



Rapport

Arbeidspakke 3 **Strukturelle forutsetninger:**

- 3.1 Kartlegging av foretak
- 3.3 Logistiska förutsättningar i gränsöverskridande handel av sidoströmmar

Klosser Innovasjon AS



Sammendrag

I denne rapporten har vi innledningsvis kartlagt relevante virksomheter i alle ledd av verdikjeden av insektproduksjon i Dalarna og Innlandet. Deretter ser vi særlig på tilgangen til fôr-råstoff med en gjennomgang av tidligere arbeider og rapporter angående tilgang på biomasse i Innlandet, viktige næringsstoffer og ideell diett for insekter, næringsinnhold i potensielle sidestrømmer, kartlegging av tilgang på råstoff i Innlandet og i Dalarna og til slutt ser vi på logistiske forutsetninger.

Ettersom det ikke finnes en egen næringskode for insektproduksjon, er det tatt i bruk ulike metoder for å kartlegge aktuelle virksomheter for de ulike delprosessene av insektproduksjon. Dette er leverandører av eller virksomheter innen:

- Råstoff til fôr fra primærnærings, industri og handel
- Prosessering av råstoff til fôr
- Oppdrett av insekter
- Prosessering av insekter til proteinråvare
- Transport
- Konsulent- og rådgivningstjenester
- Leverandører av bygnings- og utstyrsmateriell og tekniske løsninger

Den nasjonale klyngen for bioøkonomi, NCE Heidner Biocluster, har hovedkontor på Hamar og drives av Klosser Innovasjon. Heidner har flere relevante virksomheter gjennom hele verdikjeden blant sine medlemmer, flere av dem i Innlandet. Arbeidet har også gitt en god oversikt over andre relevante virksomheter i Innlandet og Dalarna.

Insekter trenger en diett bestående av makronæringsstoffer som proteiner, fett og karbohydrater, samt mikronæringsstoffer som mineraler, vitaminer og steroler. 10 av 20 aminosyrer må tilføres gjennom mat, ettersom insektene ikke klarer å syntetisere disse selv. Insekter trenger også påfyll av polyumettet fett, som insektene heller ikke kan syntetisere selv. Mikronæringsstoffer trengs kun i små mengder, men uten dem blir det dårlige vekstbetingelser for insektene.

Gul melorm kan på relativt kort tid omdanne plantemateriale med lav kvalitet til høykvalitetsfôr som er rik på energi, protein og fett, men protein i dietten er en avgjørende faktor for utvikling, overlevelse og vekst. I kommersiell produksjon blir de føret med kornprodukter og kli tilsatt gjær og gulrøtter for optimal vekst. Gulrøtter øker mengden tørrstoff og nitrogeneffektiviteten og reduserer utviklingstiden. Et innhold av gjær på 10-15% av dietten er nok for å gi optimal vekst. For sirisser har den beste dietten høyt innhold av protein og fett (HPHF). En diett med fosfor vil påvirke veksten positivt. En optimal diett for sirisser har 20-30% protein, 32-47% karbohydrater og 3.2-5.2% lipider. For begge insekteterne gjelder det at de ikke nedbryter cellulose og at de må ha et visst tilskudd av protein for optimal vekst i det de ikke kan danne alle aminosyrer til oppbygning av proteiner selv. Aminosyresammensetningen er derfor viktig, og en proteinrik diett gir kortere utviklingstid og raskere vektøkning i melorm og sirisser. Proteinene kan komme fra forskjellige kilder.

En insektfabrikk trenger tilgang på om lag 10.000 – 20.000 tonn biomasse årlig for å få en lønnsom og stor nok produksjon. Basert på prosjektets kartlegging er det rimelig å anta at det er et biomassepotensial på om lag 44.000 tonn årlig i og i umiddelbar nærhet til Innlandet. Den enkleste biomassen å skaffe til veie vil trolig være fra kornsiloer og industribedriftene i Innlandet. Det antas at slik biomasse har lav verdi i dag og at det vil fremstå som positivt for eierne hvis denne biomassen kan nyttes inn i en sirkulær insektproduksjon. Det største potensialet i mengde ligger i kornmøllene lokalisert i Oslo og Moss. Det er grunn til å anta at det er noe større usikkerhet og mer krevende å få tak i denne biomassen til insektproduksjon da det i dag stort sett blir brukt til bioenergi og således utgjør en økonomisk verdi.

Med maksimal utnyttelse av biomassen i og rundt Innlandet er det trolig mulig å etablere opptil fire fabrikker. Begrensningen ligger trolig ikke i tilgangen til biomasse, men i lønnsomhet og i alternativ bruk av biomassen. Den foreløpige konklusjonen er derfor at vi har potensial til å etablere opptil fire insektfabrikker basert på biomassen i og rundt Innlandet. Om dette er mulig å realisere vil bli en vurdering av lønnsomhet, bærekraft og marked, som vil komme i senere faser av KLIPP-prosjektet.

I Dalarna har man sett etter restbiomasse der det er størst sannsynlighet for større volum og stabil tilgang, og har derfor undersøkt særlig drav (mask) fra bryggerier, industrielle bakerier og grossister av korn. Til sammen er det beregnet tilgang på over 42.000 tonn biomasse i Dalarna. Det konstateres at initiativ til å ta i bruk restråstoff til fôr ofte skjer gjennom direkte kontakt mellom virksomheter. Et grossistledd kan forbedre mulighetene til økt utnyttelse av restråstoff og matavfall som fôr. Dermed er det også i Dalarna potensiale til å etablere 3-4 insektfabrikker.

Kornsiloene benytter i dag sitt eget kornavrensk til eget forbrenningsanlegg, som igjen brukes til å tørke korn før det fraktes til møllene. Det kan være aktuelt å bytte kornavrensket mot samme mengde kutterflis i retur, og bruke kutterflis i forbrenningsanlegget i stedet. Kornavrensket kan da brukes til noe mer fornuftig ved å bruke næringsstoffene i kornavrensket som fôr til insektproduksjon. Kostnaden for å få kjøpt kornavrensk fra kornsiloen vil være lik prisen for kutterflis levert til kornsiloen.

Det er ideelt å ha leveranser til insektsfabrikk fra samme land, men det er imidlertid fornuftig å ha muligheter for å kunne kjøre råstoff mellom Norge og Sverige på de tider av året hvor det er liten tilgang på råstoff fra hovedleverandør. Dette bidrar til å sikre regelmessige leveranser til fabrikkene.

Råstoffet vil ofte ha et fuktighetsinnhold som kan være for høyt med tanke på en rimelig transport. I neste fase bør en derfor undersøke mulighetene for å etablere enkle og mindre «förfabrikker» i umiddelbar nærhet av de større råstoffleverandørene. Da kan man bearbeide råstoffet på stedet, redusere fuktigheten ned til et akseptabelt nivå og man unngår å frakte fuktig råstoff over lengre avstander. Dette vil vi anse som bærekraftig, og også gi muligheter for tilleggsnæring lokalt i Innlandet og i Sverige.

Innhold

Sammendrag	2
Innledning.....	6
1. Kartlegging av relevante foretak	7
1.1 Metodik	7
1.2 Processteg och värdekedja.....	7
1.3 Identifisering av leverantører i Dalarna	8
1.4 Kartlegging av relevante foretak i Innlandet.....	10
1.4.1 NCE Heidner Biocluster	10
1.4.2 Insektlarver i det norske markedet i dag.....	13
2 Gjennomgang av tidligere arbeider og rapporter om biomasse i Innlandet.....	14
3 Viktige næringsstoffer for insekter.....	16
3.1 Karbohydrater	16
3.2 Protein	17
3.3 Fett	17
3.4 Mikronæringsstoffer	17
4 Foretrukket insektdiett.....	18
4.1 Gul melorm.....	18
4.2 Sirisser	19
4.3 Antioksidantaktivitet	19
5 Næringsinnhold i potensielle sidestrømmer	20
5.1 Gulrøtter	20
5.2 Løk	20
5.3 Potetskrell.....	20
5.4 Kli	20
5.5 Brød	21
6 Kartlegging av tilgang på råstoff til fôr i Innlandet.....	22
6.1 Gulrot, løk og potet fra primærprodusenter og rester fra bryggerier og spritproduksjon...	22
6.2 Kornavrens.....	22
6.3 Restråstoff fra møller	23
6.4 Avfall fra bakerier	24
6.5 Sidestrømmer fra industri	24
6.6 Avfall fra dagligvarebutikker	24
7 Oppsummering, drøfting og konklusjon på mengde biomasse og aktuelle bedrifter i Innlandet	25
8 Kartlegging av foderstrømmer i Dalarna	27

8.1	Kartläggning av drav (mask)	27
8.2	Kartläggning Industriella Bagerier och spannmålgrossister	28
9.	Utredningar av logistiske forutsetninger i grenseoverskridende handel av sidestrømmer.	28
9.1.	Potensielle volumer i Innlandet	28
9.2.	Prissettingsmekanismer for insektsbaserte foder.....	29
8.2.	Transportmuligheter i Norge.....	30
	Referanser	32

Innledning

Selv om insekter har potensial til å effektivt utnytte fôr av kvalitet som gjør at det ellers ikke ville bli brukt, så er ikke potensielle fôrstrømmer og leverandører enda identifisert. Videre er fôreffektivitet og potensial for råvarer produsert i regionen ukjent. Det medfører også en unødvendig risiko med negative konsekvenser for næringens mobilisering og risikovurdering i forbindelse med samarbeid og kapitaltilførsel. Fôrstrømmer og logistikkutfordringer er nøkkelspørsmål ikke bare for produksjon og forretningsutvikling i seg selv, men også for potensielt langsiktige, varige grenseoverskridende fordeler.

En grunnleggende utfordring i utvikling av insektbransjen kan beskrives som et «høna eller egget-problem». I utgangspunktet er det svært få av de potensielt relevante aktørene som identifiserer seg med bransjen, og de kjenner heller ikke til andre som kan være relevante for egen forretningsutvikling. Litt mer faglig sett er det behov for å etablere og utvikle et «tjenesteøkosystem» av relevante aktører for ny produksjon.

Denne rapporten tar for seg to oppdrag:

WP 3.1. Kartlegging av bedrifter

Hensikten er å identifiser bransjens «tjenesteøkosystem», slik at det skal bli enklere for potensielle aktører og interessenter å gå inn i bransjen. Målet er å sette fart på bransjeutviklingen og gi bransjen en sjanse til å øke sin konkurransekraft også internasjonalt.

WP3.3. Undersøke logistiske forhold ved grensehandel med sidestrømmer

Prisen på nåværende fôrstrømmer per vekt- eller volumenhet vurderes å være lav. De logistiske forutsetningene for transport av fordringen må utredes for å beregne betydningen. Aspekter som leveringssikkerhet skal også inngå i disse.

- Anslå kostnader for sidestrømmer identifisert i 3.1. holdbarheten til disse sidestrømmene, spesifikasjon av ulike typer avfall, volumer, priser, behandlingsbehov før bruk osv.
- Undersøke prismekanismer for insektbasert fôr
- Utrede økonomisk relevante transportkostnader i Norge og over grensen.

