



Nye metoder for forbehandling av matavfall

- Kartlegging og mulighetsstudie

Rapport nr: 06/2019 Dato: 09.07.2019

**Avfall
Norge**

Rapport nr: 06/2019	Dato: 09.07.2019	Revidert:	Rev. dato:
Distribusjon: Åpen		ISSN:	ISBN: 82-8035-047-0

Tittel:

Nye metoder for forbehandling av matavfall
- Kartlegging og mulighetsstudie

Oppdragsgiver:

Avfall Norge

Kontaktperson:

Jens Måge

Forfatter(e):

Jarle Marthinsen
Anders Hjort
Emelie Persson
Jan-Olof Sundqvist

Medforfatter(e):

Oppdragstaker:

Mepex AS

Prosjektleder:

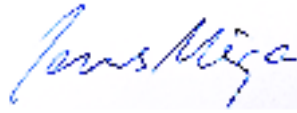
Jarle Marthinsen

Emneord:

Bioavfall, biogassanlegg, forbehandling, biogass, biometan, biodrivstoff, biomasse, bærekraft, biogjødsel, bioest, substrat, rejeekt, økologisk, matavfall, plast, mikroplast

Subject word:

Biowaste, Biogasplant, Pretreatment, Biogas, Biomethane, Biofuel, Biomass, Sustainability, Digestate, Biofertilizer, Substrate, Reject, Organic, Food Waste, Plastic, Microplastic

Godkjent av Jens Måge	Dato 09.07.2019	Sign 
-------------------------------------	-------------------------------	--

Forord

Forbehandling og hygienisering av matavfall fra husholdninger i et biogass- eller et substratanlegg (anlegg som lager et substrat for senere sluttbehandling) er en kostnads- og energikrevende prosess.

De vanligste metodene i dag er mekanisk bearbeiding av innsamlet matavfall i poser, ofte av plast. De mekaniske prosessene river plasten opp i mindre fraksjoner og gjør plasten mindre egnet for gjenvinning. I tillegg vil de små plastfraksjonene kunne følge med substratet inn i anlegget og videre til sluttproduktet. Dette fordi fett og annet organisk materiale klistrer seg til plasten og gjør separasjon vanskelig.

Dette prosjektet har hatt som formål å øke kunnskapen om forbehandlingssystemer og gi avfallsbesittere oppdatert status om tilgjengelig teknologi. Prosjektet er relevant for alle avfallsbesittere som vurderer system for behandling av matavfall.

Prosjektet skal foruten økt kunnskap om status for teknologien også bidra til å stimulere utviklingsprosjekter og uttesting av nye løsninger, metoder og kunnskap som resulterer i:

- økt plastgjenvinning fra rejekt
- lavere energibruk i forbehandlingen
- enklere drift av et anlegg
- lavere investerings- og driftskostnad for et anlegg

En ny metode kan kombineres med, eller erstatte en mekanisk forbehandling. Dette kan for eksempel skje gjennom å starte hydrolysen av maten allerede før separasjon av aksept og rejekt. Det kan gjøres ved hjelp av en kombinasjon av oppvarming og tilsetning av hydrolytiske enzymer. Dette gjør maten mer flytende slik at den mekaniske forbehandlingen kan forenkles og forbedres samtidig som maskinelle investeringer kan reduseres. Den økonomiske nytteverdien må sees opp mot kostnaden ved bruk av slike enzymer.

Det kan også være andre metoder som benytter biokjemien fremfor, eller i kombinasjon med, mekanikken, for å skille det organiske avfallet fra ikke-organiske uønskede elementer til biogassprosessen.

Denne rapporten kartlegger status av tilgjengelig teknologi for forbehandling av matavfall fra husholdning og næring, undersøker status for nye løsninger og muligheter for uttesting av disse i senere utviklingsprosjekt.

Arbeidet er gjennomført i fellesskap av IVL Svenska Miljöinstitutet og Mepex Consult, med innspill fra en prosjektgruppe bestående av Ketil Stoknes, Lindum og Lars M. Fugledal, Årim. Jens Måge har vært Avfall Norges prosjektleder.

Arbeidet er finansiert som et spleiselag av medlemmer av Avfall Norge: Lindum AS, IVAR IKS, ÅRIM (Ålesundregionen Interkommunale Miljøselskap IKS), BIR (Bergensområdets interkommunale renovasjonsselskap), Greve biogass (Grenland og Vestfold Biogass AS) samt Ecopro AS.

Prosjektrapport

Prosjekt	10549 - 1444	Rapportdato:	24.mai.2019
Tittel/	Nye metoder for forbehandling av matavfall	Distribusjon	Åpen
Fortatter(e)	Jarle Marthinsen Anders Hjort Emelie Persson Jan-Olof Sundqvist	Antall sider/	56
		Antall vedlegg	1
Oppdragsgiver	Avfall Norge	Kontaktperson	Jens Måge

Utdrag:

Avfall Norge har initiert et prosjekt for å se på forbehandling av matavfall. Det er utfordringer knyttet til dagens forbehandling både av teknisk, økonomisk og miljømessig art. Sortert matavfall inneholder til dels mye plast, papir, glass og annet avfall, som må fjernes i forbehandlingen for å unngå synlige forurensninger og mikroplast i substratet og dermed i bioresten. Dagens forbehandling er kostnadskreven og driftsintensiv samtidig som det tapes organisk materiale til rejektet.

Prosjektet er planlagt gjennomført i tre faser:

Fase 1: Tverrfaglig IDEaton med REdu

Fase 2: Kartlegging og mulighetsstudie

Fase 3: Uttesting i lab og fullskala (hovedprosjekt)

En eventuell fase 3 av prosjektet forutsetter tilleggsfinansiering.

Denne prosjektrapporten omfatter fase 2: Kartlegging og mulighetsstudie og omfatter 3 hovedaktiviteter:

1. Beskrive dagens forbehandlingsteknologi («state of the art»), herunder kjente erfaringer.
2. Kartlegging av nye (kjente) teknologier og metoder som har potensial for uttesting i pilot/fullskala.
3. Beskrivelse av et mulig utviklingsprosjekt for ny teknologi/metode.

Prosjektet er gjennomført i fellesskap av IVL Svenska Miljöinstitutet og Mepex Consult.

Emneord	Matavfall, forbehandling, substrat, rejekt	Geografi	Norge/Sverige
Prosjektleder	Jarle Marthinsen	Kontrollert av	Frode Syversen

Innhold

1 Innledning	9
1.1 Bakgrunn	9
1.2 Formål	9
1.3 Gjennomføring	10
1.4 Datagrunnlaget	10
2 Dagens forbehandlingsteknologi.....	12
2.1 Forbehandling på norske anlegg	12
2.1.1 Ecopro	13
2.1.2 Greve biogass	14
2.1.3 Grødaland Biogass	15
2.1.4 Mjøsanlegget	17
2.1.5 HRA Biogass	18
2.2 Forbehandling på svenske anlegg	19
2.2.1 Häringetorp Växjö	20
2.2.2 Lilla Nyby Eskilstuna	23
2.2.3 Tekniska Verken Linköping	24
2.2.4 Torrötning	25
2.2.5 Gladökvärn Huddinge	27
2.2.6 Ragnsells Roma	29
2.3 Dagens forbehandlingsteknologi – oppsummering	31
2.3.1 Forbehandling på norske anlegg	31
2.3.2 Driftserfaringer	32
2.3.3 Rejktmengder	32
2.3.4 Tap av biologisk materiale	33
2.3.5 Økonomi	34
3 Kartlegging av nye (kjente) teknologier og metoder	36
3.1 Innledning	36
3.1.1 Kvaliteten på matavfallet	36
3.1.2 Forbehandling av matavfall	36

3.2	Forbehandlingsteknologi	37
3.2.1	Generelt	37
3.2.2	Renescience (Dong)	38
3.2.3	NC Miljö – Retrowaste	40
3.2.4	Gemidan Ecogi	43
3.2.5	Andion	44
3.2.6	Tvåstegsrötning (separat hydrolyssteg)	47
3.2.7	Kjente teknikker på svenske anlegg	47
4	Beskrivelse av et mulig utviklingsprosjekt for ny teknologi/metode.	50
4.1	SWOT	50
4.2	Forslag til utviklingsprosjekt	52
4.2.1	Delprosjekt 1: Effekter av oppsamling og innsamling på substratkvaliteten	52
4.2.2	Delprosjekt 2: Testing av nye kjente teknologier	53
4.2.3	Delprosjekt 3: Materialåtervinning av rejeht ihop med test av ulike typer av hammarkvarn	53
4.2.4	Delprosjekt 4: Mikroorganismers, enzymer, temperatur och tryckets effekt på separasjonsprosessen, nedbrytning av papper, och plast.	54

Sammendrag

Kartlegging og mulighetsstudie

Kildesortert matavfall som samles inn fra husholdninger og næringer må forbehandles for å fjerne ikke-biologisk materiale. Dette er materialer som plast, tekstiler, papir, metall, glass og andre fremmedstoffer som må sorteres ut for at matavfallet skal kunne utnyttes optimalt. Forbehandling er nødvendig uavhengig av hvordan matavfallet skal utnyttes videre.

I dag blir mer og mer matavfall utnyttet til produksjon av biogass og biogjødsel. For å få høyt utbytte av biogass, ren biogjødsel og lite tap av matavfall til rejektet må forbehandlingen fungere optimalt innenfor akseptable kostnader. Myndighetene ser nå på mulighet for å pålegge utsortering av matavfall noe som kan innebærer at biogasskapasiteten må mer enn fordobles. Det er helt avgjørende for en slik utvikling at forbehandlingsteknologien for matavfall er funksjonell, kostnadseffektiv og miljøvennlig.

Det er gjennomført et prosjekt for å kartlegge status for dagens forbehandlingsteknologi for matavfall, samt finne fram til nye kjente metoder for forbehandling. Det er lagt til grunn at nye metoder bør gi bedre separasjon av matavfall med mindre tap av organisk materiale og bedre rejekt kvalitet. Substratet må ha lavt innhold av synlige forurensninger og mikroplast. Det bør også vurderes ytterligere behandling av rejektet med tanke på utnyttelse av plastfraksjonen til materialgjenvinning. Hele verdikjeden bør ses i sammenheng. Det betyr at også effekter av oppsamling og innsamling av avfall bør inkluderes.

Status dagens teknologi

En oversiktskartlegging av matavfallsanlegg i Norge og Sverige viser at 10 norske og 27 svenske anlegg mottar og behandler emballert matavfall fra husholdninger eller næringer. Av disse er 2 norske og 8 svenske anlegg å regne som frittstående substratanlegg som leverer matavfallssubstrat til andre anlegg. 8 norske og 19 svenske anlegg er komplette biogassanlegg med egen forbehandling. 4 av de 19 svenske anleggene er tørråtningsanlegg med enklere forbehandling samt etterbehandling av bioresten.

Dagens forbehandling av matavfall (status) viser at:

- Svenske og norske anlegg benytter mye av den samme forbehandlingsteknikken. De aller fleste anleggene har en grovkvern/poseåpner eller mixer som første trinn i forbehandlingen. Matavfallet fra husholdninger vil være emballert i poser av plast, bionedbrytbar plast eller papir, mens næringsavfallet kan være emballert i originalemballasjen og/eller i poser og sekker. Første forbehandlingstrinn vil derfor være skånsom åpning av poser og sekker.
- Etter poseåpning er det mange anlegg som har installert en overbåndsmagnet for å fjerne magnetisk metall.
- For fjerning av lett rejekt (plast, tekstil, papir) er det litt ulike tilnærmingsmåter. De fleste anleggene benytter hammerkvern for neddeling og fjerning av rejekt. Substratet (akseptet) presses ut gjennom en silplate med hullåpninger. Det er særlig på de svenske anleggene at hammerkvern benyttes, og i dag er det 3 ulike leverandører som leverer nokså lik teknikk på dette området.
- En del anlegg benytter pulper-teknologi som er kjent fra celluloseindustrien. Rejektet tas ut i egen separator der substratet presses gjennom en silplate med hullåpninger.
- Noe anlegg benytter også bio-separator (BioSep) som benytter sentrifugalkraft for å skille organisk materiale fra plast og andre forurensninger. I en del anlegg er det to maskiner i serie med ulike hullplater. Avfallet som går inn i BioSepen må være grovkvernet og metall må være fjernet.
- For fjerning av tunge partikler/slitende materiale (finpartikler) som sand, stein, glass, metall mm. er det flere som benytter sandvaskere, ofte hydrosykloner. Dette gjelder særlig de norske anleggene, og noen av dem har etablert hydrosykloner på flere steder i dagens anlegg.
- Skruepresser brukes også på flere anlegg både som et ytterligere forbehandlingsteg for å fjerne mindre plast og papirdeler.

For senere undersøkelser av effektene av dagens teknologi har Avfall Sverige under utvikling en metode for Benchmarking, som også kan være aktuell på norske anlegg. Bruk av standard metoder vil i større grad gjøre det mulig å kunne sammenligne de ulike teknikkene på flere parametre.

Generelle erfaringer

Generelt oppgir både svenske og norske anlegg at forbehandlingstrinnet er

utfordrende. Parametre som kvaliteten på matavfallet, hvilke type pose som anvendes og hvilken type forbehandling som er valgt påvirker driften. Flere anlegg har bygget om forbehandlingen eller har planer om ombygging eller flere delsteg både i forbehandlingen og i etterbehandling av bioresten.

