>	45	[1] <a href="#">SINTEF (2023) Kunnskapsgrunnlag for trøndersk landbruk</a> [2] <a href="#">Fakta om jordbruk - SSB (2023)</a>
31	[1] <a href="#">Report - Harvest residue potential in Norway (2013)</a> [2] <a href="#">NIBIO rapport vol.8 (2022)</a> [3] <a href="#">NMBU: Master thesis Knut Ole Viken (2012)</a> [4] <a href="#">NOBIO, Veien til biovarme (2023)</a> [5] <a href="#">Slutt på tilskudd til bioenergi fra skogen   Statsforvalteren (2013)</a>	Akvakultur	
		48	[1] <a href="#">Regjeringen - NOU 2019: 18 (2019)</a> [2] <a href="#">Skaper ny næring i slam</a> [3] <a href="#">Måsøval og Kvidul Akvakulturregisteret (2023)</a> [4] <a href="#">Kvidul nettside (2022)</a> [5] <a href="#">Science Direct - Aquaculture reports (2022)</a> [6] <a href="#">Nofima - Utnyttelse av fôrressurser i norsk oppdrett av laks og regnbueørret (2022)</a>
		49	[1] <a href="#">Waste Treatment - IPPC Bureau, 2018</a> [2] <a href="#">Industriutslippsdirektivet (IED)</a> [3] <a href="#">Ilaks.no (2023)</a>
		50	[1] <a href="#">Fiskeridirektoratet - Akvakulturstatistikk (2023)</a> [2] <a href="#">Produksjonsanlegg   Biokraft - Norge</a>
		51	[1] <a href="#">Fiskeridirektoratet - Akvakulturstatistikk (2023)</a> [2] <a href="#">Måsøval og Kvidul Akvakulturregisteret (2023)</a> [3] <a href="#">Kvidul</a> [4] <a href="#">IntraFish-no - Ministerbesøk på fullskala slam-prosjekt (2021)</a> [5] <a href="#">iLaks, 2023</a>
		52	[1] <a href="#">Fiskeridirektoratet - Akvakulturstatistikk (2023)</a> [2] <a href="#">Nofima - slaktning direkte fra oppdrettsmerd, 2011</a> [3] <a href="#">Trimguide - Seaborn AS</a>
		54	[1] <a href="#">Nutrimar nettside (2023)</a> [2] <a href="#">Fiskerioghavbruk.no - Dette kan styrke konkurransekraften til norsk oppdrett (2021)</a>
		55	[1] <a href="#">NORCE - Utredning av sirkulærøkonomien i sjømatnæringen (2023)</a> [2] <a href="#">Sintef - rapport (2021)</a> [3] <a href="#">SINTEF rapport (2023)</a>
		Fiskeri	
		57	[1] <a href="#">Fiskeridirektoratet (2023)</a>
		58	[1] <a href="#">Fiskeridirektoratet (2023)</a> . [2] <a href="#">SINTEF - Analyse marint restråstoff (2021)</a>
		59	[1] <a href="#">Havforskningsinstituttet - Estimering av utkast i norsk kystfiske med garn (2021)</a> [2] <a href="#">Havforskningsinstituttet - Ressursundersøkelse av taskekrabbe langs norskekysten (2017)</a> [3] <a href="#">Broch et al. 2017. Potensialet for dyrking av makroalger i Trøndelag. Sintef rapport OC2017-200.</a>
		60	[1] <a href="#">Grøntvedt Group (2023) Q4 - Company update</a> [2] <a href="#">ScienceDirect - Control of chemical composition and food quality attributes of cultured fish (1992)</a> [3] <a href="#">ScienceDirect - Impact of dietary oil source (2007)</a> [4] <a href="#">SINTEF rapport (2005)</a> [5] <a href="#">Kelp and Seaweed - Nutrimar AS</a>
		62	[1] <a href="#">Fiskeribladet (2023) Fiskeribladet - Bygger nytt på Hitra (2023)</a> [2] <a href="#">Møreforskning (2021) Møreforskning - rapport (2021)</a> [3] <a href="#">NTNU Open bachelor thesis (2020)</a> [5] <a href="#">Spennende muligheter i restråstoff av krabbe (2023)</a> [6] <a href="#">Møreforskning (2019) Utfordrer pelagisk industri til å utnytte restråstoffet bedre</a> [7] <a href="#">Nofima rapport (2021)</a> .
		Renovasjon	
		65	[1] <a href="#">Mattilsynets Mineralgjødselstatistikk 2021-2022</a>
		66	[1] <a href="#">SSB tabell 13136 (2023)</a> [2] <a href="#">SSB, tabell 07335</a>
		68	[1] <a href="#">Avfall Norge - Hagerømlinger, 2016</a>