Målet er å forenkle og legge til rette for etablering av storskala produksjon av insekter innenfor regionen, for å øke regionens konkurransekraft og fremme sirkulær og grønn økonomi.

1. Kartläggning av relevanta företag

1.1 Metodik

Det saknas idag branschcodes som gör det möjligt att direkt söka företag med angiven verksamhet inom insektsproduktion. Kartläggningen har därför utförts i flera steg, för att slutligen identifiera specifika företag inom relevanta områden:

- Beskrivning av processteg och leverantörskedjor i samråd med insektsodlande företag (Tebrito).
- Rålista från Statistiska Centralbyrån med företag branschkod tillverkning eller livsmedel.
- Manuell sortering och rensning utifrån storlek och branschrelevans.
- Samråd med Industriellt Utvecklingscentrum i Dalarna (IUC) kring urvalsresultat och komplettering med företag ur IUCs databas med genomförda företagsanalyser.
- Faktainsamling om företagen i urvalet utifrån information på respektive företags websidor.
- Enkätundersökning utskickad till ca 40 företag med information om framtida möjliga affärsmöjligheter som leverantör inom insektsindustrin.

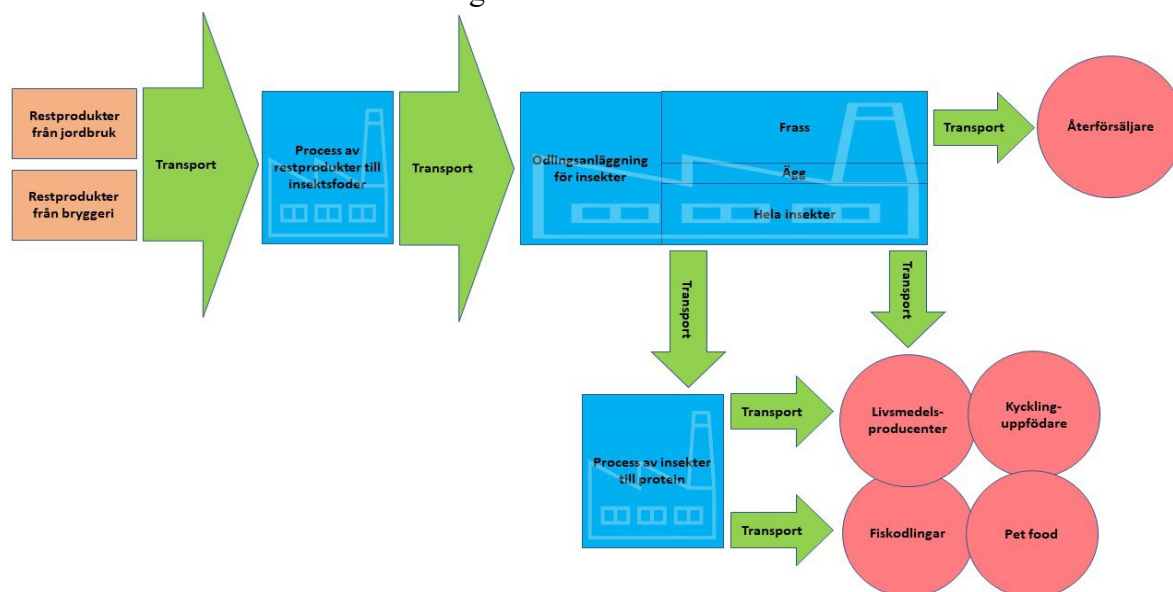
1.2 Processteg och värdekedja

Generellt ingår följande steg i värdekedjan:

- a. Leverans av restprodukter från spannmålsodling och industrianläggningar (t ex bryggerier och brödtillverkning)
- b. Process av restprodukter till färdigt foder för leverans till anläggning för insektsodling
- c. Odling av insekter för leverans av hela insekter, ägg och frass (avfall från insekter)
- d. Process av insekter till proteinråvara
- e. Transporter mellan de olika processtegen (i förekommande fall)

Dessutom finns behov av konsult- och beräkningskompetens i uppbyggnad av verksamheter inom pkt b-d.

Processtegen (blå färg i figur 1) kan utföras i separata anläggningar med transporter mellan, eller vara samlokaliserade utifrån logistiska och ekonomiska fördelar.



Figur 1 Process insektodling

b. Process av restprodukter till insektsfoder

Foder till insekter under odlingsprocess kan utgöras av restprodukter från exempelvis spannmålsodling, bryggerier (drav) eller industriell tillverkning av bröd. För att uppnå lönsamhet bör flödet av foderråvara vara så storskaligt som möjligt. Det är även fördelaktigt, särskilt när råvaran har hög fukthalt, att förädlingsprocessen sker så nära leverantören som möjligt för att effektivisera transporter. Ett troligt scenario är därför att processen av restprodukter ligger nära bryggerier och jordbruk.

I processen krävs utrustning och kompetens för:

- Lagerhållning
- Kontroll av spårbarhet
- blandning/transport
- torkning
- analys (näringsinnehåll, viskositet, förekomst av gifter mm)
- formning till lämplig slutprodukt (pellets el dyl)

c. Odling av insekter

Odlingen av insekter sker i kontrollerade miljöer med så hög grad av automatisering som möjligt. Det är önskvärt att uppnå snabb genomloppstid från ägg till mogen insekt med högsta möjliga överlevnad. Odlingsmiljöerna präglas av höga krav på renhet och noggrannhet i klimatparametrar som temperatur och luftfuktighet. I odlingsprocessen arrangeras ett flöde där insekter förflyttas i processen stegvis efter tillväxt, för att slutligen skördas.

I processen krävs:

- odlingsbäddar
- hanterings-/sorteringsutrustning för odlingsbäddar/lådor i process
- kontroll av foder
- sterilisering
- kontrollerad, automatiserad portionering av foder
- mätning av tillväxt och hälsotillstånd hos insekter
- paketering
- kontinuerlig mätning och styrning av temperatur, luftfuktighet mm
- Lagring och förvaring av foder, ägg och skördade insekter
- Kontinuerlig process- och teknikutveckling

d. Process av insekter till protein

Denna process har inte behandlats under perioden.

1.3 Identifiering av leverantörer i Dalarna

I selekteringen av företag har vi fokuserat på följande områden:

- Kylteknik/kylrum/frysrum
- Maskinutrustning för process/produktion
- Livsmedelshygien/kontrollprogram

- Projektering av fabriker/lager/processanläggningar
- Konsulttjänster inom livsmedelsproduktion
- Klimatstyrning
- Automation
- Övrig hantering och logistik

Leverantörerna behöver inte ha befintliga produkter och referenser inom livsmedelsindustri. Viktigt är däremot förståelse för krav på utrustning för rena miljöer (materialval, rengöring/desinficering o dyl). I kartläggningen har vi hittat företag i Dalarna med kompetens och referenser i samtliga områden, utom livsmedelshygien och kontrollprogram. Inom maskinutrustning för rena miljöer, klimatstyrning, automation och logistik finns flertalet företag. Några av dessa har redan kunnat involveras i den pilotanläggning för insektsodling som finns i Dalarna.

Tabell 1 Samlet oppstilling over relevante tekniske bedrifter/miljøer i Dalarna og omland

Företag	Adress	Post-nummer	Ort
Afg Engineering AB	Industrivägen 11	73730	Fagersta
Begner Agenturer AB	Kaserngården 4	79140	Falun
Bgc-Plåt i Horndal Aktiebolag	Södra Industriområdet	77468	Horndal
Dalelven Produktutveckling AB	Tunavägen 278	78173	Borlänge
Ele Engineering AB	Trefasgatan 1	72130	Västerås
Gustafskorv AB	Backa 50	78162	Gustafs
Hydroforming Design Light AB	Kyrkbyvägen 1	78633	Vansbro
Isakssons Rostfria AB	Gjutargatan 34	78170	Borlänge
Marab, Mora Automation & Robotteknik AB	Bornvägen 53	79432	Orsa
Maskinsystem i Falun AB	Färnviken 35	79196	Falun
Midroc Electro Aktiebolag	Box 501	81125	Sandviken
Mk3d Maskinkonstruktion 3d Design AB	Mullervägen 23	81193	Sandviken
Nybergs Cleanroom Handling AB	Roxnäsvägen 16	79144	Falun
Profcon AB	Fabriksvägen 8	78633	Vansbro
Water And Laser Technology i Vansbro Aktiebolag	Verkstadsvägen 2	78633	Vansbro
Åkerströms Björbo Aktiebolag	Box 7	78521	Gagnef
Ergofokus AB			Borlänge

1.4 Kartlegging av relevante foretak i Innlandet

1.4.1 NCE Heidner Biocluster

Norges nasjonale klynge for bioøkonomi, NCE Heidner Biocluster, har hovedkontor på Hamar og drives av Klosser Innovasjon. Hamar-miljøet har lang landbrukstradisjon og er hjemsted for Norges avlsselskaper for svin, storfe, planter og tresorter. Flere av de store nasjonale landbrukssamvirker er dessuten sterkt til stede på Innlandet og er naturlige medlemmer i klyngen. Klyngen rommer også kommunale selskap for håndtering av avløpsvann og avfall og prosessering av bioavfall til fôr og biogass. Endelig er det en del gründerbedrifter i klyngen, og flere av disse er dedikert til insektproduksjon. I de følgende avsnitt gjennomgås de av klyngens medlemsbedrifter som kan være mest relevante for insektproduksjon.

Insektbedrifter

Klyngen rommer 3 oppstartsbedrifter som sikter på insektproduksjon: Invertapro AS (mjølmark) på Voss i Hordaland, Norinsect (mjølmark) i Stordal i Møre og Romsdal og Montasjen AS (sirisser) i Ringebru i Innlandet. Invertapro har hatt flere samarbeidsprosjekter med Tebrito AB i Dalarna.

Forskningsorganisasjoner

Norges største forskningsmiljøer innen bioøkonomi er representert i klyngen: Høgskolen i Innlandet, Nofima (matforskningsinstituttet), NMBU (Norges Miljø- og Biovitenskapelige Universitet), NIBIO (Norsk Institutt for Bioøkonomi) og Veterinærinstituttet.

Store landbrukssamvirker og -bedrifter

Felleskjøpet Agri SA og Strand Unikorn leverer såkorn, grovfôr, korn, råvarer og driftsmidler til norske bønder. Felleskjøpet har også aktiviteter i resten av Norden, og driver bl.a. Granngården AB i Sverige. Strand Unikorn AS baserer seg i hovedsak på norskproduserte råvarer (korn) og er en av de største kornmøller i Innlandet. HOFF SA har potetmottak og fabrikker på Gjøvik, Brumunddal, Jæren og Inderøy (Sundnes). Nortura SA driver slakterier i hele Norge, blant annet på Rudshøgda. Tine SA har meieridrift i hele Norge, inkludert flere steder i Innlandet og Rørosmeieriet AS produserer økologisk melk.