Erfaringer fra svenske anlegg, som i stor grad samsvarer med norske erfaringer, viser at det er stor variasjon i rejektmengde, og tap av organisk avfall i forbehandlingen. Likeledes er det store forskjeller i investerings- og driftskostnader.

Poser og innsamlingssystem

Valg av poser vil normalt ha betydning for andelen synlige og ikke synlige plastpartikler i bioresten. I dagens situasjon er det flere kommuner som benytter plastposer, bl.a. kommunene som leverer matavfall til posesorteringsanlegg. I Sverige er fortsatt papir mye brukt.

Posene utgjør en andel av rejektet som tas ut i forbehandlingen, men vi har lite erfaring med effekten av ulike posetyper på substratkvaliteten ved norske anlegg. Dette kan det være behov for å se nærmere på.

Også innsamlingssystemene vil kunne påvirke kvaliteten på matavfallet. Matavfallet har i dag bra kvalitet i mange kommuner med lite feilsortering, men variasjonene er store. Noen steder der man tidligere har samlet inn til kompostering er det mye hageavfall i matavfallet. I kommuner der det benyttes oppsamling i grønn pose og ettersortering av posene i sentralsorteringsanlegg (optisk sortering eller NIR sortering) vil kvaliteten på matavfallet normalt være noe dårligere enn der matavfallet samlet opp i egen beholder som går rett til behandling.

Nye forbehandlingsteknikker

Nye kjente forbehandlingsteknikker som ikke er utprøvd tidligere i Norge, og som er identifisert i dette prosjektet er:

Renescience (Dong energy) er den eneste kjente teknologien som anvender en miks av enzymer for å konvertere biomassen/avfallet til en biovæske som kan separeres fra andre materialer i avfallsstrømmen. Foreløpig er teknologien benyttet på et anlegg i England for blandet husholdningsavfall (120 000 t/år).

Det er lite aktuelt å etablere anlegg for behandling av blandet husholdningsavfall i Norge. Avfallsdirektivet presiserer også at bioavfall skal sorteres separat og ikke blandes med annet avfall. Prosessen er allikevel interessant, spesielt for

matavfall med høy andel av annet materiale, emballert matavfall fra butikker, finfraksjonen fra sorteringsanlegg som inneholder mye matavfall mm. Bruk av enzymer kan være kostnadskreven og behov for optimalisering av prosessen er trolig nødvendig.

NC Miljö – Retrowaste er en teknologi utviklet for forbehandling av emballert matavfall fra dagligvarehandelen i Danmark og finansiert av det danske Miljøministeriet. Teknologien bygger på kjent teknologi med bruk av hammerkvern for å fjerne plastrejekt. Deretter tas tunge finpartikler ut i en hydrosyklon før substratet går inn en plastseparator for ytterligere fjerning av mindre plastbiter. Rejektet inneholder fortsatt noe metall som fjernes i en magnet (magnetisk) og en virvelstrømseparator (ikke-magnetisk). Deretter vaskes platen med tanke på etterfølgende materialgjenvinning. Denne delen av prosessen er fortsatt under utvikling. Både prosessen som sådan og muligheten for materialgjenvinning av plast er interessant for norske forhold.

Gemidan Ecoqi er også en dansk leverandør som har videreutviklet et kjent konsept med bruk av pulper og rejektseparator, og som kan vise til svært gode resultater i fullskala teser, med både høy utsorteringsgrad for rejekt og lavt tap av biologisk materiale til rejektet. Det er etablert 3 anlegg i Danmark som benytter denne teknologien. Teknologien kan enkelt tilpasses norske anlegg.

Andion er en europeisk leverandør av turn-key biogassanlegg som er i ferd med å etablere seg i Skandinavia. Forhandlingsløsningen som benyttes baseres på kjent teknologi, med en egenutviklet kjerneenhet (tornado) som separerer avfallet i 3 fraksjoner; plast/tekstil rejekt, (inert) tungrejekt og substrat. Andion har også fokus på fjerning av sand, stein og glass. Løsningen omfatter ikke kverning.

Forslag til utviklingsprosjekt

Dette prosjektet har, sammen med tidligere prosjekter, avdekket at det er stort behov for videreutvikling innenfor forbehandling av matavfall. En utfordring for hele biogassbransjen er å sikre avsetning av ren biorest på en sikker og miljømessig god måte over tid. Matavfallsmengden til biologisk behandling vil øke i årene som kommer, og mer kostnads- og miljøeffektive metoder må utvikles og tas i bruk. Det vil være behov for å se hele verdikjeden i en sammenheng, fra oppsamling i kjøkkenbenken og fram til ferdig jord- eller gjødselprodukt. Tiltak på alle ledd i verdikjeden innebærer også fokus på oppsamling og innsamling av avfallet. Effekter av materialer i poser og innsamlingsmetoder bør undersøkes. Nye og bedre forbehandlingsmetoder for matavfallet bør utvikles og testes. Etterbehandling av bioresten må vurderes som et supplement til forbehandlingen.

Det er identifisert flere mulige utviklingsprosjekt som en videreføring av dette prosjektet i fase 3. Delprosjektene kan kombineres i ulik grad. Et aspekt kan være å se om økt innsamling av avfall kan skje samtidig som man øker gassproduksjon og kvalitet på substrat/biorest, og redusere substratets innhold av synlige forurensninger/mikroplast.

Delprosjekt 1:

Effekter av oppsamling og innsamling på substratkvaliteten

Hvilke løsninger som benyttes for oppsamling (pose) og innsamling (transport, omlasting, posesortering) av matavfall vil påvirke substratkvaliteten og dermed også biorestkvaliteten. Dette prosjektet vil både omfatte kartlegging av dagens situasjon og hvordan alternativ oppsamling og innsamling kan bedre kvaliteten på matavfallet.

Delprosjekt 2:

Testing av nye kjente teknologier

I dette delprosjektet gjennomføres ytterligere datainnsamling fra anleggseiere og teknologileverandører for uprøvde og lovende teknologier, samt testing (testanlegg/fullskala) på norsk matavfall av ulik kvalitet. Fokus vil være å få bedre kunnskap om separasjonseffekt, tap av organisk materiale, substratkvalitet, dannelse av mikroplast mm. Testing som gjennomføres på ulike teknikker foretas med en omforent testmetode.

Delprosjekt 3:

Materialgjenvinning av rejeekt sammen med testing av forskjellige typer hammerkverner mm.

Test av effekten av ulike typer hammerkverner eller annet tilsvarende utstyr med fokus på gjenvinning av plast i substratet. Fokus vil settes på utstyr med skånsom oppdeling av avfallet samt muligheter og forutsetninger for materialgjenvinning av rejeekt. Delprosjektet kan gjennomføres i samarbeid med NC Miljø i Danmark, som arbeider med samme problemstillinger i full skala.

Delprosjekt 4:

Effekter av mikroorganismer, enzymer, temperatur og trykk på separasjonsprosessen, nedbrytning av papir og plast.

I dette delprosjektet vil fokus være å se hvordan ulike parametre som bruk av mikroorganismer, enzymer, temperatur mm kan påvirke separeringen av synlige/usynlige forurensninger. Utesting av Reniscience prosessen bør inngå i prosjektet. Tester utføres i laboratorie- eller pilotskala i samarbeid med fullskalaanlegg hvor driftsintensitet, energiforbruk etc. også kan kartlegges under testene.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Det samles inn nær 190 000 tonn våtorganisk avfall fra husholdninger i Norge¹. Det aller meste av dette blir levert til biologisk behandling i biogass- eller komposteringsanlegg. Mer enn 100 000 tonn av dette avfallet går til biogassanlegg og andelen er økende. I tillegg kommer matavfall fra næringer.

Fortsatt går store mengder biologisk avfall til forbrenning, med tap av fornybart drivstoff og fornybar biogjødsel. Miljødirektoratet har utredet konsekvensene av å innføre pålegg om utsortering av matavfall fra husholdninger og næring. Dersom det blir innført et pålegg med mål om 70 % utsorteringsgrad vil avfallsmengden til biologisk behandling kunne øke med 278 000 tonn/år.² Dette vil innebære at kapasiteten for biologisk behandling må mer enn fordobles. Det vil derfor være helt avgjørende at teknologien for håndtering av matavfallet er funksjonell, kostnadseffektiv og miljøvennlig.

Kildesortert matavfall fra husholdninger og næringer inneholder fremmedlegemer av plast, glass, metall, fiber mm., som må fjernes fra matavfallet for å oppnå en god behandling og et godt sluttprodukt. Dagens forbehandling av matavfall er både kostnadskrevende, energikrevende og teknologisk utfordrende. Stort tap av organisk materiale til rejekt, mye innsats i driftsfasen, kort levetid på utstyret og derigjennom høye driftskostnader er ikke uvanlig.

Potensielt kan også dagens metoder for neddeling og kverning av avfallet bidra til dannelsen av plastbiter, herunder også mikroplast, som reduserer kvaliteten på bioresten.

1.2 Formål

Formålet med prosjektet er å kartlegge status for dagens forbehandlingsteknologi, samt finne fram til mulige nye metoder for forbehandling av matavfall fra husholdninger og næringer. Eventuelle nye metoder bør gi bedre separasjon av matavfall med mindre tap av organisk materiale, bedre rejekt-kvalitet, som muliggjør økt materialgjenvinning av rejektet og reduserte driftskostnader. Videre bør det være et mål at nye metoder for forbehandling kan etableres med lavere investerings- og driftskostnader, enklere driftsoppfølging og lavere energiforbruk i forbehandlingen. Sist, men ikke

¹ SSB 2016

² Miljødirektoratet – Utsortering og materialgjenvinning av biologisk avfall og plastavfall (Mepex/Østfoldforskning 2018)

minst, bør substratet som produseres ikke gi opphav til økt spredning av plast herunder mikroplast.

Prosjektet er et kunnskapsprosjekt knyttet til forbehandling av matavfall til biologisk eller annen behandling. Prosjektet vil dra veksler på tidligere gjennomførte projekter, senest Substratprosjektet som ble gjennomført i et samarbeid mellom AvfallNorge og 5 norsk biogassaktører³. Hensikten med det prosjektet var å teste praktiske netoder for å analysere og kaakterisere matavfallssubstrat.

1.3 Gjennomføring

Prosjektet gjennomføres i tre faser:

Fase 1: Tverrfaglig IDEaton med REdu

Fase 2: Kartlegging og mulighetsstudie

Fase 3: Uttesting i lab og fullskala (forutsetter tilleggsfinansiering)

Dette prosjektet omfatter fase 2: Kartlegging og mulighetsstudie som omfatter 3 hovedaktiviteter:

1. Beskrive dagens forbehandlingsteknologi («state of the art»), herunder kjente erfaringer.
2. Kartlegging av nye (kjente) teknologier og metoder som har potensial for uttesting i pilot/fullskala.
3. Beskrivelse av et mulig utviklingsprosjekt for ny teknologi/metode.

Prosjektet gjennomføres i fellesskap av IVL Svenska Miljöinstitutet og Mepex Consult.

1.4 Datagrunnlaget

Kartlegging og beskrivelse av dagens løsninger for forbehandling er basert på foreliggende litteratur og tidligere gjennomførte projekter i Norge og Sverige. I tillegg er det innhentet data direkte fra aktuelle behandlingsanlegg for matavfall.

Kartleggingen omfatter anlegg som mottar og behandlinger matavfall fra husholdninger og næring og annet emballert matavfall. Alle de norske og svenske biogassanleggene som mottar emballert matavfall inngår i kartleggingen. I tillegg inngår noen rene substratanlegg som mottar matavfall og lager et substrat for levering til videre biologisk behandling.

³ Avfall Norge-Ecopro-EGE-Frevar-Greve-Lindum: Kvalitet på substrat til biogassanlegg (Mepex 2017)

Konkrete data fra flere av anleggene har vært begrenset, både fordi det ikke foreligger relevante data, eller fordi noen anlegg kan anse data som forretningshemmeligheter. Datagrunnlaget er derfor litt mangelfullt på noen områder.

2 Dagens forbehandlingsteknologi

2.1 Forbehandling på norske anlegg

Biogassanlegg for matavfall har knapt 20 års historie i Norge, og anleggene som er i drift i dag er etablert eller bygget om de siste 10 årene. I Sverige startet man arbeidet med biogass 10 – 15 tidligere, og en del av dagens teknologi i Norge bygger på erfaringer fra Sverige.

Kartleggingen av norske anlegg omfatter 10 behandlingsanlegg der to av anleggene er å regne som frittstående substratanlegg. De øvrige 8 anleggene er komplette biogassanlegg med egen forbehandling.

Tabellen nedenfor viser forbehandlingsutstyr på norske anlegg.

Anleggsnavn	Kvern/ poseåpner	Hammer- kvern	Magnet	Pulper/ rejekt- separator	Skrue- presse	Bio- separator	Syklon/ sandvasker	Annet
Ecopro	X		X			X	X	
Frevar	X		X			X	X	
Greve Biogass	X			X			X	X
Grødaland	X	X	X				X	X
Lindum	X				X			X
HRA (linje 1)	X			X				X
HRA (linje 2)				X	X ⁴		X	
Mjøsanlegget	X	X	X				X	
EGE/RBA	X		X		X	X		
Treungen	X			X				X
Norsk Matretur	X	X	X					

Tabell 1: Forbehandlingsutstyr på norske anlegg

En nærmere beskrivelse for et utvalg anlegg er gitt nedenfor i kapittel 2.1.1 til 2.1.5.