## Kilder forts.

70	[1] NLR - Biorest er en god gjødselkilde (2010) [2] BIR Bedrift - Vi gjør mat om til mat, [3] Civac-rapport   Gjenbruk og materialgjenvinning (2021)
<b>VERDISKAPING</b>	
Potensialet for verdiskaping	
79	[1] EU biorefinery outlook to 2030, (2021)
Mulighetsrom	
86	[1] Plastic alternative   Eco-friendly material - Sulapac [2] CEBINA   Norske Skog [3] CEBICO   Norske Skog [4] Betulin Lab - From Nature to Your Success (betulin-lab.com)
87	[1] <a href="#">Nortura Revetal (2023)</a> [2] <a href="#">Noridane (2023)</a> [3] <a href="#">Bioco (2023)</a> [4] <a href="#">Norilia Nordic (2023)</a> [5] <a href="#">Marealis products (2023)</a> [6] <a href="#">Nutrishell (2023)</a> [7] <a href="#">Norskin (2023)</a> [8] <a href="#">Sagafisk (2023)</a> [9] <a href="#">Nutribone (2023)</a>
89	[1] Landbruksdirektoratet. <a href="#">Kraftforstatistikk</a> (2023) [2] Fiskeridirektoratet, <a href="#">Biomasseregisteret</a> . (2023) [3] Meld. St. 5 (2022-2023)
91	[1] Beregning basert på 5% bitumen - Veidekke la Norges første miljøasfalt [2] Estimert basert på tall fra <a href="#">SSB.no</a> [3] EU biorefinery outlook to 2030 [3] Naidu et al.   An Overview on Biomaterials: Pharmaceutical and Biomedical Applications (2021)
92	[1] Retention of Organic Elements during Solid Fuel Pyrolysis with Emphasis on the Peculiar Behavior of Nitrogen, Lang & Jensen (2005) [2] Production of Liquid Through Pyrolysis, P. Basu (2018) [3] Review of Pyrolysis of Bark towards Bio-oil, F. Lövhall (2014) [4] A Comprehensive Characterization of Pyrolysis Oil from Softwood Barks Haoxi et al. (2019) [5] Verdikjeder for biokull i Norge, NIBIO (2021)
93	[1] Borregaard   Lignin functionalities [2] Sulapac - biobased plastic alternative [3] Lactips - production of water-soluble and biodegradable plastic

97	[1] Tilskudd for å levere husdyrgjødsel til biogassanlegg (2024) [2] Ressursgrunnlaget for produksjon av biogass i Norge i 2030, Carbon Limits (2019) [3] <a href="#">Malm Biogass</a> [4] NRK   Nyhetssak om Malm biogass (2024)
98	[1] Beregning basert på 5% bitumen - Veidekke la Norges første miljøasfalt [2] Estimert basert på tall fra <a href="#">SSB.no</a> [3] EU biorefinery outlook to 2030 [3] Naidu et al.   An Overview on Biomaterials: Pharmaceutical and Biomedical Applications (2021) [4] <a href="#">Planetary Boundaries - Stocholm Resilience Centre</a>
99	[1] Mulighetsrommet for produksjon av biogass i Norge, Norsus (2023) [2] Basert på Drax BECCs pris fra <a href="#">MSCI</a> [3] <a href="#">Vest Biogass</a> , Antec (2024) [4] <a href="#">Nyheter</a> , Biogy solutions (2024)
100	[1] <a href="#">Mattilsynet.no</a> (2023) [2] Action plan for organic production in the EU, European Commission [3] Statistikk og kartlegging, Debio (2023) [4] <a href="#">European Sustainable Phosphorous Platform</a> (2024)
101	[1] Yara   <a href="#">Mineralgjødsel og klimaavtrykk</a> (2023) [2] Vista analyse, <a href="#">Analyse av økt bruk av biorest som klimatiltak</a> (2019) [3] N2 Applied, <a href="#">Case studies</a> (2023) [4] <a href="#">Felleskjøp Bløme</a> (2023) [5] <a href="#">Ash2Phos</a> , EasyMining
<b>Barrierer for verdiskaping</b>	
104	[1] Utledet fra: <a href="https://www.ynsect.com/">https://www.ynsect.com/</a> .
105	[1] Hver tredje kilometer er tomkjøring - SSB
106	[1] Kunnskapsgrunnlag - Energisystemet i Trøndelag,THEMA Consulting (2024) [2] NVE <a href="#">vindkraft kart</a> (2024) [3] <a href="#">Totalenergies Northern Lights, the First Major Carbon Capture and Storage Project in Norway</a> (2024)
108	[1] <a href="#">Animaliebioprodukter</a> [2] <a href="#">Gjødselvarer mv. av organisk opphav</a> [3] <a href="#">Waste Framework Directive</a>