Bioavfall, gjenvinning

Det er flere klyngemedlemmer innen resirkulering og gjenvinning. Bestfôr AS har utviklet et system for oppfølging av produkter med kort holdbarhet og har kontakt inn i dagligvarebransjen. Hias IKS og Sirkula IKS er de interkommunale selskapene for hhv. vann og avløp og avfallshåndtering for kommunene Ringsaker, Hamar, Stange og Løten. Miljøfôr Norge mottar matavfall som omdannes til flytende svinefôr eller substrat for biogass. Norsk Protein AS prosesserer proteinpulver og fett fra slakteriavfall fra Nortura.

Avlsbedrifter og bioteknologi

Husdyravmiljøet på Hamar er det sterkeste i Norge, og det finnes stor kunnskap for genetikk og forbedring av produksjonsdyr, med nær tilknytning til de akademiske miljøene i Norge.

Flere spin-outs har resultert av samarbeider mellom disse bedriftene. BioBank AS sin kjerneforretning er ekstraksjon av DNA fra biologiske prøver fra avlsselskaper, som enten sendes til laboratorium for gensekvensering, eller lagres i BioBank sitt fryselager.

Rådgivning og konsultentselskaper

The Assessment Company AS er et konsultentselskap for rekruttering, forretningsutvikling og lederutvikling med kontorer i Hamar, Oslo, Bergen, Trondheim og Stockholm. Headit AS har kompetanse for rådgiving og prosjektledelse innen digitalisering og systemutvikling.

Regionale myndigheter

Klyngen har også medlemskap av Ringsaker Kommune og Hamarregionen Utvikling, som representerer Hamar, Stange og Løten kommuner. Innlandet Fylkeskommune er også partner i klyngesamarbeidet.

Interesseorganisasjoner

Arbeidsgiverorganisasjonen NHO Mat og Drikke, Norges Bondelag og Norsk Landbrukssamvirke er medlemmer av klyngen.

Andre

Gründerbedriften Avisomo AS på Gjøvik er være verdt å nevne. Avisomo utvikler systemer for vertikalt landbruk (akvaponi).

Tabell 2 Samlet oppstilling over relevante tekniske bedrifter/miljøer i Innlandet og omegn.

Kriterier	Bedrifter /beskrivelse	Hjemmesider	Sted
Kyltekniker, frysrør, kylrum	-Proref AS og Celsius Kulde AS: Leverandører av utstyr og tjeneste innen kjøleteknikk.	https://proref.no/	Rælingen
		http://www.celsiuskulde.no/	Sagstua
	Kuldetekniker AS: leverandør innen varme og kulde bl.a. avfuktere, aircondition/klimaanlegg, varmepumper, kuldeanlegg, fryseanlegg og gassanlegg.	https://www.kulde.as/	Brumundal
Livsmedelshygiene, kontrollprogram	MjøsLab IKS og Synlab Analytics & Services: Norsk akkrediterte kjemi og mikrobiologiske analyser på næringsmiddel, fôr og miljø. Kompetanse innen alle matriser fra råvarer til ferdige produkter.	https://www.mjoslab.no/	Gjøvik
		http://no.alcontrol.com/	Hamar
	NIBIO og NOFIMA: Forskningsinstitutt har fokus på trygg mat i forbindelse med Mattilsynets overvåkningsprogram for oppfølging og prøveuttak av plantevernmidler i vegetabiliske næringsmidler	https://www.nibio.no/ https://nofima.no/	Ås Tromsø (Klyngemedlemmer)
Mekaniska verkstæder som har levererat till livsmedelsindustrin	Per Aga Styringsteknikk (PAS): foretaket prosjekter, leverer utstyr, programvare og setter i drift automasjonssystemer (ref. Q-meieriene, Rørosmeieriene, Ringnes).	https://pastyring.no/	Drammen

	Moelv Mekaniske Verksted AS Kai Solvang (daglig leder): tilbyr utvikling og tilvirkning av spesialtilpasset utstyr for mange typer industri inkl. landbruk	http://mo-mek.no/ 90 03 42 31	Moelv
	Nortura: Matprodusenter Tine: produksjon av melk og meieri produkter	https://www.nortura.no/ https://www.tine.no/	Oslo
	Hvebergsmoen Potetpakkeri As Hoff SA MAARUD AS: bearbeiding og konservering av poteter	https://www.hoff.no/ https://www.maarud.no/	Grue Gjøvik Sør-Odal
Prosjektering av fabrikker, lager	Trox Auranor Norge AS: produksjon av kjøle- og ventilasjonsanlegg, unntatt til husholdningsbruk	https://www.trox.no/	Gran
	Adigo: arbeider innen design og produktutvikling, prototyping og pilotserier, elektronikk og programvare og mekanikk.	https://www.adigo.no/	Langhus
	Kvernerland AS: leverandør av landbruksredskaper og elektroniske løsninger for maskiner	https://no.kvernelandgroup.com/	Oslo
Klimatstyrning	Proref AS: leverandør av alt kjøle- og fryserom og klimaløsninger fra små til store industri anlegg.	https://proref.no/	Rælingen
Konsultbolag med kunnskap om hur man bygger en industriell livsmedelslinje	NHO Mat og Drikke: arbeidsgiver- og næringspolitisk forening for virksomheter innen mat-, drikke- og bionæringen. De bidrar til vekst, verdiskaping, investeringer og konkurransekraft for bedrifter innen mat-, drikke- og bionæringen.	https://www.nhomd.no/	Oslo
	The Assessment Company: Dette er et konsultentselskap for rekruttering, forretningsutvikling og lederutvikling.	https://theac.no/	NO/SE
	Cowi: Har tverrfaglige rådgivnings og prosjektledelsestjenester innen kjøttbearbeiding, brygging samt melke- og fiskeforedling inkl. nye produksjonsanlegg, automatisering, prosesventilering og kjøling osv.	https://www.cowi.no/	Hamar
	Norconsult AB: tverrfaglige rådgiverbedrifter rettet mot prosjektering og arkitektur både nasjonalt og internasjonalt.	https://www.norconsult.no/	Hamar/Gjøvik
	Headit AS: kompetanse for rådgiving og prosjektledelse innen digitalisering, forretningsutvikling og systemutvikling.	https://headit.no/	Ottestad
Foderautomation (feed automasjon)	TYR, Felleskjøpet og Strand Unikorn: spesialisert innen produksjon og slags av såvarer, kraftfôr, gjødsel og spritproduksjon.	https://www.tyr.no/	Hamar
		https://www.felleskjopet.no/	Stange
		https://www.norgesfor.no/strand-unikorn/	Moelv
	Biosirk: produksjon av husdyrfôr fra proteinråstoffer.	https://www.biosirk.no/	Hamar

	Løten Mølle: en moderne datastyrt kraftfôrfabrikk som produserer fullt sortiment til svin og drøvtyggere. Leverer kraftfôr til hele Østlandet.	https://www.fiska.no/	Løten
	Fiskå Mølle Flisa As: leverandør av kraftfôr, såfrø og gjødsel.	http://www.flisamolle.no/	Åsnes
Logistikføretag	DB Schenker: utvikler og utfører nasjonale og internasjonale transport- og logistikk løsninger	https://www.dbschenker.com/global	Oslo
	Renovasjonsselskapet Glør Iks: Behandling og disponering av ikke-farlig avfall	https://www.glor.no/	Lillehammer
	R. Midtli Kran og Transport AS	Tlf: 91372260	Sel
	Asko Hedmark AS: driver innen logistikk og transport av dagligvarer til NorgesGruppens kjeder (Kiwi, Meny, Spar osv.) og serveringsmarkedet.	https://asko.no/	Brumundal
	BAMA: De er ledende selskap innen frukt og grønt med avansert logistikk løsninger.	https://www.bama.no/	Brumundal
	Lia Maskin og Transport	http://liamaskin.no/	Kongsvinger
	Kim Johannesen AS: Utfører kran og transport oppdrag for private og offentlige foreninger.	https://www.kimkran.no/	Lillehammer
	Ivar Holth Transport AS	Tlf: 62 88 81 33	Kongsvinger
	K Olsby Transport AS: transport av temperaturregulert varer for landbruket og store lokaler grønnsakspakkerier (gulerøtter, løk og poteter)	Olsby-Transport-As-108281350955638/	Lena
	Toten Transport AS: transport og logistikk innland og utland	https://www.toten-transport.no/	Raufoss
	Litra bulk AS: transport og distribusjon av kraftfôr, matmel og melk, miljø-/avfallsprodukter.	http://www.litra.no/litra-bulk-as/	Lillehammer
	Automationsføretag	Per Aga Styringsteknikk (PAS): programmerer og setter i drift automasjonssystemer	
PLS-teknikk AS: Leverandør av automasjonsløsninger innen korn og kraftforindustrien (ref. Felleskjøpet, Strandunikorn).		https://www.pls.no/	Oslo
Prosess Automasjon AS: Erstatning av nye anlegg og reparasjon innen automasjon. Automatisk styring av temperatur, ventilasjon osv.		https://www.prosessautomasjon.no/	Fagernes

1.4.2 Insektlarver i det norske markedet i dag

For det norske markedet, har Skretting i dag et settefiskfôr (Nutra Buzz¹) som inneholder insektmel av svart soldatflue. Insektlarver er levert av insekt produsenten, Protix med signerte avtale om leveranse av 200 tonn insektmel per år. Aktører i insektproduksjon per i dag inkl.

¹ <https://www.skretting.com/nb-NO/produkter/nutra-buzz/1621476>

Invertapro, Urban Mat, Norinsect, Montasjen, Metapod og Acheta. Mange av dem som er i FoU og teknologiutviklingsfase.

I 2019, lanserte Invertapro larvebrødet (Mjølmmums²) solgt som et prøveprosjekt på 22 Menybutikker i Oslo området. de første kommersielt brød av melorm larver. I 2020 driver de med automatisering av insekt fabrikk. Urban Mat, en sirisser produsent har også prøvd insekt burger i Meny butikker. UrbanMat³ produserer sirisser og melorm til dyrefôr (kjæledyr) og menneske mat. Insektene selges for 60 kr per 250ml stekte melorm og 70 kr per 250ml stekte sirisser. Melorm- eller siriss mel koster 590 kr per kilo. Tørket melorm koster 190kr per kilo og tørket siriss som fôr selges for 220kr per kilo.

2 Gjennomgang av tidligere arbeider og rapporter om biomasse i Innlandet

Det finnes flere norske rapporter med kartlegging av avfall fra ulike ledd i verdikjeden for mat i Norge. Disse rapportene gir et generelt overblikk over hele landet og gir ikke konkrete tall for Hedmark/Innlandet som er tema for arbeidet i KLIPP.