⁴ Rejekthåndtering

2.1.1 Ecopro



Foto 1: Ecopro (Kilde:Ecopro.no)

Ecoproanlegget i Verdal mottar kildesortert matavfall fra 220 000 innbyggere, samt flere andre substrattyper bl.a. avvannet avløpsslam. Anlegget har gått gjennom 3 ombygninger av forbehandlingen siden etableringen i 2002.



Foto 2: Biosep
(kilde:www.biopreplant.com)

Forbehandlingsanlegget slik det ser ut i dag, ble installert i 2011. Emballert avfall går først gjennom en grovkvern/poseåpner med etterfølgende magnet for utskilling av magnetisk metall. Deretter passerer avfallet en biosep med sikt 25 mm og deretter en ytterligere biosep med sikt 12 mm. Vann tilsettes i biosep og rejekt tas ut i begge trinn. Substratet går deretter til en matetank der det tas ut et flytesjikt (rester av plast). Fra matetanken pumpes avfallet via sandvasker (hydrosykloner) til THP. Ecopro har etablert flere sandvaskere etter pulpertrinnet, både etter pulper i THP og på rundpumpingen i biogasreaktoren.

Forbehandling er et utfordrende trinn i prosessen med relativt hyppig vedlikehold av utstyret. Tekstiler, sand og stein som følger med substratet gir slitasje på utstyret og høye vedlikeholdskostnader.

2.1.2 Greve biogass



Foto 3: Den magiske fabrikken (Kilde: Greve Biogass AS)

Greve biogass eller Den Magiske Fabrikken (DFM) ble etablert utenfor Tønsberg i 2013 og mottar mer enn 40 000 tonn kildesortert matavfall fra husholdninger og næringer i Oslofjordregionen. I tillegg mottas og behandles store mengder husdyrgjødsel fra landbruket i Vestfold.



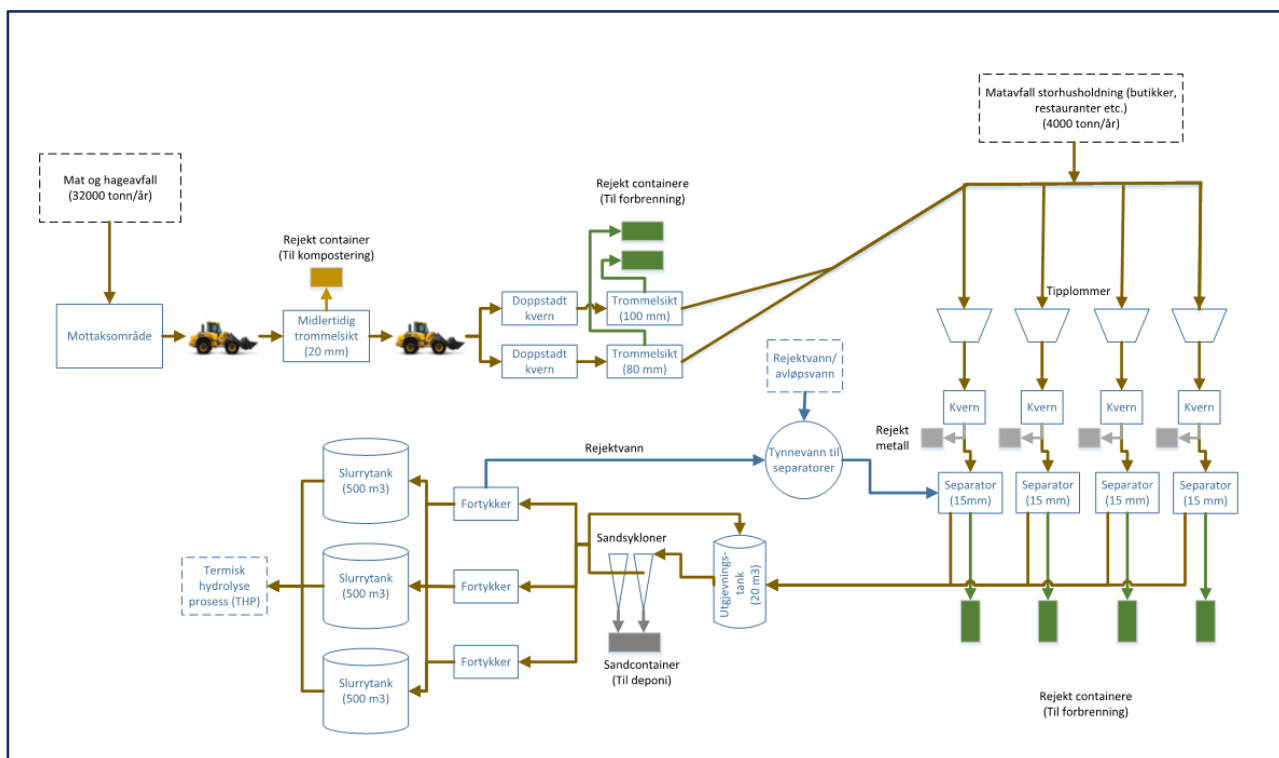
Foto 4: Pulper med HC rotor (Kilde: Cellwood.se)

Fra mottaksbunker mates matavfallet inn i poseåpner/kvern (Eric Shomberg). Etter poseåpning går avfallet til en pulper (Cellwood) med vertikal rotor hvor det tilsettes spedevann. Fra pulperen transporteres avfallsmassen til rejektseparator (Cellwood) med silåpning 6 mm. Her tilsrettes ytterligere spedevann. Rejektet fra separatorene avvannes gjennom en skru presse (Hüber) og transporteres til rejektcontainer. Akseptet går til en buffertank og pumpes derfra til et hydrosyklonanlegg for fjerning av sand, grus, eggeskall osv.

Substratet går videre til en skru presse (Börger) for å øke TS til ønsket nivå (15 %) før substratet pumpes til stor buffertank.

Anlegget har i dag høy kapasitetsutnyttelse som medfører høy slitasje i forbehandlingen og uforutsette stopp pga havari på enkeltkomponenter. Konsekvensene av nedetid har økt med produksjonsveksten og anlegget planlegger nå ny forbehandling dels for å øke kapasiteten, men samtidig for å øke sikkerheten for å kunne behandle en stadig økende mengde råvarer gjennom å ha to forbehandlingslinjer. Det arbeides samtidig med forskjellige løsninger for å kunne redusere innholdet av synlig plast i bioresten.

2.1.3 Grødaland Biogass



Figur 1: Flytskjema forbehandling Grødaland

Biogassanlegget på Grødaland mottar kildesortert matavfall fra over 300 000 innbyggere i IVAR regionen. I tillegg mottas kildesortert matavfall fra storhusholdninger, slam fra forskjellige renseanlegg, pumpbart industriavfall og septik.

Anlegget er det siste biogassanlegget for matavfall fra husholdninger som er bygget i Norge. En rånetank ble satt i drift mars 2016. Ved igangkjøring av mottaksanlegg for våtorganisk avfall ble en enda en rånetank satt i drift mai 2018.

Matavfallet som samles inn i denne regionen inneholder svært mye park- og hageavfall. Det er derfor, som første behandlingstrinn for avfallet, satt inn en

midlertidig trommelsikt med 20 mm sikteåpning. Hensikten er å fjerne mest mulig sand og jord før avfallet går videre til behandling. Deretter blir avfallet (akseptet) grovkvernet (Doppstadt) for bl.a. å åpne opp posene som matavfallet samles opp i.

Avfallet blir så siktet i trommelsikter for å fjerne «oversize». Det er etablert 2 parallelle siktelinjer der en linje har sikt med 100 mm og den andre linjen sikt på 80 mm. Innledende forsøk viste at det var liten forskjell på de to siktene, men erfaring i ettertid har vist at det blir mer rejekt fra linjen med 80 mm sikt.

Avfallet transporteres deretter med skruer og fordeles på 4 tiplommer med hver sin etterfølgende forbehandlingslinje. 3 linjer kan være i drift samtidig. Anlegg har overkapasitet i denne delen av forbehandlingen og har dermed sikret god redundans. I tiplommene tømmes også matavfall fra storhusholdninger som blandes med matavfallet fra husholdninger.



Fra tiplommene transporteres avfallet til en kvern (Haarslev). Kvernen hakker opp avfallet i fine biter før avfallet slippes på et transportbånd med magnet for metallfjerning.

Foto 5: Haarslev matavfallskvern (Kilde: www.haarslev.com)

Avfallet transporteres videre inn i en separator (Haarslev Depacker) der det blandes med store mengder tynnevann (rejektvann fra andre prosesser) for å gjøre det om til en pumpbar slurry. Separatoren skiller av alt avfallet som er over 15 mm. Blandet rejekt fra separator går via skruepresse (Haarslev) til rejektcontainer.

Slurryen (akseptet) pumpes til utjevningstank og videre gjennom sandsykloner for uttak av sand og annet tungt slitende materiale. Slurryen går så gjennom siste forbehandlingstrinn som er fortykning (Börger) som øker tørrstoffinnhold til ca. 15 %TS, før den pumpes inn i lagertanker hvor den doseres inn i THP (Cambi).

Anlegget har foreløpig kort driftstid og har derfor ikke så mye erfaring fra forbehandlingsutstyret. Anlegget prosesserer allerede i dag alt matavfallet fra eierkommunene til IVAR. Det største problemet er slitende materiale (jord, sand, grus) som følger med alt hageavfallet og som fører til mekanisk slitasje i forbehandlingen. Noe av dette blir skilt ut i første trommelsikt.

2.1.4 Mjøsanlegget



Foto 6: Mjøsanlegget (Kilde: www.mjosanlegget.no)

Mjøsanlegget utenfor Lillehammer ble startet opp i 2000 og gjenåpnet etter en totalrenovering i 2017. Anlegget har i dag en kapasitet på å behandle 30 000 tonn matavfall og annet organisk substrat hvert år. Det nye forbehandlingsanlegget er levert av Purac AB.

Fra mottakslommer der avfallet blir blandet, går matavfallet inn i en grovkvern/poseåpner for skånsom neddeling og åpning av poser og annen emballasje. Deretter tas magnetisk metall ut via en overbåndsmagnet før avfallet transporteres til «Food waste Depacker» levert av Haaslev. Dette er en Hammerkvern med en roterende sylinder (rotor) og hullplate med åpninger 15 mm.



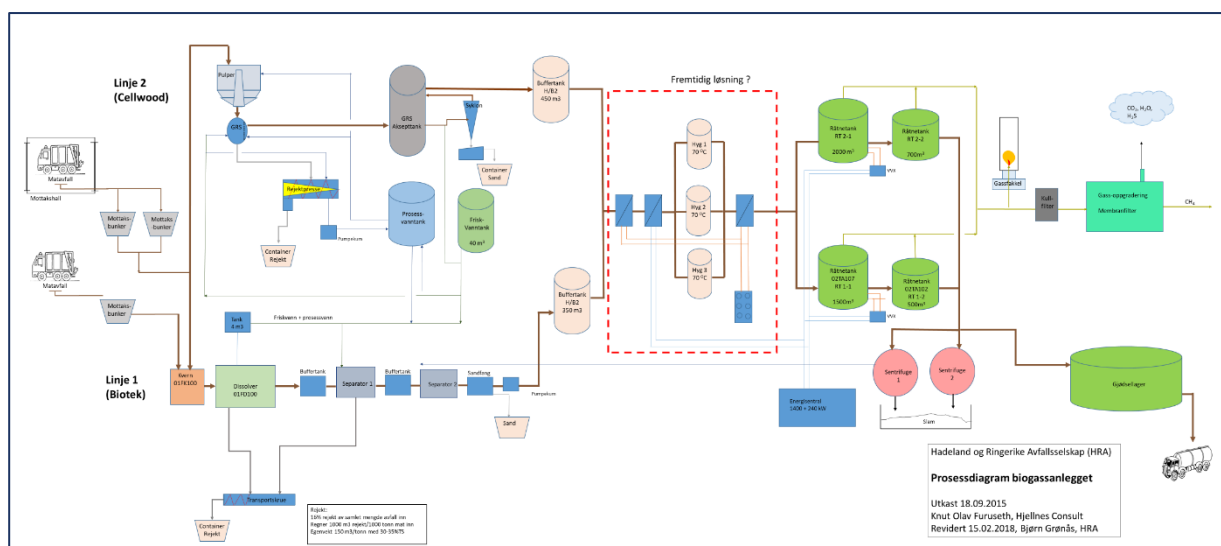
Foto 7: Haarslev Depacker (haarslev.com)

Fra denne enheten tas ut et blandet rejeekt av plast, fiber og ikke-magnetisk metall. Etter separering går akseptet til buffertank før det mates inn i THP.

Fremmedlegemer tas også ut lenger ut i prosessen. Det er etablert hydroykloner etter THP og også på rundpumpingen på råtnetanken. Her tas det ut sand, glass og annet slitende materiale. Etter utråtning går bioresten til ny stor buffertank. Plast og flyteslam fjernes manuelt med gravemaskin. Etter buffertank går bioresten til egen kum for utkjøring.

I følge Mjøsanlegget har anlegget fungert bra siden oppstarten i 2015 uten havari og med lite nedetid. Det planlegges å etablere avvanning av bioresten for å få ut mer organisk til biogassproduksjon og for å redusere risiko for spredning av plast/mikroplast.

2.1.5 HRA Biogass



Figur 2: Flytdiagram HRA

Anlegget på HRA ble etablert i 2005 da eksisterende komposteringsanlegg ble bygget om til biogassanlegg. I 2014 ble det så etablert en ny linje levert av Cellwood. Begge linjer er i bruk i dag. Linje 1 har en mottakslomme for tipping av avfall. Avfallet transporteres deretter gjennom grovkvern for åpning av poser og deretter til disolver (pulper) med tilsetning av vann før lagring i mellomlagertank (buffer) som også er fødevannstank for plastseparator. Linjen tar ut plastrejekt i to trinn før avfallet ledes via sandfang til buffertank før hygienisering. Teknologien ble i sin tid utviklet og montert av Biotek. Samme teknologi benyttes fortsatt på Treungen-anlegget.