<b>VEIEN VIDERE</b>	
Suksesskriterier	
121	[1] Sintef   <a href="#">Analyse av marint restråstoff</a> (2022)
122	[1] <a href="#">Historien om utslippsfrie byggeplasser i Norge</a> , Sintef (2022) [2] <a href="#">Trøndelag fylkeskommune   Årsrapport 2022</a>
123	[1] <a href="#">Kunnskapsgrunnlag - Energisystemet i Trøndelag</a> ,THEMA Consulting (2023) [2] <a href="#">CO2 laboratory, Tiller Sintef</a> (2023)
124	[1] <a href="#">Regjeringen - Kunnskapsgrunnlag for nasjonal strategi for sirkulær økonomi</a> [2] <a href="#">Regjeringen - Havbruksstrategien - et hav av muligheter</a> [3] <a href="#">Landbruket og sjømatnæringen samarbeider om digitalisering   OPS sjømat</a> [4] <a href="#">BioDigSirk - oppsummering og sluttrapport</a> (2023)
126	[1] Nasso, S., Sweazey, B., & Gagnon, B. (2020). Bio-hubs as keys to successful biomass supply for the bioeconomy. Report from Joint IEA Bioenergy Task, 43. [2] Brown, et al (2021) Biomass Supply in Sustainable and Circular Economies. Nye spennende planer på Fiborgtangen, <a href="#">Thamsklyngen - Konseptutredning innovative energiløsninger</a>
130	[1] <a href="#">GreenLab</a> (2024) [2] <a href="#">Bioøkonomi - felles handlingsplan for forskning og innovasjon</a> , Forskningsrådet, Innovasjon Norge og Siva (2019) [3] <a href="#">Sintef- Muligheter for økt verdiskaping gjennom samarbeid mellom havbruks-, jord- og skognæringene i Trøndelag</a> , Tabell 5 (2020) [4] <a href="#">SFI Home</a> , SFI (2023) [5] <a href="#">Siva - Selskapet for industrivekst</a> (2023)
131	[1] <a href="#">Trøndelag fylkeskommune   Grønt industriløft Trøndelag</a> [2] <a href="#">Regjeringen   Grønt industriløft</a>
<b>Anbefalinger</b>	
133	[1] <a href="#">Statkraft Varme   Våren 2024 - Status for karbonfangstprosjektet</a>
134	[1] <a href="#">BioDigSirk - oppsummering og sluttrapport</a> (2023) [2] <a href="#">Trøndelag fylkeskommune   Grønt industriløft Trøndelag</a>

## V e d l e g g

## Dagens verdi av restråstoff

163

- [1] <https://www.ssb.no/energi-og-industri/energi/statistikk/fjernvarme-og-fjernkjoling/artikler/hoyere-priser-pa-fjernvarme-i-2022>
- [2] <https://holmen-transport.no/matjord>
- [3] Fra intervju med Nortura
- [4] Artikkel i Buskap (2018)
- [5] Kornavrenspellet | Førforedling AS (forforedling.no)
- [6] Sagflis - Sagflis - Østlands Strø - Thoresen Anlegg Og Transport As
- [7] NLR - Bruk husdyrgjødsel riktig for å kunne kostnader.
- [8] Husdyrgjødsel mest verdt ved kort transport og vårspredning | Buskap
- [9] Biogass fra sambehandling av husdyrgjødsel og våtorganisk avfall.pdf (miljodirektoratet.no)
- [10] Grillpølse | SPAR
- [11] Fiskekaker | SPAR
- [12] Halm kjøp/sal - Gevinst for både kjøper og... | Norsk Landbruksrådgiving (nlr.no)



# Disclaimer

Ernst & Young AS (EY) prepared the attached Report only for Trøndelag fylkeskommune pursuant to an agreement solely between EY and Trøndelag fylkeskommune. EY did not perform its services on behalf of or to serve the needs of any other person or entity and this methodology may not be appropriate to use by other entities. Accordingly, EY expressly disclaims any duties or obligations to any other person or entity based on its use of the attached Report. Any other person or entity must perform its own due diligence inquiries and procedures for all purposes.

Trøndelag fylkeskommune alone is responsible for any decisions to implement actions identified in the Report or other actions from the provision of our services and for compliance with applicable regulatory requirements.

EY did not perform an audit, review, examination or other form of attestation in accordance with any generally accepted auditing, review or other assurance standards of Trøndelag fylkeskommune. Accordingly, EY did not express any form of assurance on Trøndelag fylkeskommune. The observations relating to the Report that EY provided to Trøndelag fylkeskommune were: 1) based on the facts and circumstances presented to EY; 2) designed to assist Trøndelag fylkeskommune in reaching its own conclusions.