I Bioforsk sin rapport “*utilisation of co-streams in the Norwegian food processing industry*”, er tre verdikjeder analysert: grønnsaker og poteter, hvit og pelagisk fisk og fjærfe. To av de fem grønnsaks- og potetbedriftene som er kartlagt er i Innlandet. Begge disse er av stor interesse for vårt prosjekt. Dataene ble samlet gjennom bedriftsbesøk og senere kontakt med bedriftenes representanter. Dette viste at 75% av det organiske materialet som blir brukt av bedriften blir benyttet til mat, 21% blir benyttet til dyrefôr og bare små mengder blir benyttet til gjødsel, bioenergi og deponering. Om lag 4.400 tonn potetskrell og 7.400 tonn rester fra grønnsaksproduksjon blir samlet og levert som dyrefôr til svinebønder mens potetresten blir deponert. Rapporten foreslår at råvarer som ikke benyttes i stedet brukes til fôringrediens for å få større økonomisk verdi. Sidestrømmer kan bli styrket ved at man reduserer mengdene som blir deponert ved at man i stedet benytter sidestrømmene og gir dem økt verdi gjennom å sortere og prosessere dem gjennom fraksjonering, hydrolyse, fermentering og tørking, eller ved å bruke sidestrømmen direkte som dyrefôr (Adler *et al.*, 2014).

Nofima's rapport “*Kartlegging av restråstoff fra jordbruket*” med oversikt over restavfall fra jordbruket bruker en kombinasjon av litteraturstudier og intervju med store aktører innen næringsmiddelindustri for å finne frem til type og mengde av restråstoff, hvordan de blir brukt i dag og planene for fremtidig bruk. Kartlagte bedrifter inkluderer industriell prosessering av korn, husdyr, planteoljer, frukt og bær, grønnsaker og poteter. Volumet av disse restråstoffene er summert opp i tabell 3. Kornproduksjonen gir totalt 86.823 tonn restråstoff, inkludert 61.000 tonn hvetekli, 7.500 tonn havrekjøtt, 1.200 tonn byggsall, 123 tonn speltshall og 17.000 tonn bryggemask (Lindberg *et al* 2016). Grønnsaks- og potetindustrien hadde totalt 64.150 tonn restråstoff regnet i tørrstoff. Restråstoff fra havre blir brukt som ingrediens i brensel og dyrefôr. Noe hvetekli blir brukt til ingredienser i mat, brød eller i medisinske produkter, og resten av sidestrømmene fra kornproduksjonen brukes til dyrefôr. I en del

2 <https://www.invertapro.com/media>

3 <https://www.urbanmat.no/produktkategori/urbanmat/>

tilfeller henter gårdbrukere disse sidestrømmene (skall, kli, kornavfall) på møllen eller bryggeriet.

Biomasse fra grønnsaksproduksjon blir brukt i nye produkter, noe blir levert til deponi av renovasjonsselskaper til en kostnad for produsenten på 850 – 1000 kr/tonn, og noe blir brukt til dyrefôr og jordforbedring avhengig av avfallstype. Rester fra poteter blir brukt til spritproduksjon og potetmel, og det gjenværende, inkludert stivelse av dårlig kvalitet, blir brukt til dyrefôr og organisk gjødsel og blir dermed returnert til gårdbrukeren (Lindberg *et al.*, 2016).

Rapporten “*Matsvinn i Norge*” som er et resultat av en felles bransjeavtale mellom norske myndigheter og matindustrien har også dokumentert matavfallet fra næringsmiddelindustri, grossister, husholdninger, hoteller, kantiner og KBS (unntatt fiskeindustri). Rapportens gir et mål om å halvere matavfallet i Norge innen 2030 med 2015 som utgangspunkt. Rapporten estimerer at det er om lag 390.000 tonn matavfall i ulike deler av verdikjeden i Norge i 2018, og næringsmiddelindustrien bidrar med 79.800 tonn (20%) av dette. Rapporten konkluderer med at ulike sektorer gjennom samarbeid kan nå mål om reduksjon i avfallet på 15% i 2020, 30% i 2025 og 50% i 2030. Matvaresektoren må også kraftig øke konsumentenes aksept av produkter som i dag ikke er salgbare (Stensgård *et al.*, 2019). Om lag 253.000 tonn matavfall og ulike typer våtorganisk avfall ble sendt til biologisk behandling og av dette ble 168.000 tonn brukt til biogass produksjon og 85.000 tonn ble brukt til kompostering i 2018 (SSB⁴).

Tabell 3: Estimert volum av restråstoff fra Lindberg *et al.*, 2016

Råstoffkilde		Restråstoff (tonn)	Restråstoff (%)
Cerealer		86 823	
Korn		69 823	
	Hvete	61 000	22
	Havre	7 500	21-32
	Bygg	1 200	30-50
	Spelt	123	26
Ølbrygging (mask)		17 000	31
Grønnsaker og potet		> 64 150*	
Dypfryste		13 000	21
	Grønnsaker	4 000	2-25

4 12359: Biologisk behandling av avfall (1 000 tonn), etter materialtype, behandlingsmåte, statistikkvariabel og år. <https://www.ssb.no/statbank/table/12359>

	Potet	9 000	15-25
Varmekonserverte	Grønnsaker	1151	20-35
	Tomat	1	17
Minimalt prosesserte grønnsaker	Gulrot	12000	20-25
	Løk	7000	
Øvrig prosessering av potet		5000	
	Varmebehandlet potet	38 000*	25-30
	Potetchips	33 000*	9
Produksjon av potetsprit og potetmel		5 000	
		70-85 000 kbm/år**	

*vaske- og prosessvann ikke inkludert ** tørrstoffinnhold 3-40 %

3 Viktige næringsstoffer for insekter

Insekter trenger energi og næring til å vokse og leve akkurat som oss. I takt med at produksjonsmetodene skaleres opp og effektiviseres, noe som er helt nødvendig, er det også naturlig å forvente at det settes søkelys på best mulig diett-sammensetning for insektvekst. Man deler gjerne inn næringsstoffene i makro- og mikronæringsstoffer der makro er det som det trengs mye av, som karbohydrater, fett/lipider og protein:

- **Proteiner** kreves for å gi vekst og utvikling. En proteinrik diett gir kortere utviklingstid og raskere vektøkning i melorm og sirisser.
- **Lipider** er essensielle komponenter i cellemembranen, lagrer og gir metabolsk energi gjennom vedvarende behov. De fungerer som barrierer for vannkonservering i leddyr
- **Karbohydrater** er en kilde til energi som insekter bruker til å produsere kitin. De mest vanlige karbohydratene er monosakkarider og diasakkarider (Ortiz *et al.*, 2016)

Mikronæringsstoffer inkluderer mineraler, vitaminer og steroler som selv om de kreves i små mengder er viktige for insekternæringen. Mangel på slike stoffer kan påvirke insektenes biologi negativt, selv om det brukes tilstrekkelig makronæringsstoffer i føret.

3.1 Karbohydrater

Karbohydrater kan deles inn i flere underkategorier. Dette er særlig viktig ettersom en stor del av den plantebaserte biomassen består av forskjellige typer karbohydrater. Man inndeler karbohydrater i simple og komplekse. De simple består av enkelt- eller to suktermolekyler, og disse kan lett brytes ned til energi eller brukes som byggestein i andre molekyler i insektet. De insektene som er aktuelle i oppdrett kan bruke disse simple karbohydratene.

Komplekse karbohydrater er lengre kjeder av sammensatte glukose-molekyler. Sammensetningen kan gjøres på forskjellige måter og dette har stor betydning for hvor lett de kan nedbrytes til enkelt suktermolekyler igjen. Mange planter lagrer sin energi som stivelse, dette er et komplekst karbohydrat. Glykosemolekylene i stivelse er bundet sammen med alfa-bindinger. Disse er lett nedbrytbare med enzymer som mennesker har, men også mange insekter kan dette. Komplekse karbohydrater kan også være satt sammen med beta-bindinger som i cellulose. Denne lille, men viktige, forskjellen gjør at denne type karbohydrat er mye vanskeligere å nedbryte. Cellulose, sammen med andre typer av karbohydrater som er vanskelig å nedbryte kalles samlet for fiber. Denne kategorien kan også inndeles videre, men det er ikke så aktuelt i denne rapporten. Det er altså viktig å se på sammensetningen av karbohydrater i de ulike typene av biomasse når man skal sammenligne og vurdere om strømmen er egnet til insektoppdrrett. Det finnes mer eller mindre kostbare metoder for å gjøre disse fiber-karbohydratene tilgjengelige, som nedbrytning med tilsatte enzymer eller nedbrytning ved bruk av mikroorganismer/gjær. I tillegg til cellulose så går også andre ikke nedbrytelige karbohydrater, lignin, chitin og dextrin.

3.2 Protein

Proteiner er bygget opp av 20 aminosyrer satt sammen til lengre kjeder. Disse er lett nedbrytelige og kan brukes både til oppbygning av nye proteiner som er viktige for struktur likesom mange hormoner er proteinbasert. Insektene klarer å syntetisere 10 av de 20 aminosyrene selv, men må ha de øvrige 10 gjennom mat. Disse såkalte essensielle aminosyrer er for insekter: leucin, isoleucin, valin, treonin, lysin, arginin, metionin, histidin, fenylalanin og tryptofan. Aminosyresammensetningen i det som insektene fores med er derfor også viktig. Et høyt innhold av protein i foret gir økt vekstrate på melorm.

3.3 Fett

Insekter trenger også fettsyrer til oppbygning av cellemembran og som energilager i perioder uten tilgang på karbohydrater. Mye fett er i formen triglyserid, et glyserolmolekyl med 3 fettsyrer koblet på. Insekter trenger påfyll av polyumettet fett, dvs. fettsyrer hvor der er flere enn 1 dobbeltbindinger i fettsyren. Disse kan insektene ikke selv syntetisere. Det er forskjellig fra insekt til insekt hvor stort dette behovet er, men en del av den restbiomasse som antas tilgjengelig kan være fattig på disse. Fosfolipider kan også brukes av insekter.

3.4 Mikronæringsstoffer

Mikronæringsstoffer er øvrige næringsstoffer som trengs i små mengder, men hvis fravær kan gi dårlige vekstbetingelser for insektene. Det er primært vitaminer, mineraler og fettsyrer som insektene ikke selv kan syntetisere. Tabell 4 viser innhold av vitamin A, E, D og C i vanlige føringredienser til insekter. Tabell 5 viser innhold av ulike B-vitaminer i vanlige føringredienser til insekter.

Tabell 4 Innhold av vitamin A, E, D og C i vanlige fôringredienser til insekter (Ortiz et al., 2016).

Food Ingredient	Vitamin			
	A	E	D	C
Whole soy flour	0.072	1.9	0	0
Whole yellow corn flour	0.171	0.4	0	0
Crude wheat bran	0.006	1.5	0	0
White wheat	0.005	1	0	0
Carrot, dehydrated	51.6	5.5	0	14.6
Dry potato flour	0.007	0	0	81.0
Dry milk, skim	1.354	0	0	6.8
Dry milk, whole	0.343	0.5	7.8	8.6
Baker's yeast	0	0	0	0.3
Brewer's yeast	0	0	0	0
Dry egg yolk	1.793	5.4	0	0
Dry beef liver	33.87	1.3	1.33	4.3

Vitamin A = retinol + alpha and beta carotene; vitamin E = alpha tocopherol; vitamin D = cholecalciferol and ergocalciferol; vitamin C = ascorbic acid.
Source: Data obtained from US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 28 (2015).