Linje 2 har to mottakslommer. Matavfallet ledes direkte til pulper (Cellwood) og deretter til bioseparator (Cellwood GRS). Akseptet fra separatoren går til egen aksepttank der sand tas ut i et hydroyklonsanlegg (Cellwood) før det pumpes til

buffertak før hygienisering. Rejekt transporteres til skruepresse (Hüber) før rejektcontainer.

HRA peker på at den mer enn ti år gamle Biotek – linjen har forholdsvis krevende og hyppig vedlikehold. Utfordringer som tap av organisk materiale og for lavt tørrstoff både på rejekt og substrat. Cellwoodlinjen har ingen kvern noe som tidsvis gir stans av utstyret pga grovt avfall.

HRA ser nå på løsninger for etterbehandling bioresten for å redusere innholdet av synlige forurensninger i bioresten.

2.2 Forbehandling på svenske anlegg

I Sverige innefattar undersökningen 27 behandlingsanläggningar där 8 av anläggningar ska betraktas som fristående substratanläggningar. De övriga 19 anläggningarna är kompletta biogasanläggningar med egen förbehandling. Av dessa 19 anläggningar är 4 torrrotningsanläggningar med enklare förbehandlingstekniker och efterbehandling på rötresten. Information har inhämtats från flertalet av Avfall Sveriges rapporter samt kontakt med anläggningsägare och leverantörer.

Exempelanläggningar för respektive teknik har valts ut och beskrivs sedan i avsnitt 3.2.1 till avsnitt 3.2.6.

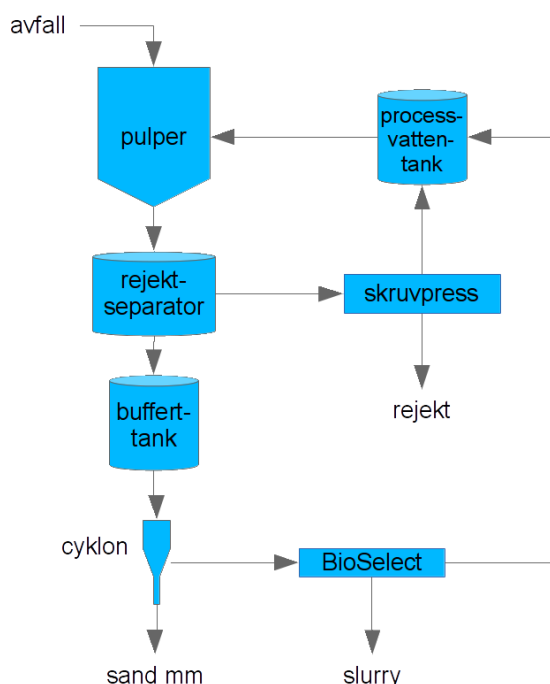
Tabell 2. Sammanställning över de 27 svenska behandlingsanlegg.

Anleggsnavn	Kvarn/ kross/ mixer	Sikt/ Stjärn- sikt	Hammer- kvern	Magnet	Pulper /rejekt separa- tor	Skrue- presse	Bio- Separator	Syklon/ sand- vasker	Annat
Uppsala Avfall & Vatten	X		X	X					
Ragnsells			X						
Biogasbolaget i Mellansverige AB	X		X	X					
Gladökvärn Huddinge	X		X	X					
C4 Teknik	X		X	X					
Halmstad Energi och Miljö	X		X	X					
Borlänge Energi och Miljö	X		X	X				X	X
Falköping Kommun			X						
Boden Kommun	X		X	X					
Eskilstuna Energi & Miljö			X						
Växjö Kommun	X				X	X		X	X
Tekniska Verken Linköping	X			X			X		
Härnösand Energi och Miljö	X					X			
Ekogas	X								
E.ON Högbytorp	X	X		X		X			
Västblekinge miljö ab	X	X		X		X			

Anleggsnavn	Kvarn/ kross/ mixer	Sikt/ Stjärn- sikt	Hammer- kvern	Magnet	Pulper/ rejekt separa- tor	Skrue- presse	Bio- Separator	Syklon/ sand- vasker	Annat
Skellefteå	X				X	X		X	
VIVAB									
NSR	X				X	X			
VAFAB Miljö	X	X						X	X
Renova	X					X			
SYSAV	X					X			
Borås Energi och Miljö	X			X		X			
Jönköping Energi	X								X
KSRR	X		X	X					
Nårab	X	X			X				

2.2.1 Häringetorp Växjö

Vid Häringetorps avfallsbehandlingsanläggning några kilometer sydväst om Växjö har Cellwood under sommaren 2012 driftsatt en förbehandlingsanläggning på uppdrag av Växjö kommun som har en kapacitet på 15 000 ton/år. Anläggningen har inrymts i befintliga lokaler som tidigare användes för att sönderdela organiskt avfall innan deponering. Figur 3 nedan visar ett schema över processen.



Figur 3: Schema för Cellwoods process.

Anläggningen körs satsvis där inkommande källsorterat matavfall tas emot i en tippficka med två öppningar så att två bilar kan lossa samtidigt. Tippfickan är på cirka 80 m³ och är placerad inomhus med en luftsluss där portarna hålls stängda då ingen mottagning sker. I botten på den gemensamma tippfickan sitter fyra

spiraler som transporterar matavfallet via ytterligare en skruvtransportör samt en bandtransportör till en pulper för sönderdelning.

Sönderdelning av förpackat matavfall sker med en kvarn. Materialet mals och faller ner i en avvattningsskruv där separering sker. Utpressad och avrunnen vätska går ner i en tank. Fasta partiklar som är rötbara körs med lastmaskin till tippfickan och hanteras sedan som det källsorterade matavfallet nedan.



Foto 8: Pulper inifrån, nästan tom (vänster), rejektseparator GRS 3000 (höger). Bilder: BioMil 2014

Sönderdelning och separering av matavfallet sker med hjälp av en pulper och en rejektseparator. Pulpern är av typen HCP12-140/84 och har en kapacitet på omkring 10 ton matavfall per timme. Pulpern fylls med matavfall och spädvätska från en bufferttank. Spädvätska är förutom vanligt vatten även spol- och dagvatten från anläggningen samt pressvätska från skruvpressen nedströms i processen. Även pressvätska från kompaktering av rejekt tas omhand och används.

Inkommande matavfall har en TS-halt på cirka 30-35 % och i pulpern späds det till omkring 18-22 % TS. Pulpern laddas på 2-3 minuter under omrörning och efter cirka 15-20 minuter har matavfallet sönderdelats och töms via en rejektseparator av typen GRS 3000. Rejektseparatorn är i princip en silplåt på Ø6 mm med en rotor för att hålla silplåten ren. För att rejektseparatorn ska fungera effektivt tillsätts ytterligare spädvatten så att slurryn har en TS-halt på omkring 8 %. Partiklar större än silhålen stannar i rejektkammaren medan partiklar mindre än silhålen pumpas till tömningskar.

Rejektet från rejektseparatorn faller ner i en tratt som matar vidare med en 700mm skruv. Hastigheten på skruven är 3-5 varv/min. Skruven matar en skruvpress av typ Huber WAP/L som trycker rejektet genom en press zon och avvattnas till en TS halt på ca 40-45%. Rejektet trycks vidare till en container som sedan töms med en hjullastare.



Foto 9: Vänster: Rejekt. Rejekthanteringen är inte helt intrimmat, varför rejektet förväntas bli torrare. Höger: Cyklon med utdragsskruv. Bilder: BioMil 2014

För att säkerhetsställa att ingen sand följer med slurryn så har en sandavskiljare i form av en cyklon installerats. För att höja TS-halten på slurryn så har en BioSelect från det tyska företaget Börger GmbH installerats. Börger BioSelect är en skruvpress som matas av en lobrotorpump vilken säkerställer ett hydrauliskt tryck. En central skruv komprimerar materialet ytterligare och säkerställer att silkorgen inte sätts igen. En andra lobrotorpump i utloppet kontrollerar utflödet av den fasta fraktionen. TS-halten i den fasta fraktionen kontrolleras och kan regleras under pågående drift.



Foto 10: Vänster: Börger BioSelect. Mitten och vänster: Slurryn efter och före BioSelect. Bilder: BioMil AB

Inkommande slurry har en TS-halt på cirka 6 % och efter avvattning har slurryn en TS-halt på omkring 12-18 % TS. Pressvätskan tas omhand och recirkuleras i processen medan slurryn pumpas till en bufferttank på 400 m³ innan den lastas på tankbilar.

Cellwood har även installerat liknande utrustning åt Skellefteå kommun på Tuvans avfallsanläggning där 17 000 ton matavfall kan behandlas per år.

2.2.2 Lilla Nyby Eskilstuna

Under 2016 har ny förbehandlingsutrustning tillverkad av holländska Smicon installerats. Sönderdelningen sker i en kvarn från Smicon. Rotorn har ledande slagor som matar avfallet från inloppet till utloppet för rejekt. Runt rotorn finns silplåtar som dels är fast monterade, dels monterade i en roterande trumma som drivs av en separat motor. Silplåtarna har en hålstorlek på 12 mm. Spädvatten tillförs via dysor på flera ställen i maskinen. Inkommande avfall matas direkt in i maskinen utan påsöppning eller liknande.

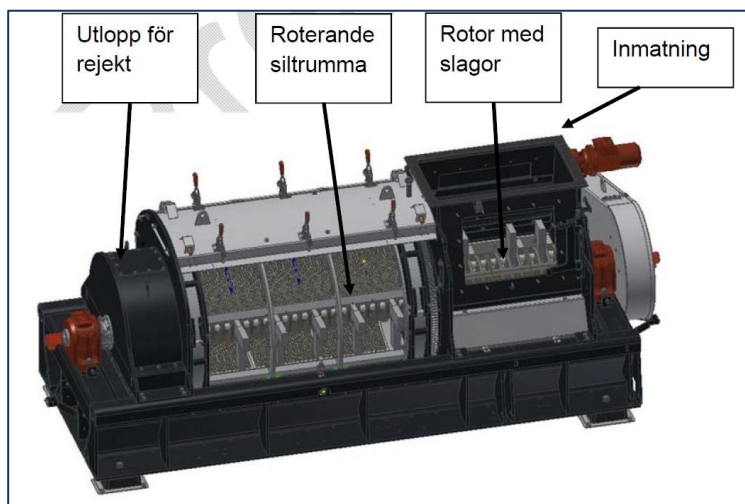


Foto 11. Smicon kvarn.

Vid anläggningen behandlas matavfall från optisk sortering (Optibag-systemet) samt organiskt avfall från verksamheter som lämnas i en särskild tippficka. En del av Slurryn skickas till rötning i kommunens avloppsreningsverk och en del av slurryn skickas till extern anläggning. Det planeras även för att bygga en ny fristående biogasanläggning som kan röta det matavfall som uppstår i kommunen.

Liknande anläggning har installerats i Falköping. Ytterligare en anläggning ska installeras hos Vafab Miljö i Västerås.

Vid en utvärdering av utrustningen (utförda 2017-08-31) erhöles följande resultat:

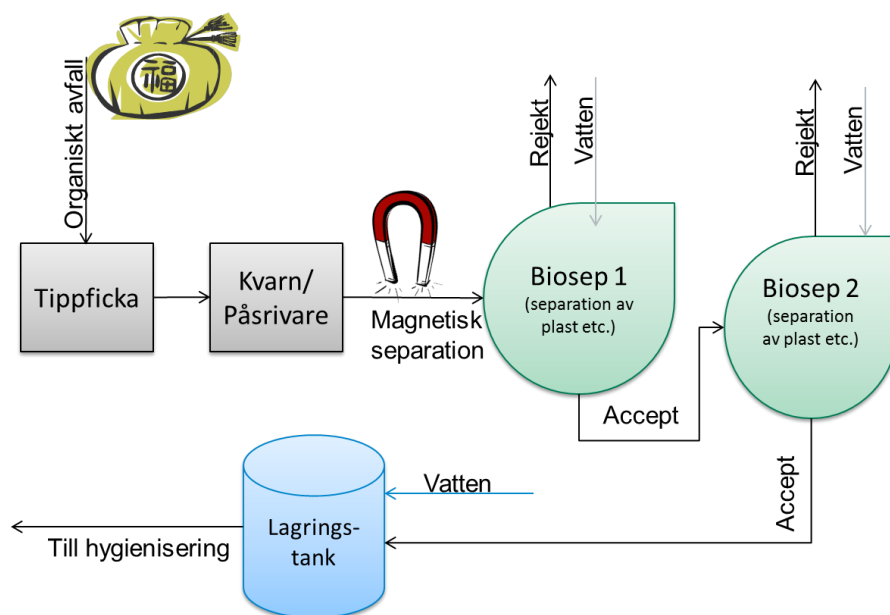
- Rejektet får en TS-halt på 30,9 % och rejektmängden var 17,4 %.
Rejektet innehöll 45 % rötbart material
- Matslurryn hade en TS-halt på 14,3 %. Synliga föroreningar var ca 26 cm²/kg. Det organiska innehållet (VS) var 90,3 % av torrsustanshalten.

- Utbytet av rötbart material var 91,4 % och avskiljningseffekten var 97,7 %.