Tabell 5 Innhold av ulike B-vitaminer i vanlige fôringredienser til insekter (Ortiz et al., 2016).

Food Ingredient	Vitamin						
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B12
Whole soy flour	0.6	1.2	4.3	191.0	1.6	0.5	0
Whole yellow corn flour	0.2	0.1	1.9	21.6	0.7	0.4	0
Crude wheat bran	0.5	0.6	13.6	74.4	2.2	1.3	0
White wheat	0.4	0.1	4.4	0	1.0	0.4	0
Carrot, dehydrated	0.5	0.4	6.6	72.1	1.5	1.0	0
Dry potato flour	1.0	0.1	6.3	54.9	2.1	0.7	0
Dry milk, skim	0.4	1.5	1.0	169.0	3.6	0.4	0.004
Dry milk, whole	0.3	1.2	0.6	119.0	2.3	0.3	0.003
Baker's yeast	2.4	5.5	39.8	32.0	11.3	1.5	0
Brewer's yeast	4.0	5.1	33.3	0	2.0	2.7	0.001
Dry egg yolk	0.3	1.9	0.1	1388.0	7.8	0.7	0.005
Dry beef liver	0.7	9.3	44.0	1110.0	24.0	3.7	0.198

Vitamin B1 = thiamin, B2 = riboflavin, B3 = nicotinamide, B4 = choline, B5 = pantothenic acid, B6 = pyridoxine, B12 = cobalamin.
Source: Data obtained from US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 28 (2015).

4 Foretrukket insektdiett

4.1 Gul melorm

Melorm er altetende og spiser typiske korn- eller melprodukter med proteinkilder som soyamel, skummetmelkpulver eller gjær. Melorm kan på relativt kort tid resirkulere plantemateriale med lav kvalitet til høykvalitetsfôr som er rik på energi, protein og fett (Makkar *et al.*, 2014). I kommersiell produksjon blir de fôret med kornprodukter og kli tilsatt

gjær og gulrøtter for å få optimal vekst. Lite proteiner og lite fett (LPLF) og lite protein og mye stivelse (LPHS) gir sammenlignbare resultater når det tilsettes gulrøtter. Hvetekli, fiskemel og gjær gir sterke stimulanser til vekst. Et innhold av gjær på 10-15% av dietten er nok for å gi optimal vekst. Matavfall gir ikke alene optimal vekst av melorm og derfor kreves det tilskudd i form av avfall fra kornproduksjon og gjær fra bryggerier som man ikke finner i matavfallet. Oonincx *et al.*, observerte at protein i dietten var en avgjørende faktor for utvikling og overlevelse av melormene og optimal vekst ble observert i HP (høyt protein) diettene (supplert med gulrøtter). Gulrøtter i melormenes diett øker mengden tørrstoff og nitrogeneffektiviteten og reduserer utviklingstiden (Oonincx *et al.*, 2015). Melormene har lavt innhold av kalsium. Som soyamel er det metionin som er den begrensende aminosyren. Selv om melorm kan bli føret med hvetekli kan deres diett bli forbedret ved å tilsette friskt organisk materiale som poteter, gulrøtter og kål for å øke veksten (Liu *et al.*, 2020)

4.2 Sirisser

Sirisser kan bli føret med underutnyttet biomasse slik som kornrester og gjær fra brygging, råvarer som ikke har nådd forbruker og avfall fra matindustri. Den beste dietten er den som har høyt innhold av protein og fett (HPHF). Matavfall med lavt innhold av protein i forhold til fiber bidrar ikke til veksten av sirisser. En diett med fosfor vil påvirke veksten positivt. En optimal diett for sirisser har 20-30% protein, 32-47% karbohydrater og 3.2-5.2% lipider. (Ortiz *et al.*, 2016). En undersøkelse viser at dersom sirissene får en diett som består av mesteparten halm vil de aller fleste sirissene dø før de når høstbar størrelse (Lundy & Parrella, 2015). Denne undersøkelsen viser altså at halm ikke gir god næring for insektvekst. For begge insekteterne gjelder det altså at de ikke nedbryter cellulose og at de må ha et visst tilskudd av protein for optimal vekst i det de ikke kan danne alle aminosyrer til oppbygning av proteiner selv. Dette tilskudd av protein kan imidlertid komme fra forskjellige kilder.

4.3 Antioksidantaktivitet

Å supplere insektenes diett med organisk materiale slik som gulrøtter og appelsiner som er kilder til antioksidanter kan øke vekst og utvikling og antioksidantaktiviteten, noe som kan hindre at insektene får oksidativt stress som vil påvirke deres vekst og utvikling negativt (Liu *et al.*, 2020). Ifølge Di Mattia *et al.*, representerer spiselige insekter en potensiell kilde til antioksidanter, med effektivitet som er avhengig av deres taksonomi og spisevaner. Vannløselige ekstrakter av sirisser, gresshopper og silkeorm har fem ganger så høy antioksidantkapasitet som appelsinjuice, som en følge av deres vegetabiliske diett. Sirisser og melorm har høyere nivåer av antioksidantkapasitet enn frisk appelsinjuice (Di Mattia *et al.*, 2019). Melorm og sirisser er ansett å være de mest lovende insektarter i mat og føreindustri i Europa. Selv om det fremstår som at de har et lavt innhold av noen næringsstoffer slik som kalsium, omega 3-fettsyrer, vitamin ADE og tiamin vil føring med spesielle utformede dietter endre deres nærings sammensetning (Finke, 2015; Oonincx *et al.*, 2015).

5 Næringsinnhold i potensielle sidestrømmer

I 2018 produserte norske gårdbrukere 42.841 tonn gulrøtter, 4.461 tonn brokkoli og 326.400 tonn poteter. Hedmark bidro med 136.400 tonn poteter og 168.100 tonn korn, mens Oppland bidro med 28.900 tonn poteter og 37.800 tonn korn (SSB). Sidestrømmer fra prosessering og pakketering av dette har et stort potensial som fôr til insekt.

Selv om det eksisterer mange sidestrømmer som kan brukes til insektfôr varierer insektenes diett med ulike insekter. Noen råvarer er mer egnet enn andre av åpenbare årsaker, inkludert næringsinnhold og om lovgivning åpner opp for at det råvarene kan brukes til insektoppdrett. I dag gir EU-lovgivningen bare tillatelse til å bruke sporbart vegetativt materiale og ubehandlede matvarer som ikke inneholder kjøtt eller fisk som fôr til insekter. I det følgende gis en oversikt over næringsinnholdet i potensielle sidestrømmer.

5.1 Gulrøtter

Inneholder 10% grovt protein og opp til 60% sukker (mest sucrose) som gjør gulrøttene lett fordøyelige og spiselige. Gulrøtter er også rike på vitamin C, karoten og betakaroten (Bakshi *et al.*, 2016). Eksakt mengde gulrøtter til effektiv fôromdannelse er at 1,4 kg ferske gulrøtter gir 1 kg tørt fôr. Skrellet fra gulrøttene utgjør om lag 10% av fersk vekt og inneholder 50% av de totale polyfenolene (Lindberg *et al.*, 2016). Det er antatt at gulrøtter øker overlevelsen og gir kortere utviklingstid for melorm, spesielt når det også blir brukt som kilde til vann (Oonincx *et al.*, 2015).

5.2 Løk

Rik på fiber og fenolske komponenter som quercetin kalsium og flavonoider. Høy konsentrasjon av ingrediensene i løkskallet gir sterk antioksidant kapasitet (Benitez *et al.*, 2011).

5.3 Potetskrell

Inneholder polyphenol og glykoalkaloid-forbindelser som kan bli utvunnet og brukt som naturlige antioksidanter og forløpere for henholdsvis steroidhormon og kostfiber. Størstedelen av potetskrellet inneholder om lag 40% kostfiber og stivelsesinnholdet kommer an på skrelleprosessen. Dampskrelling inneholder 28% stivelse mens slitasjeskrelling inneholder 51% ettersom mer potetskrell blir fjernet i prosessen (Schieber & Saldana, 2009). Rått potetskrell har høyt innhold av vann og karbohydrater og et generelt lavt innhold av protein og lipider (Sepelev & Galoburda, 2015) og 50% av det totale innholdet av fenoler (Lindberg *et al.*, 2016).

5.4 Kli

Inneholder skall, testa og hyaline og aleurone (førstimulerende substanser)

Hvetekli: inneholder hovedsakelig 15% protein, 20% stivelse og 45% fiber (DM). I tillegg inneholder hvetekli fett, vitamin E og B, mineraler, fytinsyre, steroler og fenoliske komponenter.

Havreskjell: inneholder 40% cellulose, 40% hemicellulose, 8% lignin, 5% aske, 2% protein, 1% fett og fenoliske komponenter.

Brukt korn står for om lag 85% av biproduktene fra brygging. De består hovedsakelig av skjell fra bygg, endosperm-stivelseskorn og andre stoffer fra korn. De er rike på proteiner, essensielle aminosyrer, mineraler, sukker og kjemiske komponenter inkludert cellulose, hemicellulose og lignin (Lindberg et al., 2016).

5.5 Brød

Totalt innhold av fiber i brød er om lag 5 og 2.5 gram (per 100g) i henholdsvis grovt brød og loff (Stevenson et al., 2012). Grovt brød foretrekkes fremfor loff for å møte ernæringsmessige krav. Loff har lavt innhold av fosfor.

For å optimalisere produktiviteten og kvaliteten på insektproduktene er det viktig å vite hva slags diett som fungerer best for insektene. Å bruke sidestrømmer fra plantevekster gir ikke tilstrekkelig næring direkte da de alle inneholder varierende mengder næringsstoffer. I en balansert insektdiett må følgende 10 aminosyrer tilsettes da insektene ikke syntetiserer disse selv: leucin, isoleucin, valin, treonin, lysin, arginin, metionin, histidin, fenylalanin og tryptofan (Ortiz et al., 2016). Tabell 6 viser ulike matprodukter og deres næringsinnhold og den %-vise fordeling mellom de ulike makrokomponenter. For å få tilgjengelig karbohydrat må man ta total karbohydrat minus fiber. Tabellen introdusere også PLC ratio. Denne gir et hurtig overblikk over fordelingen mellom de 3 i den enkelte type biomasse. Det er tilgjengelig karbohydrat der er brukt i denne ratio utregning. Man kan ikke direkte sammenligne verdiene av forskjellige type biomasse da en med 10g protein, 10g fett og 10 gram karbohydrat vil ha samme ratio som en med 20,20,20.

Tabell 6 Ulike matprodukter og deres næringsinnhold og den %-vise fordeling mellom de ulike makrokomponenter.