2.2.3 Tekniska Verken Linköping

Utanför Linköping har tekniska verken år 2012 driftsatt en förbehandlingsanläggning som har en kapacitet på 50 000 ton/år.

De ingående delarna i förbehandlingsanläggningen vid Tekniska Verken i Linköping beskrivs översiktligt i figur nedan.



Figur 4: Schematisk bild över förbehandlingsanläggningen vid Tekniska Verken i Linköping. Bild: Tekniska Verken

Inkommande avfall, bestående av källsorterat organiskt hushållsavfall och organiskt avfall från industri och butik, tas via en omlastningsplatta in i anläggningen genom att lastas in med lastmaskin till en tippficka. Flytande avfall på pall, som ex. förpackad mjölk eller juice, behandlas separat i en förpackningspress, och går inte in i anläggningen via tippfickan. Acceptet från förpackningspressen går istället in i en tank för flytande material och används vid spädning av matavfallsslurryn i samband med de separerande BioSep-enheterna i behandlingslinjen.

Tippfickan är utrustad med fyra spiraler i botten som transporterar materialet vidare till en kross. I krossen rivs påsar sönder och materialet sönderdelas grovt, innan det med hjälp av en skruvtransportör transporteras vidare till en magnetseparation där metall separeras ut. Materialet sprids där ut på ett transportband, och metallbitar samlas upp med hjälp av magneter och samlas upp i ett kärl intill magnetavskiljaren. Därefter matas avfallet vidare via två

parallella transportskruvar, in i två parallella BioSep-enheter för en första avskiljning av plast och annat förpackningsmaterial. Dessa BioSep-enheter har en hålskiva på 25-30 mm.

Separationsprocessen, som sker satsvis, tar olika lång tid beroende på hur mycket orenheter som finns i avfallet. Spädvätska tillsätts i BioSep-enheterna för att tvätta rejekt samt för att reglera TS-halten på slurryn. Detta processteg fungerar som en första avskiljning av förpackningsmaterial m.m. och slurryn som produceras skruvas vidare till ytterligare en BioSep-enhet utrustad med en hålskiva med lite mindre öppningar, 10-15 mm. På samma sätt som med de första BioSep-enheterna så sker detta satsvis och spädvätska tillsätts under processen. Slurry som produceras pumpas till en hygieniseringstank innan den transporteras till biogasanläggningen för rötning. Rejekt från samtliga BioSep-enheter transporteras med hjälp av slutna skruvtransportörer till en container.

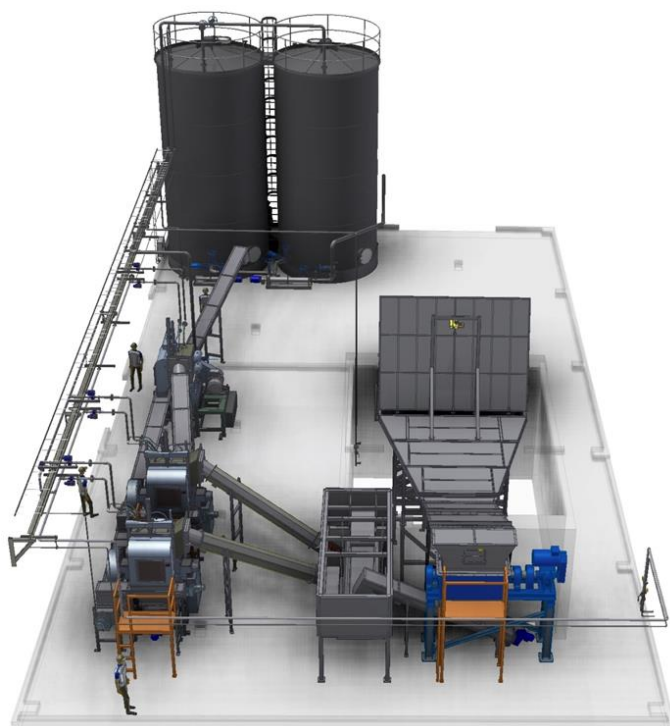
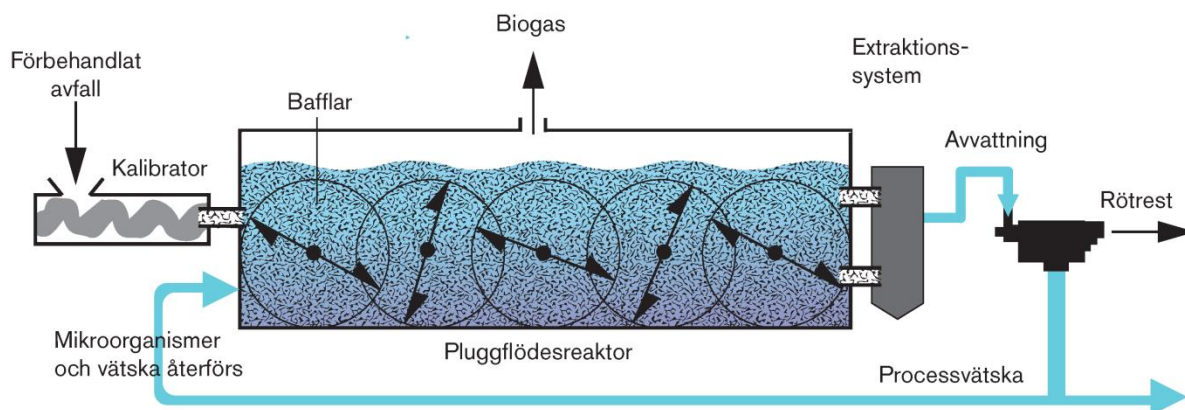


Foto 12: Översiktlig bild över förbehandlingsanläggningen vid Tekniska Verken. I mitten till höger ses tippficka med transportskruvar upp till krossen som ses längst ner till höger, strax till vänster om krossen ses transportband med magnetavskiljare, till vänster om magnetavskiljningen ses transportskruvar till de första parallella BioSep-enheterna (nederst till vänster), i mitten till vänster ses den andra BioSep-enheten. Bild: Tekniska Verken

2.2.4 Torrötning

An alternative way of handling material with a high TS content (>15%) is to use dry digestion. A common reactor design is the plug flow (PL) reactors in which the substrate is pushed through a horizontal reactor with a screw or with rotating baffles, jf. Figur 5. The outflow is often de-watered, and the resulting liquid is

often recirculated back in order to inoculate new material with microorganisms, improve stirring of the material as well as conditions suitable for microbial growth and nutrient transportation. A water content of at least 65 %, i.e. a maximum of 35 % dry solids, is usually referred to as the limit for maintaining good microbial activity. Although this type of process is not completely mixed, there are studies that show that both the chemical and microbial composition can be reasonably uniform⁵.



Figur 5. Example of process for a plug flow dry digestion plant (Kilde:Energiforsk).

The biogas plant of Härnösand Energi & Miljö AB (HEMAB) was opened in January 2017 and has the capacity to treat up to 6000 ton source sorted organic waste per year from the municipality. The produced biogas is upgraded to vehicle fuel quality and the upgrading capacity corresponds to approximately 375 000 kg vehicle fuel yearly. In the plant food waste is pre-treated by grinding, followed by anaerobic digestion in two serial digestion units, with the second digester having half the length/volume of the first digester. The produced biodigestate is separated in a liquid and a solid phase in a screw press. The solid phase is used for final covering of the local landfill and the liquid phase is currently being certified (SPCR120) for use by local farmers as fertilizer.

The anaerobic digestion process is operated at mesophilic (39°C) temperature in the first digester, while the second, smaller digester is used for plug flow hygienisation at 55-60 °C. Currently, the plant is prepared for being extended with a separate post-hygienisation unit for hygienisation of the liquid phase at 70 °C during 1 hour. This will free up further capacity for mesophilic anaerobic digestion in the second digester. Supplier of the plant is Eisenmann.

⁵ Energiforsk, Dry anaerobic digestion of food waste at mesophilic and thermophilic conditions, 2019



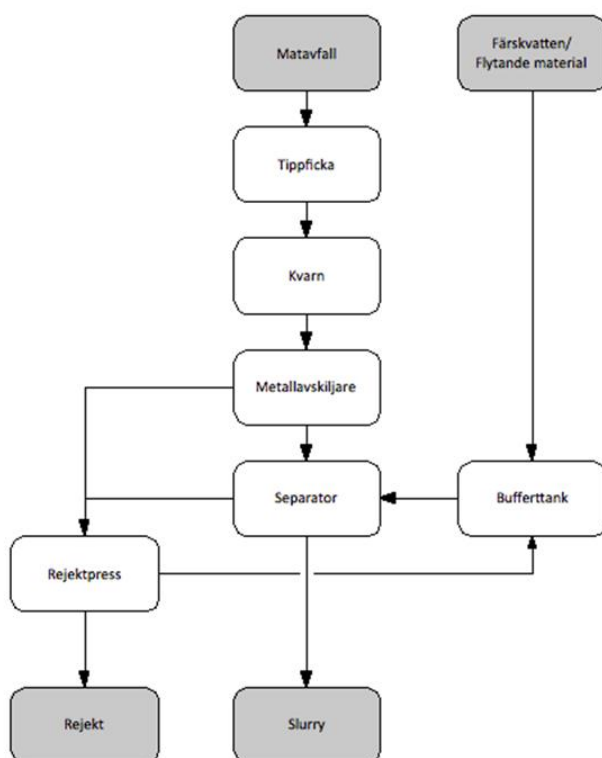
Figur 6. Illustration of the biogas plant of Härnösand Energi & Miljö AB (Kilde:HEMAB).

Liknande anläggning har installerats av Eisenmann hos Västblekinge Miljö AB. Det finns även en ytterligare anläggningar i drift som har levererats av Thöni som driver sin anläggning termofilt. Hitachi Zosen Inova (HZI) driftar just nu en anläggning i Stockholm och ska inom kort överlämna anläggningen till E.ON samt att HZI ska etablera ytterligare en anläggning i Jönköping till 2020.

2.2.5 Gladökvärn Huddinge

Förbehandlingsanläggningen för matavfall vid SRVs avfallsanläggning byggdes 2012 och består av tre behandlingslinjer utrustade med var sin separatörkvarn av fabrikatet Haarslev.

Anläggningen tar emot källsorterat matavfall från hushåll, restauranger och storkök samt förpackat matavfall. Vad gäller förpackat matavfall är det endast glasförpackningar som ej kan tas emot. Kapaciteten på anläggningen är 25 ton/h och det är planerat att den endast ska vara i drift under dagtid.



Figur 7: Visar en översiktlig figur över förbehandlingsprocessen.

Mottagning av fast material såsom källsorterat matavfall eller förpackat matavfall sker i någon av de två tippfickorna. Tippfickorna är placerade inomhus i en hall som är avskild från den övriga processhallen och har en volym på 46 m³ vardera. Tippfickorna är utrustade med fem bottenskrivar som används dels för att blanda om materialet och dels för att tömma tippfickorna.

Flytande material som är pumpbart, t.ex. kasserad fruktsaft tas emot i en mottagningstank på 100 m³. Det är samma tank som används för att samla upp pressvätska från rejeftpresen. Färskvatten kan även tillsättas direkt till processen.

Efter att matavfallet blandats om i tippfickorna skruvas det till en grovkvarn som sönderdelar materialet. Efter sönderdelningen genomgår avfallet en metallavskiljning med hjälp av en magnetavskiljare som lyfter oönskat material så som bestick, konserver, m.m från en bandtransportör.

Separation av oönskat material sker med en maskin som kallas för "Food Waste Mill" och tillverkas av det danska företaget Haarslev industries A/S. Inkommande material finfördelas i separatorn och om behov finns tillsätts spädvätska. Spädvätska kan antingen vara vatten eller flytande material från mottagningstanken.



Foto 13. Visar den öppnade separatorn.

Slurryn ska minst hålla en TS-halt på 12 procent men det har visat sig vara möjligt att producera slurry med TS-halter upp till 20 procent. Det som begränsar TS-halten är snarare efterliggande pumpar och tankbilarnas förmåga att lasta och lossa en slurry med allt för hög TS.

Efter sönderdelning pressas materialet genom en hålskiva med 15 mm hålstorlek som särskiljer den producerade slurryn från rejekt. Rejekt skruvas ut ur botten av separatorn och pressas innan det samlas upp i container. Den producerade slurryn pumpas till två stycken bufferttankar på 200 m³ styck och från dessa tankar lossas sedan slurryn till tankbilar för vidare transport.



Foto 14. Rejekt från separeringen.

Liknande anläggningar har installerats av Purac i Uppsala, Karlskoga, Kristianstad, Halmstad, Borlänge, Boden och i Kalmar. Ytterligare en anläggning ska installeras i Helsingborg hos NSR.

2.2.6 Ragnsells Roma

En förbehandlingsanläggning på Gotland hos Ragnsells är den första installation i Sverige som använder utrustningen för källsorterat organiskt hushållsavfall.

Sedan tidigare finns installationer avseende förpackade livsmedelavfall på tre företag i Sverige - i Skåne, Östergötland respektive Västergötland.

Atritors TurboSeparator har utvecklats för att separera produkter ur förpackningar. Genom en kombination av centrifugalkraft, självgenererade luftflöde och mekanisk inverkan kan matavfall avlägsnas från sin förpackning. TurboSeparator används för att separera ut en rad olika livsmedel från förpackningar såsom exempelvis burkar, plastflaskor, plastpåsar, papperspåsar och lådor.