Food Ingredient	Total Protein	Total Lipid	Total Carbohydrate	Crude Fiber	Water	PLC Ratio ^a
Whole soy flour	34.5	20.6	35.2	9.6	5.2	428:255:317
Whole yellow corn flour	6.9	3.9	76.8	7.3	10.9	86:49:865
Crude wheat bran	15.5	4.3	64.5	42.8	9.9	373:104:523
White wheat	11.3	1.7	75.9	12.2	9.6	147:22:831
Alfalfa pellets	16.0	1.5	64.0	27.0	12.0	294:28:679
Dry potato flour	8.3	0.4	81.2	6.6	6.6	100:5:895
Carrot, dehydrated	8.1	1.5	79.6	23.6	4.0	123:23:854
Dry milk, skim	36.2	0.8	52.0	0	3.2	407:9:584
Baker's yeast	38.3	4.6	38.2	21.0	7.6	637:77:286
Brewer's yeast	53.3	0	43.3	20.0	7.0	696:0:304
Dry egg yolk	32.2	55.8	3.6	0	3.0	352:609:39
Dry beef liver	68.0	12.0	13.0	0	0.8	731:129:140

P, protein; L, lipid; C, digestible carbohydrate = total carbohydrate – fiber.
^aBase 1000.
 Source: Data from US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 28 (2015).

6 Kartlegging av tilgang på råstoff til fôr i Innlandet

6.1 Gulrot, løk og potet fra primærprodusenter og rester fra bryggerier og spritproduksjon

I dette avsnittet har vi ønsket å gi et overslag på hva som kan være potensialet fra primærprodusenter, altså fra den enkelte gårdbruker. Dette på bakgrunn av at det med jevne mellomrom er avisartikler som forteller om bønder som må kaste store mengder grønnsaker fordi det ikke er avsetning i markedet. Tilsynelatende kunne dette gi et potensial som mat for insekter.

Det har imidlertid vist seg å være vanskelig å finne noen konkrete tall på hvor mye dette kan utgjøre i praksis. Vi har vært i kontakt med grønnsaksprodusenter som opplyser om at avfallet blir levert til pakkeriene, og i så fall kommer trolig frem under tallene vi har innhentet for industri. Noen gårdbrukere har også opplyst at de leverer til Sirkula eller tilsvarende mottaksanlegg.

Selv om det kan være et visst volum her er det likevel grunn til å anta at logistikken med å innhente dette blir krevende da det må innhentes fra flere aktører og leveransene vil være usikre. Vi har derfor konkludert med at biomassepotensialet fra primærprodusenter til insektproduksjon vil være lite/begrenset.

Når det gjelder restprodukter fra bryggerier og spritproduksjon har vi få eller ingen store aktører av dette i Innlandet. Vi har derfor ikke gjort noen nærmere undersøkelse av konkrete bedrifter i Innlandet.

6.2 Kornavrens

Innlandet har gode forutsetninger for dyrking av korn og fylket er en stor kornprodusent. Den årlige kornproduksjonen på landsbasis svinger noe fra år til år grunnet blant annet klimatiske dyrkingsforhold. I 2018 produserte Norge 743.000 tonn korn. Av dette ble 205.900 tonn produsert i Innlandet, fordelt på 168,1 tonn i Hedmark og 37,8 tonn i Oppland. 2018 var et dårlig år for korndyrking på grunn av ugunstige værforhold. I et normalår vil den årlige kornproduksjonen i Innlandet ligge på om lag 300.000 tonn korn.

Kornproduksjonen gir restavfall flere steder i verdikjeden. Etter innhøsting blir kornet fraktet til kornsiloer for oppsamling, rensing og lagring. Ved rensingen av kornet i kornsiloene fjernes det som med en samlebetegnelse blir kalt kornavrens. Det er et sammensatt avfall bestående av bønn, halmstubb, lettkorn, snerp, agner og jord. Kornavrens utgjør omtrent 1,5 % av råkornet og nyttes ofte som brensel i forbrenningsanlegg på linje med halm (kilde: Bioenergiressurser i Norge, nr. 7/2003, NVE)

I KLIPP - prosjektet har vi vært i kontakt med flere kornsiloer. De opplyser om at de har kornavrens i størrelsesorden ca. 1% av kornet de mottar. Dette er altså noe lavere enn tallet fra NVE sin rapport. Kornsiloene opplyser også at kornavrenset har et vanninnhold på mellom 15-25%. Ofte blir kornavrenset benyttet til bioenergi. Kornsiloene må ofte betale for å bli kvitt kornavrenset som brukes til bioenergi.

Restråstoff fra kornproduksjon, herunder kornavrens, vurderes til å være svært interessant til insektproduksjon. Det er forholdsvis høye og stabile volumer som det antas at insektene vil kunne nyttiggjøre seg og omdanne til proteiner.

Siden Innlandet ikke har noen egne store møller som produserer matmel, og restråstoffet fra kraftforproduksjon antas å være minimalt, er det kornavrenset direkte fra kornsiloene som er lettest tilgjengelig som forkilde til et mulig anlegg for insektproduksjon i Innlandet eller i Sverige.

Produksjonen av korn i Innlandet er ganske stabilt på om lag 300.000 tonn i et normalår. Av dette volumet er det ifølge kornsiloene om lag 1 % kornavrens. Dette vil årlig utgjøre 3.000 tonn. Av dette er det et vanninnhold på mellom 15-25 %. Ut fra dette er vår antakelse at det i Innlandet totalt er om lag **2.500 tonn** som kan nyttes til insektproduksjon årlig.

Siden kornsiloene i dag ofte betaler for å bli kvitt dette til bionergiproduksjon er det rimelig å anta at dette kan kjøpes av kornsiloene for en svært lav pris, forutsatt at det ikke kommer andre aktører inn i markedet som vil betale en høyere pris for dette.

6.3 Restråstoff fra møller

Neste ledd i verdikjeden er møller eller kraftforprodusenter. Sistnevnte har ifølge rapporten til til en leverandør ikke noe restråstoff i sin produksjon. Dette sporet har vi derfor valgt å ikke følge noe videre. Når det gjelder møllene som lager mel av kornet har disse en betydelig andel restråstoff (som vist i tabell fra Lindberg et al. i Nofima sin rapport).

Ifølge Store norske leksikon er det fem handelsmølleanlegg i Norge som produserer og distribuerer matmel til det innenlandske markedet. I tillegg finnes flere mindre møller for spesialsortimenter. Restråstoffet fra disse møllene er utenfor Innlandet.

Ut fra logistikk og avstand er det møllene i Moss og Oslo som er mest aktuelt som kilde til restråstoff for insektproduksjon. Det estimeres at det produseres totalt 20.000 tonn havre og müsli produkter årlig ved en mølle. Det går også frem at det blir mye biprodukter i form av skall. Dette blir i dag brent i en stor biokjele som går tilbake til produktene i form av steam. Det er dessuten så mye energi til overs at det leveres energi til byens sentrum.

I en leverandør sin rapport blir det estimert at foredling av havre gir restråstoff på 21-32%. Andre kilder antyder 25%. Ut fra dette er det rimelig å anta at møllen i Moss har et årlig restråstoff på omkring **5.000 tonn**. Om dette kan brukes til insektproduksjon er usikkert da det i dag anvendes hovedsakelig til bioenergi. Dette må undersøkes med nærmere kontakt med bedriften.

En annen mølle i Oslo har ifølge nettsiden til regal en daglig produksjon på 542 tonn mel og 132 tonn klipellet. Produksjon på årsbasis finnes ikke offentlig lett tilgjengelig, men det er rimelig å anta at årsproduksjonen av mel er på minst 125.000 tonn, avhengig av om de har kontinuerlig produksjon eller ikke. Ifølge en annen leverandør sin rapport er det 22% restråstoff ved foredling av hvete. Ut fra dette er det rimelig å anslå at det er om lag **27.500 tonn** restråstoff fra denne møllen årlig. Om alt dette benyttes til klipellets eller om det kan være tilgjengelig for insektproduksjon er usikkert. Dette må undersøkes nærmere ved kontakt med bedriften. Det er et betydelig potensial som ligger i restråstoff fra kornproduksjonen, og det er rimelig å anta at dette vil fungere bra som for til insekter. Det lettest tilgjengelige foret

er fra kornsiloene på om lag 2.500 tonn årlig, mens det fra de to møllene i Oslo og Moss er et stort men mer usikkert potensial på hele 32.500 tonn. Det samlede potensialet i verdikjeden på korn i vårt område anslås til **35.000 tonn** årlig. Dette er isolert sett nok til nesten tre produksjonsanlegg for insekter da det beregnes at hver fabrikk trenger minst 10.000 tonn biomasse årlig.

6.4 Avfall fra bakerier

Bakeriene er det nest siste ledd før butikken i verdikjeden for korn. På dette tidspunktet er en stor del av reststoffene allerede utgått i andre ledd som tidligere beskrevet. Storbakeriene har en viss vrakproduksjon og tar også retur fra butikkene. I Innlandet er det på ca. 2,5 tonn per dag (912 tonn årlig). Det er imidlertid flere bakerier på Østlandet med relativ kort vei til Innlandet. Restråstoffet her er stort sett i tørr form og må antas å ha en kvalitet som gjør det egnet til menneskemat.

6.5 Sidestrømmer fra industri

Vi har undersøkt tilgjengelig biomasse hos aktuelle bedrifter i Innlandet. Resultatet av det er som følger i tabell 7.

Tabell 7 Tilgjengelig biomasse hos aktuelle bedrifter i Innlandet.

Kilde	Type reststrøm	Mengde (tonn/år)
Potet, løk og grønt pakkeri	Generell frukt og grønt	14 600
Industrielle bakerier	Brødrester	600
Sum		15 200

6.6 Avfall fra dagligvarebutikker

Dagligvaresektoren har tilsynelatende nådd sitt mål om 15% reduksjon av matavfallet innen 2020 når det ble registrert bare 16% tilsvarende 62.050 tonn avfall i 2018 (Stensgård et al., 2019). For å estimere mengden av tilgjengelig avfall i dagligvaresektoren i Hedmark har vi kontaktet butikksjefer via telefon og e-post og stilt spørsmål om hvor mye avfall de har, kostnadene ved å bli kvitt avfallet, hvor de leverer avfallet og deres villighet til å gi avfallet til insektproduksjon. Bare 5 butikker svarte på spørsmålene på telefon, andre svarte ikke og begrunnet dette med en travel arbeidshverdag, og andre svarte aldri på e-posten de fikk. Ifølge svarene vi fikk er det en blanding av matavfall (kjøtt, frukt og grønnsaker) fra de største dagligvarebutikkene som varierer mellom om lag 20 – 120 kg/uke. Avfallet gis for det meste bort gratis, men butikkene betaler for transporten som avfallshåndteringsselskapene har for å transportere avfallet til biogass eller fôrproduksjon. De har så langt ikke vurdert andre måter å bruke dette avfallet på i fremtiden. På bakgrunn av dette estimerer vi den totale mengden blandet avfall fra en gjennomsnittlig dagligvarebutikk til å være mellom 1,1 – 6,9 tonn pr år. Hvis man regner ut fra et gjennomsnitt på 4 tonn og et totalt antall butikker i Hedmark på 76 er den totale mengden avfall estimert til **304 tonn årlig**. Å utnytte matavfall fra dagligvarebutikker kan være utfordrende siden det vil variere både i mengde og type innhold. Tilgjengelig biomasse fra dagligvarebutikkene vil være en kombinasjon av plantemateriale og animalsk

avfall. Det er grunn til å anta at avfallet fra industri er mer pålitelig og homogent og derfor mer egnet. De fleste matbutikker har satt i verk tiltak for å redusere matavfallet slik som å gjennomgå emballasjen, redusere prisen på mat som snart går ut på dato, registrere produkter som ikke blir solgt osv. Selv om noen er klar over at avfallet ender opp som biogass eller fôr, er det andre som ikke vet hvor det blir transportert eller hva det blir brukt til. Selv om dagligvaresektoren fortsetter å gjøre tiltak for å redusere matavfallet er det på bakgrunn av våre undersøkelser usikkert om de har interesse for å selge matavfallet til insektproduksjon. Den totale mengden matavfall i Norge er estimert til å være 390.000 tonn årlig, og det representerer et årlig økonomisk tap på 22,3 milliarder kroner. Norske husholdninger bidrar med 58% av avfallet, fulgt av matindustrien med 20%, dagligvarebutikkene med 16%, HoReCa med 5% og grossister med 1% (Stensgård et al., 2019). Selv om husholdningsavfall bidrar mest til den totale mengden matavfall er det forbudt å bruke slikt avfall til insektproduksjon da de kan inneholde kjøtt og/eller fisk. En endring av dette regelverket vil kunne gi store muligheter for insektbransjen til å øke mengden tilgjengelig avfall. I denne rapporten vil vi derfor fokusere på industrielt avfall. Selv om kildene til industrielt avfall er færre, er avfallet av større mengde og med høyere kvalitet.

7 Oppsummering, drøfting og konklusjon på mengde biomasse og aktuelle bedrifter i Innlandet

Arbeidet med arbeidspakke 3 har gitt oss en god innsikt i tilgangen til biomasse i i Innlandet, og vi har fått god oversikt over hvilke aktører som kan levere denne biomassen. Vi har også samlet sammen kunnskap om insektenes krav til ernæring og diett. Samlet sett har vi derfor sikret oss viktig kunnskap om grunnlaget for å etablere en insektproduksjon i det indre Skandinavia.

De to mest aktuelle insektene å starte med i industriell produksjon er melorm og sirisser. Både melorm og sirisser kan føres med rester fra kornproduksjon, men det vil trolig være gunstig med tilsetninger av annet plantemateriale i form av for eksempel gulrøtter og potetavfall. Også gjærrester fra bryggerier kan være ideelt. Halm kunne vært en mulig kilde til næring, men insektene vil neppe spise dette grunnet det høye innholdet av cellulose.

I Innlandet har vi god tilgang til fôret som insektene trenger. Det er et stort område for kornproduksjon og nettopp kornrester fremstår som den mest aktuelle hovedkilden til insektfôr. Riktignok må store deler av dette henges som avfall fra møller i Oslo og Moss, men logistikken rundt dette fremstår som overkommelig. Detaljene i dette må utredes videre i en spesifikk forretningsmodell.

Tabell 8 viser potensial i biomasse i Innlandet basert på de undersøkelsene vi har gjort så langt.

Tabell 8 Oppsummert biomasse-potensial til insektproduksjon i Innlandet.

Kilde	Type biomasse	Mengde (tonn årlig)
Kornmøller i Oslo og Moss	Restråstoff fra mølle (kornskall og liknende)	32.500
Industribedrifter i Innlandet	Potetskrell, brød, gulerøtter med mer	15.200
Kornsiloer i Innlandet	Kornavrens	2.500
Dagligvarebutikker	Diverse	304
Bakerier og brødfabrikker	Brødavfall	912 (antakeligvis flere med kort avstand til Innlandet)
Sum		51.416 (Ca. 51.000)

Ut fra dette er det rimelig å anta at det er et biomassepotensial på om lag **44.000 tonn årlig** i og i umiddelbar nærhet til Innlandet. Den enkleste biomassen å skaffe tilveie vil trolig være fra kornsiloer og industribedriftene i Innlandet. Det antas at denne har lav verdi i dag og at det vil fremstå som positivt for eierne hvis denne biomassen kan nyttes inn i en sirkulær insektproduksjon. Det største potensialet i mengde ligger i kornmøllene lokalisert i Oslo og Moss. Det er grunn til å anta at det er noe større usikkerhet og mer krevende å få tak i denne biomassen til insektproduksjon. Denne biomassen blir i dag stort sett brukt til bioenergi og utgjør derfor en økonomisk verdi.

Nærmere utredning om mulighetene til å benytte denne biomassen til insektproduksjon hører med til senere faser i dette prosjektet, nærmere bestemt utvikling av forretningsmodell. I den forbindelse bør det tas direkte kontakt med de aktuelle aktører med sikte på å verifisere og undersøke de mulighetene som finnes.

Erfaringer viser at en moderne insektfabrikk trenger tilgang på om lag 10.000 – 20.000 tonn biomasse årlig for å få en lønnsom og stor nok produksjon. Utredningene i denne rapporten viser at biomassen i og rundt Innlandet gir grunnlag for å etablere opptil flere insektfabrikker. Med maksimal utnyttelse av biomassen er det trolig mulig å etablere helt opptil fire fabrikker. Begrensningen for etableringen av slike fabrikker ligger trolig ikke i tilgangen til biomasse, men i lønnsomhet og i alternativ bruk av biomassen. Store deler av biomassen som kan nyttes blir i dag brukt til bioenergi. For å kunne anvende denne til insektproduksjon må kornmøllene se seg tjent med å endre bruken av sin biomasse. Det må i denne forbindelse også tas med i vurderingene at det utvilsomt vil være mer bærekraftig å benytte biomasse til produksjon av protein og mat enn til energi. Protein ligger høyere i verdikjeden enn energi og vil ha høyere økonomisk verdi. Dette avhenger likevel av at proteinet fra insektproduksjon er konkurransedyktig på pris.

Den foreløpige konklusjonen er derfor at vi har potensial til å etablere opp til fire insektfabrikker basert på biomassen i og rundt Innlandet. Om dette er realiserbart og mulig vil bli en vurdering av lønnsomhet, bærekraft og marked. Dette vil studeres nærmere i senere faser av KLIPP – prosjektet. Dette er en foreløpig konklusjon og oppsummering basert på svarene tilgjengelig på rapporttidspunktet.

8 Kartläggning av foderströmmar i Dalarna

När det gäller kartläggning av restprodukter i Sverige finns lite data att tillgå och vad gäller Dalarna så har vi inte hittat någon data alls. Jordbruksverket skriver i sin senaste rapport om Matsvinn ”Ökad foderanvändning från matsvinn och restprodukter” att i dagsläget är uppföljningen av vart matsvinnet och restprodukterna tar vägen inte fullständig och utveckling av uppföljningsmetoder har identifierats som en av fyra avgörande punkter i det nationella matsvinnarbetet. Det saknas också officiell statistik över mängder och användning av restprodukter som uppkommer i livsmedelskedjan.

I vårt arbete med att kartlägga foderströmmar har vi med hjälp av LRF (Lantbrukarnas Riksförbund) valt ut de restprodukter där vi bedömt att det finns störst chans till stora volymer och där det finns en kontinuerlig tillgång på restprodukter året runt. Det gör att vi har valt att titta på drav, industriella bagerier och grossister av spannmål. Vi har sedan kontaktat företag för att ta reda på hur mycket restprodukter de har.

Vi bedömer att bättre uppföljning på dessa områden skulle skapa möjligheter att ta vara på mer av det som uppkommer i livsmedelskedjan som foder till insekterna.

Genom vår kartläggning kan vi konstatera att initiativen till foderanvändning sker idag ofta genom kontakter mellan företag. Ett grossistled skulle kunna förbättra utsikterna för ökad användning av matsvinn och restprodukter som foder. Ett grossistled som kan hantera logistiken och ha kunskap både om insektsproducenternas behov och restprodukter från livsmedelsindustrin.

8.1 Kartläggning av drav (mask)

Drav är en näringsrik restprodukt vid ölproduktion som uppkommer innan jästen tillsätts i bryggprocessen. Utgångsmaterialet är ett sädesslag, oftast korn. Studier har visat att drav som foderkomponent har positiva effekter vid insektsproduktion både vad gäller kvalitet och tillväxthastighet.

I Dalarna finns det 16 bryggerier som har egen tillverkning. Vi har pratat med 12 av dem för att se hur mycket drav de producerar årligen och hur de hanterar restprodukten. Av dessa är 10 mindre bryggerier med 6 eller färre anställda, ett bryggeri har 20-tal anställda och ett har över 1000 anställda. De vi inte lyckats komma i kontakt med är mindre bryggerier som inte påverkar den totala volymen drav i någon större utsträckning. Kartläggningen visar att, det produceras stora volymer drav i Dalarna, ca 42000 ton där det största bryggeriet, står för mer än 95%.

Mindre bryggerier

De mindre bryggerierna producerar tillsammans ungefär 270 ton drav per år. De flesta av bryggerierna tar redan idag hand om dravet på något sätt, något enstaka har tillstånd som foderleverantör och skänker det till lokala bönder som djurfoder, andra tycker det är för dyrt

och krångligt att söka tillstånd som foderleverantör och skänker det därför till markägare som jordförbättring. Något enskilt bryggeri anger att de inte gör något särskilt med dravet idag och skulle gärna skänka det om någon kom och hämtade det. Detta är dock inte tillräckligt för att försörja en storskalig insektsindustri. I en uppstartsfas skulle denna volym kunna vara aktuell.

Medelstora bryggerier

Det finns ett medelstort bryggeri som producerar ca 1600 ton drav/år. Bryggeriet har idag tillstånd som foderleverantör och har avtal med en lokal bonde som kommer och hämtar dravet som sedan används som djurfoder.

Större bryggerier

Det större bryggeriet (Spendrups) levererar ca 100 ton drav om dagen, vilken ger 40,000 ton per år. Spendrups använder idag draven som biobränsle, de torkar draven och använder till uppvärmning. De kan ställa om och i stället köpa in annat bränsle för att kunna sälja draven som foder.

8.2 Kartläggning Industriella Bagerier och spannmålgrossister

Här har vi utgått från de företag med störst omsättning och med en kontinuerlig tillgång på restprodukter året runt. Vi har identifierat två industriella bagerier och en grossist.

De industriella bagerierna producerar tillsammans ca 550 ton restprodukter som kan vara aktuella som foder år insekterna och spannmålgrossisten ca 400 ton.

Tabell 9 viser potensial i biomasse i Dalarna basert på de undersøkelene vi har gjort så langt.

Tabell 9 Sammanställning foderströmmar Dalarna med potetial som insektsfoder.

Källa	Typ av foderströmmar	Mängd (ton/år)
Bryggerier	Drav	42.000
Industriella bagerier	Knäckebrödsrester	550
Grossister	Korn och Kli	400
Sum		42.950

9. Utredninger av logistiske forutsetninger i grenseoverskridende handel av sidestrømmer.

9.1. Potensielle volumer i Innlandet

Vi tar utgangspunkt i de største volumene som Klosser har funnet og som er beskrevet i tidligere i rapporten (tab. 10).