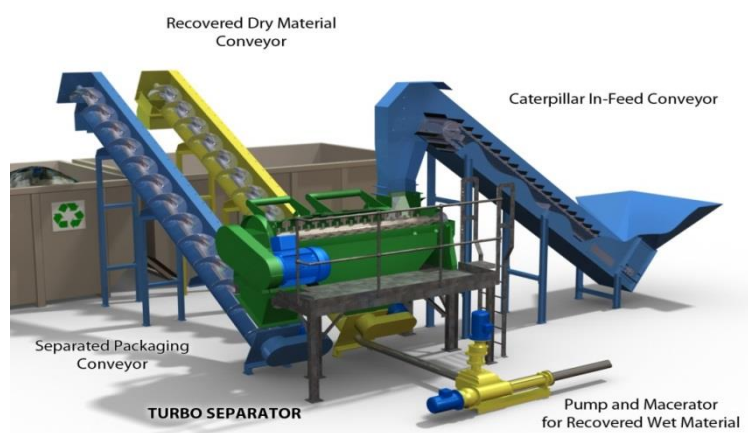


Foto 15: Exempel på möjliga processutformningar. Bild: Atritor

Atritors TurboSeparator inkluderar en variabel hastighets axel som är försedd med paddlar. Axeln roterar ovanför ett antal skärmar, var och en finns i en mängd olika storlekar och utföranden. Axeln drivs vanligen mellan 100 rpm och 1000 rpm, genererar ett luftflöde samt tillhandahåller centrifugal och mekaniska krafter som krävs för separation av förpackningar.



Foto 16: Insidan på TurboSeparatorn. Bild: Atritor

Förpackning som skall separeras matas in i separationskammaren och kommer i kontakt med de primära paddlarna, vilka öppnar förpackningen. Paddlar och skärmar är konfigurerade så att maximal separation uppnås med minst skada på förpackningen. De längsgående remsor av stål ("grinding bars") inne i inneslutning av TurboSeparator, vid användning tillsammans med paddlar,

orsakar en pressande effekt som separerer påsar och förpackningar från deras innehåll.

2.3 Dagens forbehandlingsteknologi – oppsummering

Tabellen nedenfor oppsummerer forbehandlingsutstyret som er installert på norske og svenske anlegg. Som tabellen viser er tilnærmingen svært lik og mye av utstyret er det samme.

Tabell 3: Dagens forbehandlingsutstyr ved Svenske og Norske anlegg

Forbehandlingsutstyr	Antall anlegg			Merknader
	Norge	Sverige	Summa	
Kvern/poseåpner	10	22	32	
Sikt	0	4	4	
Hammerkvern	3	11	14	Tre ulike leverantører med liknande teknik.
Magnet	6	12	18	
Pulper/rejektseparator	4	4	8	
Skruepresse	3	9	11	Anvendes som forbehandlingsteg, hantering av rejekt samt separering av biogödsel
Silpresse	0	1	1	
Bio-separator	3	1	4	
Syklon/sandvasker	6	4	10	
Annat	5	4	9	

Alle anleggene både i Norge og Sverige benytter mekanisk forbehandling for å skille organisk substrat fra annet avfall. Typisk utstyr er:

- Neddeling av avfallet med bruk av poseåpner, hammerkvern eller pulper.
- Fjerning av plastrejekt vha rejektseparator, biosep, sikter og silplater.
- Fjerning av magnetisk metall.
- Fjerning av sand/tunge partikler med syklonanlegg.

2.3.1 Forbehandling på norske anlegg

I de fleste norske anlegg er første trinn i forbehandlingen en grovkvern/poseåpner som sørger for åpning av emballasjen som matavfallet samles inn i og eventuell annen hel emballasje fra næringer mm. Samtidig blir større enkeltgjenstander delt opp. Kverningen i dette trinnet skal være skånsom for å unngå at posene deles opp i for små biter som er vanskelig å fjerne i senere behandlingstrinn. De fleste anlegg har opplevd stans i kverna på grunn av at det har kommet inn store enkeltgjenstander f.eks. av metall.

På en del anlegg er det montert overbåndsmagnet etter kverning for å fjerne magnetisk metall. Det er få anlegg som kan angi eksakt hvor mye metall som tas

ut som rejekt, men angir dette som små mengder. Ingen benytter utstyr for fjerning av ikke-magnetisk metall.

Som hovedløsning for separering av plast og fiber er det tre løsninger som benyttes:

- Biosep
- Pulper med rejektseparator
- Hammerkvern med hullplate

En del anlegg benytter deretter skruepresse for å fjerne mindre partikler av plast og fiber.

For fjerning av sand, grus og annet slitende materiale benytter de fleste anleggene hydrosykloner. Disse er ofte plassert som siste enhet i forbehandlingen, men noen anlegg velger å etablere flere enheter på ulike trinn i forbehandlingsprosessen.

2.3.2 Driftserfaringer

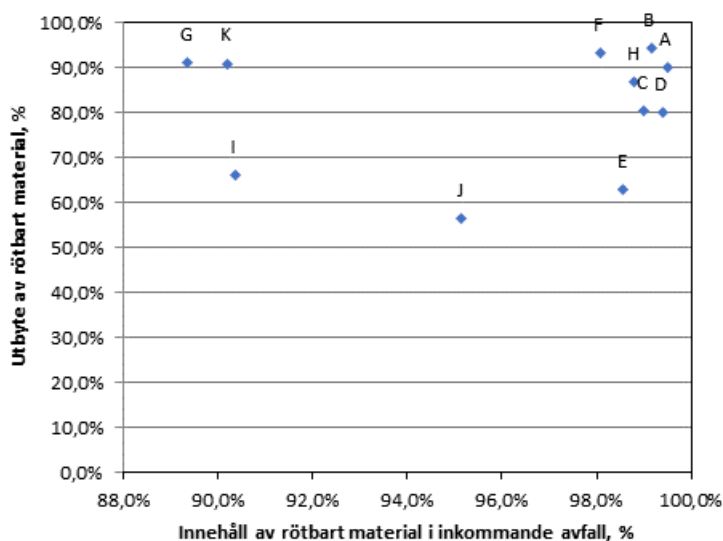
Generellt når kontakt har tagits med anleggningsägare så framkommer det at kvaliteten på matavfallet, vilken typ av påse som används vid insamling av matavfall från hushåll och val av förbehandlingsteknik påverkar driftserfarenheterna.

Är kvaliteten matavfallet rent så uppstår det oftast inte några driftsproblem, medan dålig utsortering kan generera flertalet driftstopp och haverier. Detta löses oftast genom uppströms arbete samt att ytterligare delsteg installeras i processen såsom efterbehandling av rötrest.

För torrötningsanläggningar så är trenden att enbart ena av två fraktioner av biogödseln återförs till lantbruk medan den andra fraktionen används för täckning av deponi eller dylikt.

2.3.3 Rejktmengder

Rejktmängderna på Svenska förbehandlingsanläggningar är beroende av kvaliteten på matavfallet och vilken förbehandlingsteknik som används. Föroreningar i inkommande matavfall kan variera från 1-10 % eller mer. Utbytet av rötbart material kan variera beroende på teknik och avfall från under 60% upp till 95%.



Figur 8: Förhållande mellan rötbart material i inkommande avfall och utbyte av rötbart material (mailkonversation Carl-Magnus Persson).

Rejektmängderna varierar exempelvis beroende på om vilken typ av insamlingsystem som används (majspåse, papperspåse, Optibag, vanlig plastpåse) och hur bra hushållen är på att sortera samt om förbehandlingstekniken är anpassad för att hantera inkommande avfall.

Rejektmängderna i denna sammanställning är från 5 - 40 % där det övre intervallet antas vara från äldre förbehandlingsanläggningar och det undre intervallet antas vara från nyare förbehandlingsanläggningar.

2.3.4 Tap av biologisk materiale

Tap av biologisk materiale betyr redusert biogasspotensial og dermed reduserte inntekter fra salg av biogass og økte utgifter til forbrenning av rejeckt.

Alle anlegg taper biologisk materiale i forbehandlingen. Det er kun ett av de norske anleggene som har oppgitt tap av organisk materiale fra plastrejektet på 10 – 15 % som VS i rejeckt. Det er pr i dag lite samlet oversikt over tap av organisk materiale i anleggene.

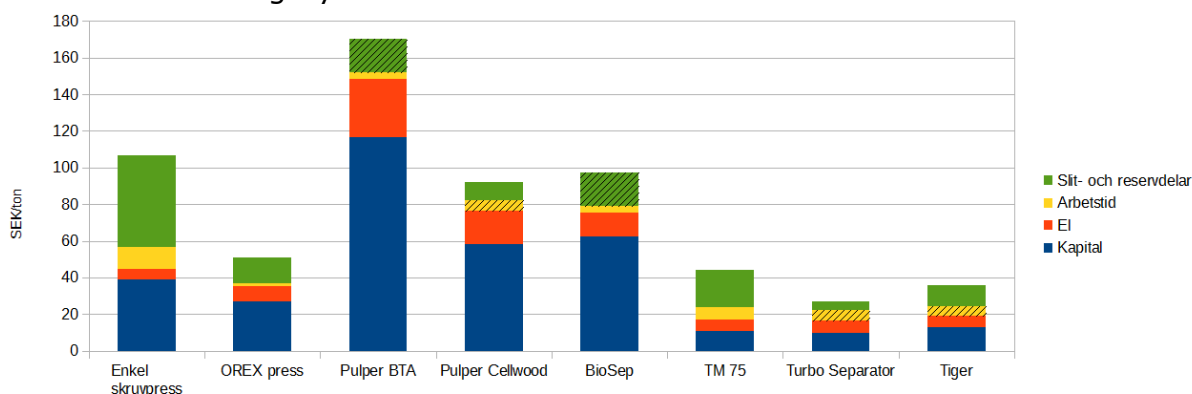
En tidligere undersøkelse av 17 biogassanlegg i Sverige konkluderte med tap av organisk materiale til rejecktet i størrelsesorden 13 – 39 %.⁶

⁶ Bernstad A et al. Need for improvements in physical pretreatment of source separated house hold food waste. (Waste Management 33 (2013) p. 746 - 754

2.3.5 Økonomi

Detta kapitel bygger på tidigare studie utfört åt Avfall Sverige där ekonomiska aspekter har sammanställts för flertalet förbehandlingsanläggningar⁷.

Kapitalkostnaden är klart lägst för den enklare utrustningen såsom TM 75, TurboSeparator och Tiger och mycket högre för mer avancerade processer. Det är dock viktigt att komma ihåg att dessa enklare lösningar kan behöva kompletteras med t ex extra utrustning såsom hydrocyklon för att åstadkomma samma reningseffekt som övriga tekniker beroende på grad av oönskat material och val av insamlingssystem.



Figur 9: Kostnad per ton behandlat avfall för olika förbehandlingstekniker. Skrafferade fält indikerar att uppgiften saknas, och att ett medelvärde av övriga tekniker har använts istället. Uppdaterad kalkyl (Kilde: BioMil).

Liksom kapitalkostnaden varierar även elkostnaden stort mellan teknikerna. Mest påfallande är att pulperlösningar har ett betydligt större elbehov än övriga tekniker, vilket antagligen har sin förklaring i de stora volymer som måste hanteras pga utspädningen.

Även om arbetstiden inte utgör en särskilt stor del av totalkostnaderna så är uppgifterna om tidsåtgången för utrustningen mycket varierande, mellan motsvarande 12 (enkel skruvpress) och 2 kr/ton (OREX press). Den stora svårigheten vad gäller arbetsinsatsen är att sätta en enhetlig bedömning på vilka moment som avses (service, städning, tillsyn mm) samt att anläggningar har olika ambitionsnivå vad gäller t ex renheten.

Även kostnaden för slit- och reservdelar får nog tas med lite försiktighet. Här sticker TurboSeparatören ut som enligt leverantör inte ska orsaka mer än 5 kr/ton i kostnader. På andra änden framstår skruvpressen och BioSep där Sysav och

⁷ Avfall Sverige 2014- Nya förbehandlingstekniker för ökad koncentration av växtnäring i biogödsel. Rapport B 2014:02

Tekniska Verken redovisar den i särklass största kostnaden för slit- och reservdelar.

I summan leder skruvpressen, pulperlösningar och BioSepen till jämförbara kostnader omkring närmare 100 kr/ton, vilket är betydligt högre än kostnaden för de övriga tekniska lösningarna som hamnar på en nivå på omkring 40 kr/ton. Här är det dock viktigt att notera att de billigare lösningarna, förutom OREX press, alla är enkla, förhållandevis billiga tekniker där en komplettering skulle behövas för att leva upp till vanliga svenska krav på slurryn (t ex med ett cyklonsteg eller annan sedimentering för att minska föroreningarna).

3 Kartlegging av nye (kjente) teknologier og metoder

3.1 Innledning

Det er gjennomført en kartlegging av nye teknikker for forbehandling, både nye teknikker og teknikker som tidligere ikke er utprøvd i Norge. Kartleggingen er i hovedsak gjennomført gjennom kontakt med anleggseiere, teknologileverandører og søk i foreliggende litteratur.

3.1.1 Kvaliteten på matavfallet

Basert på 11 avfallsanalyser fra norske kommuner/avfallsregioner de siste tre årene inneholder matavfallet 11,8 % annet materiale (vektet snitt). Da er 5,1% organisk materiale i form av papir og planterester inkludert.

Det er betydelig variasjon i hvor godt husstandene sorterer matavfallet. Variasjonsområdet for de 11 analysene ligger mellom 5,6% og 27,1%. Median er 10,7%.