Tabell 10 Biomasse-potensial til insektproduksjon i Innlandet.

Kilde	Type biomasse	Mengde (tonn årlig)
Kornmøller i Oslo og Moss	Restråstoff fra mølle (kornskall og liknende)	32.500
Industribedrifter i Innlandet	Potetskrell, brød, gulerøtter med mer	15.200

Kornsiloer i Innlandet	Kornavrens	2.500
Dagligvarebutikker	Diverse	304
Bryggerier og spritproduksjon	Gjærrester	(gjenstår å undersøke)
Bakerier og brødfabrikker	Brødavfall	912 (flere bedrifter må sjekkes)
Primærprodusenter (gårdsbruk)	Diverse råvarer fra landbruksproduksjon	(gjenstår å undersøke)
Sum		51.416 (Ca. 51.000)

Først kan vi se på holdbarheten i disse sidestrømmene.

Kornmøller i Oslo og Moss.

Dette er store og anerkjente virksomheter som har drevet sine bedrifter i svært lang tid, og vil ventelig fortsette med det. Det er en stabil etterspørsel etter disse produktene.

Vi vil karakterisere denne biomassen som er restråstoff fra mølle (kornskall og lignende) som stabil.

Industribedrifter i Innlandet.

Det er utført en kartlegging av til sammen 10 bedrifter og til sammen 15.200 tonn.

Av disse 10 bedrifter er det 4 bedrifter som til sammen utgjør til sammen 13.900 tonn.

De 4 bedriftene har også restavfall som kan egne seg til for til insektsproduksjon .

Et forslag er å gå i videre dialog med de fire bedriftene på Innlandet. Dette er anerkjente industribedrifter som vil ha jevnlig produksjon som ligger sentralt på Innlandet. Navn på bedriftene deles ikke av bedriftsmessige hensyn..

Kornsiloer i Innlandet

Vi har vært i kontakt med et konsern med lokasjoner på Innlandet. Vi har også gjort avtale om test av deres kornavrensk. Det er et stort norsk konsern med produksjonsanlegg mange steder i Norge. I Innlandet er det først og fremst lokasjonene på Flisa og Løten som til sammen har en årlig produksjon på til sammen 30-40.000 tonn og 1% av dette kan være kornavrensk dvs. 3-400 tonn. I neste fase vil det være naturlig å gå videre med konsernet som virker interessert i prosjektet og kan være villig til å bytte kornavrensk mot kutterflis.

De resterende på listen er relativt små og vi vil ikke gjøre utspill mot disse i nåværende fase av prosjektet. For små enheter vil medføre høye kostnader ved innsamling og logistikk kostnader til aktuell fabrikk. Dette kommer vi tilbake til senere i prosjektet.

9.2. Prissettingsmekanismer for insektsbaserte foder

Som det fremgår tidligere i rapporten så er de ulike kvaliteter på restavfall og ulik bruk av restavfallet p.t. Det er et møysommelig arbeid å utrede dette detaljert. Noe går til før til andre dyr, noe blir pløyet ned i marken, noe blir gitt bort, noe må de betale for å bli kvitt, noe går til forbrenningsanlegg. Restavfallet har i dag en lav verdi generelt sett. Dette kan imidlertid raskt endre seg da det signaliseres en etterspørsel etter restavfallet.

Kornsiloene benytter i dag sitt eget kornavrensk til eget forbrenningsanlegg, som igjen brukes til å tørke korn før det fraktes til møllene.

Konsernet som ble besøkt signaliserte etter presentasjon at de gjerne kunne bytte kornavrensket mot samme mengde kutterflis i retur. De vil da bruke kutterflis i sitt forbrenningsanlegg i stedet for eget kornavrensk. Kornavrensket kan da brukes til noe mer fornuftig ved å bruke næringsstoffene i kornavrensket som før til insektproduksjon. Denne øvelsen viser at kostnaden for å få kjøpt kornavrensk fra denne kornsiloen vil være lik prisen for kutterflis levert på Flisa. Ut i fra en enkel undersøkelse vil det kost ca. 1. kr. /kg. (Dette må verifiseres også av andre kilder når det er aktuelt)
Vi vet også at de store møllene i Moss, og mest sannsynlig også i Oslo leverer en del av sitt kornskall til de store forbrennings anleggene både i Moss og i Oslo.
Disse forbrenningsanleggene kjører gjerne en miks av ulikt råstoff som er tilgjengelig på markedet til en svært lav pris, også gratis, og de setter sammen en god blanding med vått og tørt slik at forbrenningen kan bli optimal.

Kornavrens i bytte mot kutterflis

Øst i Innlandet – Elverum, nord, øst og sør for Elverum ligger det store skoger. Elverum blir kaldt Norges Skoghovedstad. Det kjøres 1-3 lange tog med tømmer/slip hver dag 24/7-365 ned til Skoghall i Sverige hvor det lages bla. væskekartonger for eksport world wide. Så tømmer/kutterflis er det rik tilgang på i Innlandet. Prisen på kutterflis vil nok variere noe også i takt med etterspørselen og eksporten ned til Skoghall. Stora Enso som eier Skoghall har planer for en stor utvidelse av kapasiteten i Skoghall. P.t. leverer Norge ca. halvparten av råstoffet ned til Skoghall. En utvidelse vil muligens øke presset hos Norske skogeiere til å levere mer, og prisen vil kanskje gå opp. Det er også andre faktorer som spiller inn. Det antas imidlertid at noen skogeiere og entreprenører som også jobber med bærekraft vil nok se muligheten til å levere kutterflis slik at det kan benyttes til noe annet og hvor man slipper å transportere så langt som det er til Skoghall – ca. 25 mil. Nå selger de sitt massevirke da Skoghall er en trygg og god kjøper og som vil ha regelmessige leveranser.

8.2. Transportmuligheter i Norge

Det finnes mange transportselskaper i Innlandet.

Ved transport av enten kornavrensket eller kutterflis kreves det spesielle biler.

Ved kornavrensk må transportøren bruke en type bil som er tilpasset både opplasting og ved lossing. Skal det være sidetipp eller tipp akter hos mottaker. Dette er viktige og nødvendige avklaringer.

Ofte er prisen for kjøring mellom to destinasjoner en funksjon av tid, reiselengde og tid det tar med opplasting og lossing.

Pris på transport vil være varierende. Et viktig kriterie vil være regelmessighet, vekt pr. lass, og avtaleforhold. Det er derfor vanskelig p.t. å få frem bindende kostnader på transport. Avhengig av prisen vil det etter all sannsynlighet være ideelt å ha leveranser til insektsfabrikk fra samme land.

Det å ha flere alternativer til råstoff leveranser er vesentlig ut ifra et ønske og behov for å sikre regelmessige leveranser til fabrikkene.

Førfabrikk nære restavfallsleverandørene

Restavfallet vil ofte ha et fuktighetsinnhold som kan være for høyt med tanke på en rimelig transport. Kornavrensk har ca. 15% fuktighet. Andre restavfall kan ha høyere.

I neste fase, hvor vi er i nærmere kontakt med utvalgte leverandører, bør det undersøkes mulighetene for å etablere enkle og mindre «førfabrikker» i umiddelbar nærhet av de større

aktørene slik at man unngår å frakte fuktig råstoff over lengre avstander, men bearbeider råstoffet på stedet og også reduserer fuktigheten ned til et akseptabelt nivå. Dette vil vi anse som bærekraftig, og også gi muligheter for tilleggsnæring lokalt i Innlandet og i Sverige.

Referanser

- Adler, S. A., Honkapää, K., Saarela, M., Slizyte, R., Sterten, H., Vikman, M., & Løes, A. K. (2014). Utilisation of co-streams in the Norwegian food processing industry.
- Bakshi, M. P. S., Wadhwa, M., & Makkar, H. P. (2016). Waste to worth: vegetable wastes as animal feed. *CAB Reviews*, 11(012), 1-26.
- Benítez, V., Mollá, E., Martín-Cabrejas, M. A., Aguilera, Y., López-Andréu, F. J., Cools, K., & Esteban, R. M. (2011). Characterization of industrial onion wastes (*Allium cepa* L.): dietary fibre and bioactive compounds. *Plant foods for human nutrition*, 66(1), 48-57. <https://doi.org/10.1007/s11130-011-0212-x>
- Di Mattia, C., Battista, N., Sacchetti, G., & Serafini, M. (2019). Antioxidant activities in vitro of water and liposoluble extracts obtained by different species of edible insects. *Frontiers in nutrition*, 6, 106. <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00106>
- Finke, M. D. (2015). Complete nutrient content of four species of commercially available feeder insects fed enhanced diets during growth. *Zoo biology*, 34(6), 554-564. <https://doi.org/10.1002/zoo.21246>
- Lindberg, D., Aaby, K., Borge, G. I. A., Haugen, J. E., Nilsson, A., Rødbotten, R., & Sahlstrøm, S. (2016). Kartlegging av restråstoff fra jordbruket. *Nofima rapportserie*.
- Liu, C., Masri, J., Perez, V., Maya, C., & Zhao, J. (2020). Growth Performance and Nutrient Composition of Mealworms (*Tenebrio Molitor*) Fed on Fresh Plant Materials-Supplemented Diets. *Foods*, 9(2), 151.
- Lundy, M.E, Parrella, M. P. (2015) Crickets Are Not a Free Lunch: Protein Capture from Scalable Organic Side-Streams via High-Density Populations of *Acheta domesticus*. *PLoS ONE*10(4): e0118785. doi: 10.1371/journal.pone.0118785
- Makkar H. P. S., Tran, G., Heuzé, V., Ankers, P. (2014). State of the art on use of insects as animal feed. *Anim Feed Sci Technol*. 197:1–33.
- Oonincx, D. G., Van Broekhoven, S., Van Huis, A., & van Loon, J. J. (2015). Feed conversion, survival and development, and composition of four insect species on diets composed of food by-products. *PLoS One*, 10(12).
- Ortiz, J. C., Ruiz, A. T., Morales-Ramos, J. A., Thomas, M., Rojas, M. G., Tomberlin, J. K., ... & Jullien, R. L. (2016). Insect mass production technologies. In *Insects as sustainable food ingredients* (pp. 153-201). Academic Press.
- Schieber, A., & Saldaña, M. D. (2009). Potato peels: a source of nutritionally and pharmacologically interesting compounds-a review. <https://doi.org/10.7939/R33T9DM0H>
- Sepelev, I., Galoburda, R. (2015). Industrial potato peel waste application in food production: a review. *Research for rural development* (1). https://lufb.ltu.lv/conference/Research-for-Rural-Development/2015/LatviaResearchRuralDevel21st_volume1-130-136.pdf
- Stensgård, A. E., Prestrud, K., Hanssen, O. J. og Callewaert, P. (2019). Matsvinn i Norge. Rapportering av nøkkeltall 2015-2018. OR. 32.19
- Stevenson, L., Phillips, F., O'sullivan, K., & Walton, J. (2012). Wheat bran: its composition and benefits to health, a European perspective. *International journal of food sciences and nutrition*, 63(8), 1001-1013. DOI: 10.3109/09637486.2012.687366