Analysene er gjennomført for å avklare sorteringsadferd i husstandene og ikke for å avdekke kvaliteten inn til behandlingsanleggene. Matavfall som kildesorteres i grønn pose som sorteres ut i mekaniske sorteringsanlegg, vil ha mer feilsortert avfall enn matavfall som samles opp i egen beholder og leveres direkte til anlegg. Matavfall fra butikker og storkjøkken kan også inneholde mye feilsortert avfall. Det kan m.a.o. være betydelig mengder annet materiale som leveres til biogassanleggene og som må håndteres i forbehandlingen.

Matavfallet fra husholdninger samles inn i poser, enten plastposer, papirposer eller bioposer. Posene for matavfall utgjør ca. 2,0 vekt % av matavfallsfraksjonen, men dette vil variere avhengig av materialtype og posekvalitet. Plastposer benyttes av flere kommuner i Norge, mens man i Sverige fortsatt bruker mye papirposer. Hvilke typer poser som benyttes vil ha betydning for hvor mye plast, og trolig også hvor mye mikroplast, som ender i substratet og senere i bioresten.

3.1.2 Forbehandling av matavfall

Forbehandling av matavfall har flere formål bl.a. å fjerne feilsortert avfall som ikke eller i liten grad bidrar til produksjonen av biogass og som kan forurense bioresten eller komposten. I tillegg skal forbehandlingen sørge for homogenisering av avfallet og eventuelt senkning eller økning av tørrstoffinnholdet til ønsket nivå. Videre skal forbehandlingen bidra til at substratet blir mer tilgjengelig for biogassproduksjon, og til sist bidra til økt biogassutbytte.

Det finnes ulike typer forbehandling med ulike formål. De vanligste typene forbehandling er:

Mekanisk forbehandling som innebærer mekaniske prosesser for neddeling og oppmaling av avfallet til mindre partikler. Fjerning av urenheter gjennom sikting og separering hører også med til mekanisk forbehandlingsprosesser. Mekanisk forbehandlingsutstyr som kverner, pulpere, skruepresser osv. er som vi har sett helt dominerende på svenske og norske anlegg.

Termisk forbehandling er benyttet som forbehandling både på avløpsslam, matavfall fra husholdninger og næringer, primært for å øke biogassutbytte gjennom nedbrytning av cellemembranen. Cambis THP prosess er eksempel på termisk forbehandling.

Kjemisk forbehandling innbefatter bruk av sterke syrer, baser eller oksidanter primært for å bryte ned organiske forbindelser og øke biogassproduksjonen. Kjemisk forbehandling er lite utprøvd på lett nedbrytbart materiale som kildesortert matavfall, og er ikke ansett som særlig velegnet for slikt substrat, men er testet på avløpsslam og tung nedbrytbart substrat som lignocellulose.

Biologisk forbehandling som omfatter både aerobe og anaerobe metoder samt bruk av ulike enzymer ofte for å redusere oppholdstiden i råtnetanken. Noen anser en to-trinns biogass prosess som en løsning der første trinnet (hydrolyse-/syretrinnet) kan ses på som en forbehandling. Optimalisering av 1. trinn kan gi mer effektiv nedbrytning av substratet. To-trinns prosess vil derimot fortsatt kreve forbehandling for å fjerne ikke-nedbrytbart materiale.

3.2 Forbehandlingsteknologi

3.2.1 Generelt

Det er identifisert 4 nye forbehandlingskonsepter som ikke tidligere er anvendt i Norge eller Sverige. Det er:

Tabell 4: Nye forbehandlingskonsepter

Konsept	Teknologi
Renescence/Dong Energy	Bio-forvasking/enzymatisk separasjon
NC Miljø - Retrowaste	Hammerkvern/flotasjon/rejekthåndtering med sikte på gjenvinning av plast.

Konsept	Teknologi
Gemidan Ecogi	Videreutviklet pulperteknologi
Andion	Tornado/presskrue/flyt og synk
To-trinn råtning	Separat hydrolyse/syretrinn. Kan kombineres med høytemperatur forhydrolyse

3.2.2 Renescience (Dong)

En ny avfallsbehandlingsmetode er "bio-förvætskning" (bio-liquefaction) eller enzymatisk separation. Prosessen kalles også Renescience og har utviklet av foretaket Dong Energy som er en del av det danske foretaket Ørsted. DONG Energy har nylig levert en anleggning i Northwich utenfor Manchester i England. Anleggningen skal håndtere 120 000 tonn sortert hushållsavfall og lignende per år. DONG Energy har også sendt en mobil testanleggning til Malaysia.

I prosessen behandles sortert hushållsavfall og varmes til passende temperatur for enzymatisk hydrolyse. Gjennom den enzymatiske reaksjonen forvætskes det bionedbrytbare materialet så at det går an å separere bort ikke-nedbrytbart materiale.

Prosessen består av følgende steg:

- Etter vattentilførsel til avfallet og oppvarming tilsettes enzymer i en hydrolysereaktor. Det bionedbrytbare materialet forvætskes.
- I en ballistisk separasjonsprosess deles avfallet opp i tre fraksjoner: biovætske, to-dimensjonelt materiale (papir, plastfilm og lignende) og tredimensjonelt materiale (flasker, kanner mm)
- Den tredimensjonelle fraksjonen renses i en vaskerom, vaskvannet recirkuleres og brukes i den første vattentilførselen.
- Den to-dimensjonelle fraksjonen føres til en press der væske inneholdende organiske fibre separeres ut og væsken blandes med biovætsken. Den to-dimensjonelle fraksjonen vaskes, og vannet føres tilbake til den første steget. Deretter presses materialet en gang til for å øke tørrhalten.
- Biovætsken kan deretter brukes til rotning.
- Den tredimensjonelle fraksjonen kan behandles videre så at plast, og metaller kan gjenvinnes og selges for gjenvinning.
- Den to-dimensjonelle fraksjonen inneholder papir, tekstiler og plastfolier som kan brukes som brensel.

Anläggningen ska ha satts i drift i slutet av 2018, mer än ett år senare än de ursprungliga planerna. Under igångsättningen har de omkringboende klagat på lukt.

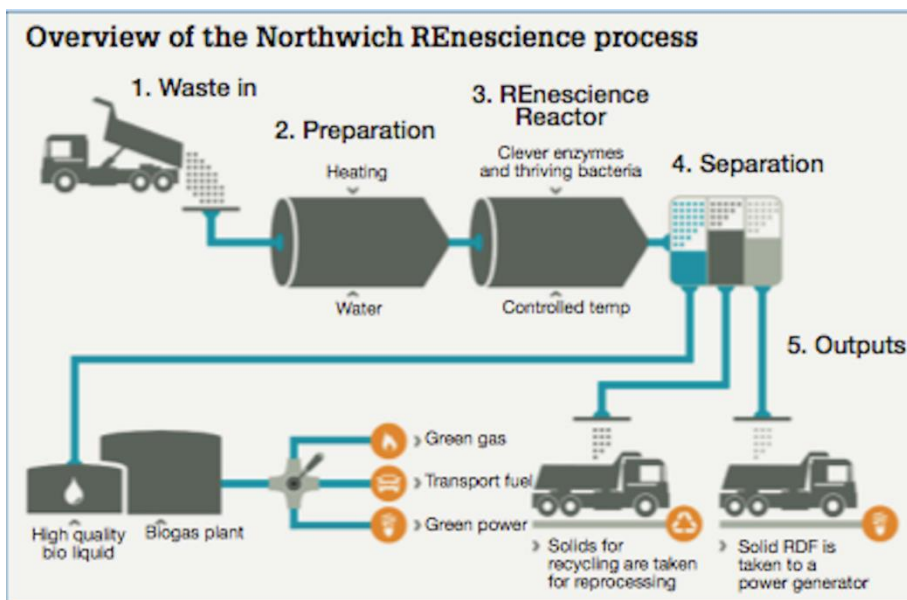


Foto 17. Renescience anläggning i Northwich England (prinsippskisse) (Kilde:Gemidan).



Foto 18. Renescience anläggning i Northwich England (Kilde:Gemidan).

Diskussion

Processen är för osorterat hushållsavfall, men behandling av osorterat avfall har ingen framtid i EU. I det nya avfallsdirektivet 2018 står exempelvis:

- "As from 1 January 2027, Member States may count municipal bio-waste entering aerobic or anaerobic treatment as recycled only if, in accordance with Article 22, it has been separately collected or separated at source."

- "Member States shall ensure that, by 31 December 2023 and subject to Article 10(2) and (3), bio-waste is either separated and recycled at source, or is collected separately and is not mixed with other types of waste."
- "Subject to Article 10(2) and (3), Member States shall set up separate collection at least for paper, metal, plastic and glass, and, by 1 January 2025, for textiles."

Däremot skulle processen kunna ha en potential för behandling av förpackat matavfall från butiker och livsmedelsdistribution, eller med matavfall som samlats in genom optisk sortering, och den enzymatiska behandlingen kan göras på källsortat matavfall.

3.2.3 NC Miljø – Retrowaste

Projektet *"RETROWASTE – Forbedring af teknik till fremstilling af Biopulp og genanvendelige materialer fra madavfall"* finansieras av danska Miljøministeriet". I ett av delprojekten har utvecklats teknik för förbehandling av förpackat matavfall från dagligvaruhandels, med målet att framställa både en biopulp som ska rötas, och ett rejekt med material som kan gå till materialåtervinning eller energiåtervinning. Processen har testats i full skala i en försöksanläggning i Nyborg. Projektet har drivits av NC Miljø A/S som 2015 övertogs av Ragn-Sells Danmark A/S.

I projektet testades olika utrustningar, bland annat:

- separationshammarkvarn
- tank för sedimentering och flotation av substrat
- hydrocyklon för uppkonccntering av biopulpen, samt hydrocyklon för sten och glas.
- plastrensning i hammarkvarnen
- särskild plastborttagare

Med testerna som grund har man byggt två anläggningar i både Hedens och Holsteds biogasanläggningar. Flödesschemat för dessa visas i Foto 19. Processen är i stort enligt följande:

- Mottagning i en inbyggd mottagningshall.
- Sönderdelning företas i en separationshammarkvarn och metall fjernes med en överbandsmagnet. Rent vatten och återfört processvatten tillförs (i förhållandet ca 20 procent vatten och 80 procent matavfall). Rosteravståndet i hammarkvarnen är 12 mm. Resultatet blir en Biopulp med en TS-halt på ca 14 procent.

- Rejektdelen (>12 mm) førs ut på ett transportband där først magnetisk metaller avskiljs i en överbandsmagnet og en virvelstrømseparator for å fjerne ikke-magnetisk metall. Resten av rejektet som huvudsakligen är plast leds till en plasttvätt som fortfarande håller på att utvecklas. Idag går den största delen av plasten till förbränning, men målet är att få ut en plast som kan skickas till återvinning.
- Biopulpen är fortfarande förorenad och måste behandlas vidare: først i en hydrocyklon där glas, sten og sand avskiljs; sedan en särskild plastseparator (av typen våtsikt som arbetar i undertryck); därefter oppkonstreringsenhet som delar opp biopulpen i processvatten (<5 % TS) og en konstrert biopulp (>14 % TS).

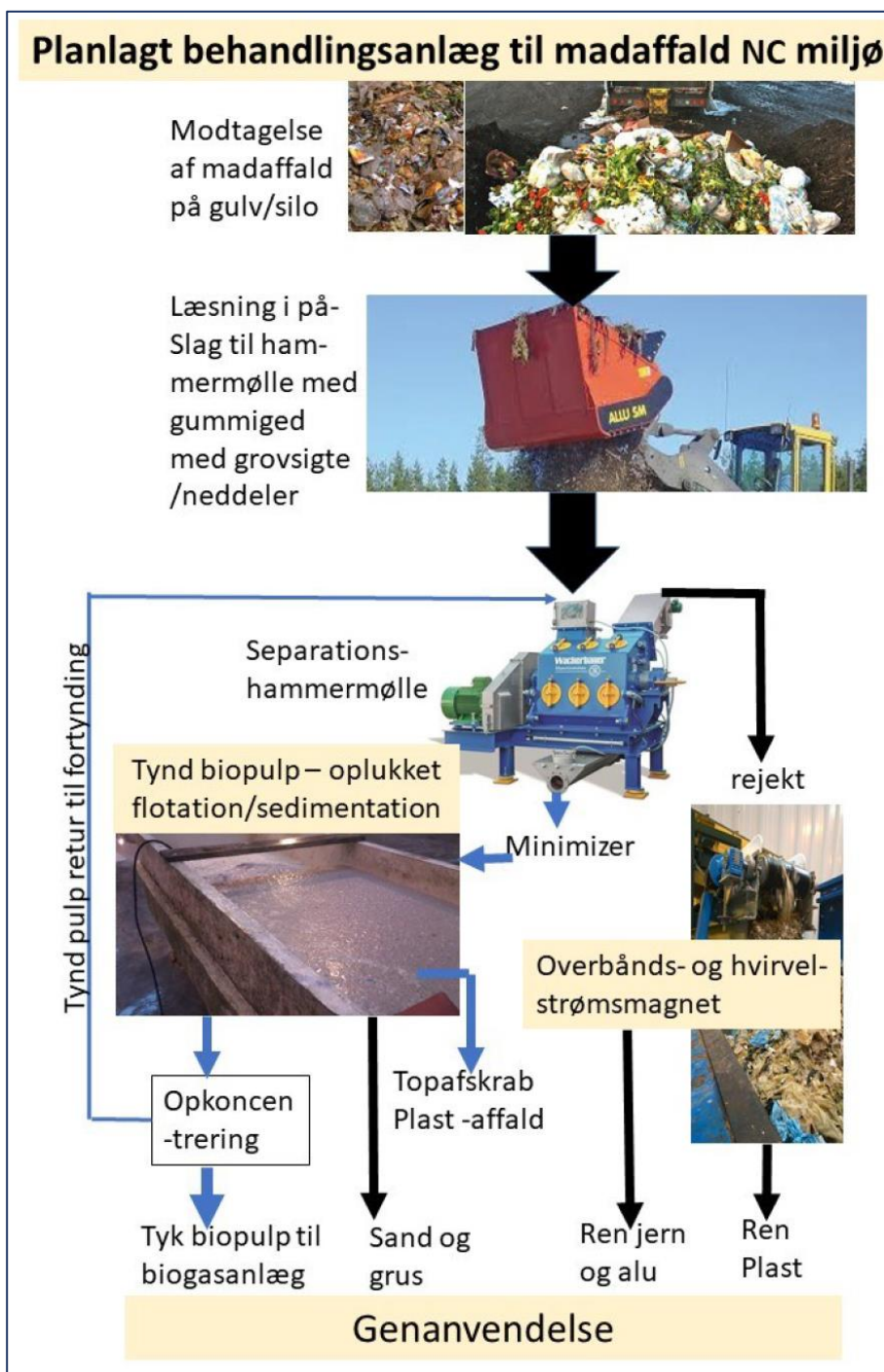


Foto 19. Flödesschema över fullskaleanläggning som idag är i drift i både Hedens och Holstedss biogasanläggningar (Kilde:NC miljø)

Man har två problem kvar att arbeta med som båda har att göra med plasten i avfallet:

- Avskiljning av plast från biopulpen. Biopulpen innehåller fortfarande vissa mängder plast som man vill få bort.
- Rengöring av rejektet som mest består av plast så att det kan skickas till materialåtervinning i stället för energiåtervinning.

En möjlighet kan vara att testa en annan typ av hammarkvarn som möjligen öppnar förpackningar skonsammare.

3.2.4 Gemidan Ecogi

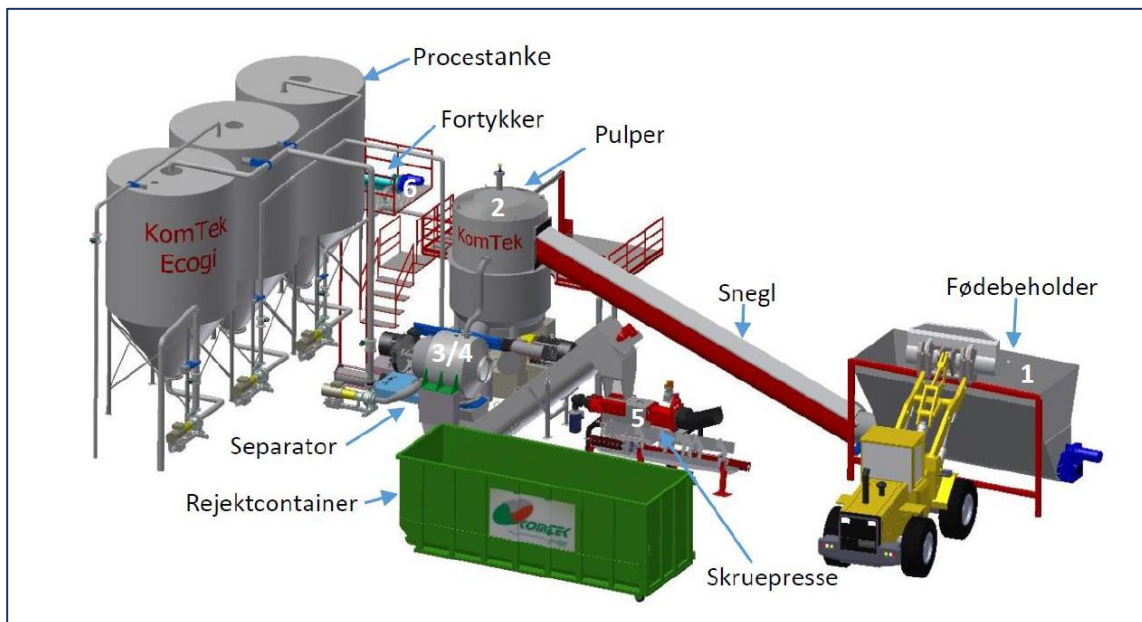


Foto 20: Gemidan Ecogi (Kilde:Gemidan)

Gemidan Ecogi er et dansk firma (<http://Ecogi.dk>) som leverer komplett forbehandlingsanlegg, Ecogi-anlegget, for behandling av kildesortert matavfall fra husholdninger som skal leveres til biogassanlegg o.l.

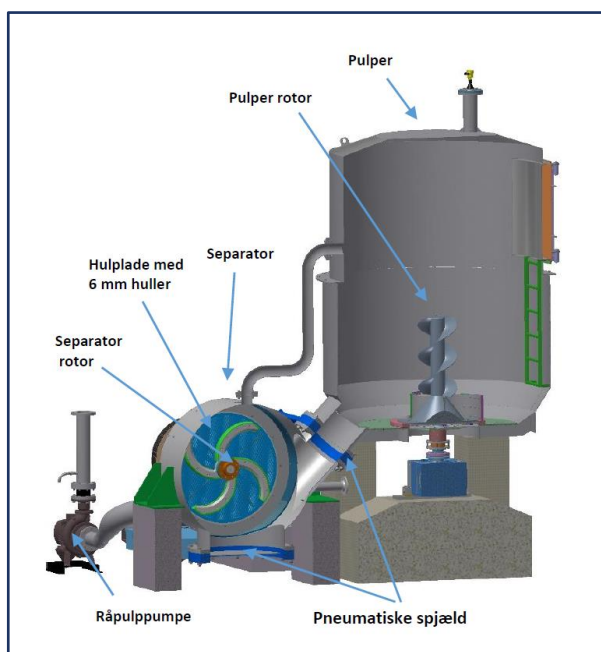


Foto 21: Ecogi Pulper (Kilde:Gemidan)

Prosessen starter med en mottakslomme med transportskrue. Fra mottakslommen transporteres avfallet til pulper der avfallet tilsettes spedevann. Pulperen har en vertikal stilt rotor i bunden som sørger for omrøringen. Fra pulperen går avfallsmassen til rejektseparatoren der bioslurry (akseptet) siktes ut gjennom en hullplate med 6 mm hullåpninger. Rejektet bli holdt tilbake i separatoren og rejektet blir vasket i to separate sekvenser. Rejektet blir deretter avvannet i en skruetresse til TS ca. 55%.

Slurry fra rejektseparatoren pumpes til en buffertank og derfra til en fortykker for å nå ønsket TS som normalt er 17 % TS. Ferdig behandlet slurry oppbevares i en egen subtrattank. Overskuddsvannet fra avvanningen gjenbrukes senere i nye pulpinger.

Anlegget skal kunne behandle matavfall med opp til 20 % rejekt, og i følge leverandøren vil substratet ha 99,9% renhet samtidig som tapet av biomasse vil være < 5 %.

Det er gjennomført fullskala tester av anlegget som viser at renheten av substratet er i samsvar med det leverandøren oppgir. Gjenvinningen av organisk avfall ble i gjennomsnitt beregnet til ca. 93%. Mye av det organiske i rejektet var materiale som ikke var så lett nedbytbart i et biogassanlegg som strå, nøtteskall o.l.⁸

Det er etablert tre anlegg i Danmark, alle med kapasitet 50 000 tonn/år. Mengdene som behandles pr i dag er 35 000 t på Holsted, 25 000 tonn i Næstved og 20 000 tonn i Frederikshavn. Flere anlegge er under planlegging.

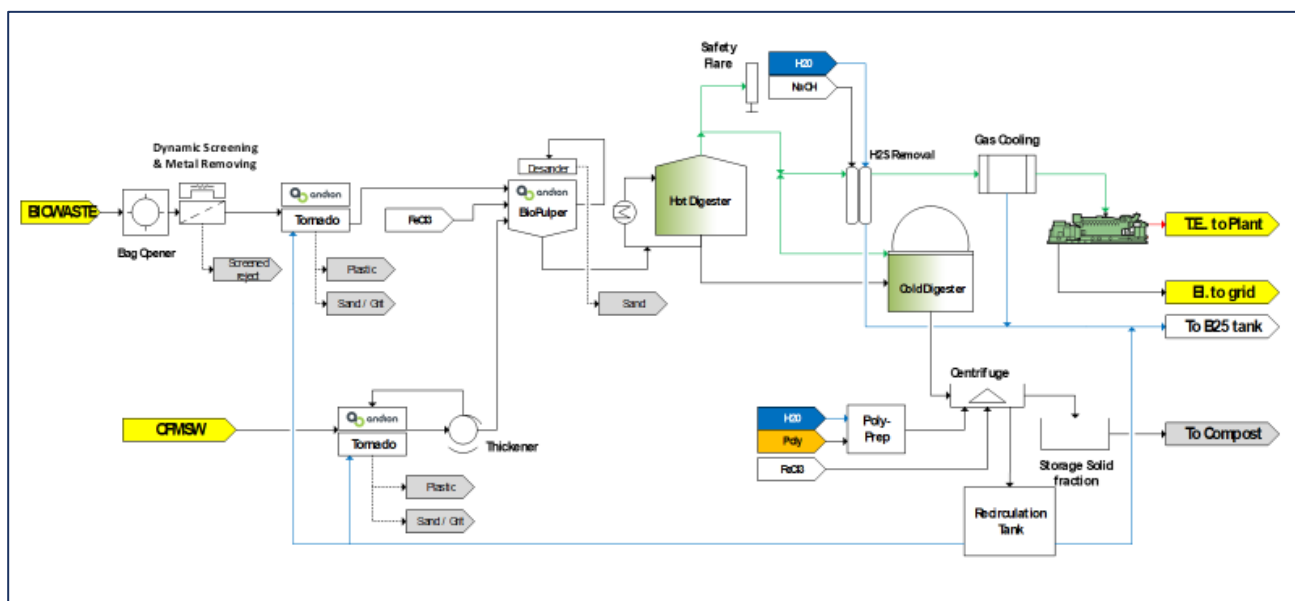
Konseptet er svært likt konseptet til Cellwood, men i følge leverandøren representerer dette en videutvikling, bl.a. av pulperen.

Konseptstørrelse er på 8 – 10 t/h og komplett anlegg oppgi å koste 23,5 millioner NOK.

3.2.5 Andion

Andion er en europeisk leverandør av turn-key biogassanlegg med hovedsete i Milano i Italia og Vancouver i Canada (<https://andiontechnology.com>). Det er levert flere komplette anlegg i Sør - Europa. Firmaet er nå i ferd med å etablere seg i Skandinavia.

⁸ ETA Danmark – Test report 1005 – Ecogi Pretreatment of biomass for anaerobic digestion



Figur 10: Flytskjema for biogassprosessen til Andion (Kilde: Andion)

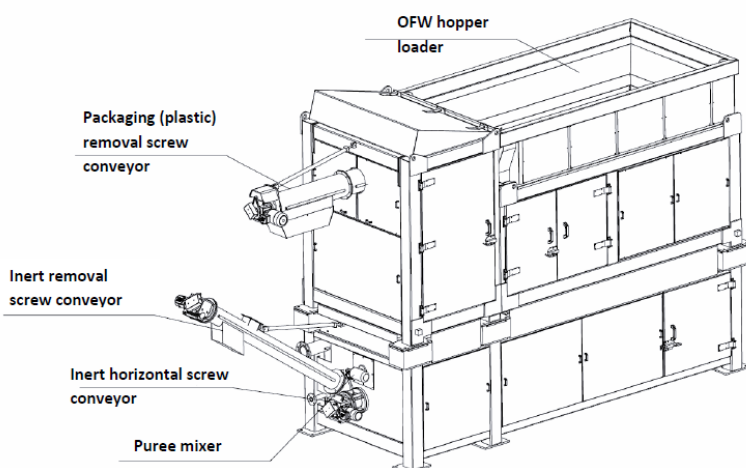
Andions forbehandlingsteknologi har eksistert i mer enn 20 år på markedet, men er lite kjent i Norden. Forbehandlingsløsningen som Andion leverer består allikevel av til dels kjent teknologi, men også nye løsninger. Kjernen i forbehandlingsprosessen er maskinen Tornado som separerer og produserer:

- plast/tekstil rejekt,
- tungt (sedimenterbart/inert) rejekt,
- substrat for biogassproduksjon.

Prosessen starter med en mottakslomme/hopper der en riveaksling sørger for skånsom åpning av poser og emballert avfall. Deretter transporteres avfallet med transportbånd/skrue til en sikt (stjernesikt) for fjerne store gjenstander («oversize») som kan skade eller føre til uforutsette stopp i etterfølgende enheter. Større elementer som plastkanner, steikepanner, kasteroller mm. tas ut i dette trinnet. Etter sikta passerer avfallet en overbåndsmagnet for å fjerne magnetisk metall. Deretter går avfallet over i tornadoen som både separerer ut plast/tekstil-rejekt og en tungfraksjon.



Foto 22:Tornado (Kilde:Andion)



Figur 11: Tornado (Kilde:Andion)

Avfallet transporteres med transportbånd til den øvre seksjonen av enheten (OFW hopper). Det ligger to skruer i mottakslommen som presser avfallet inn i sorteringsenheten hvor det tilsettes vann til ønsket TS innhold. Her er det plassert en vertikal presskrue som substratet går gjennom og tas ut som aksept.

Lett materiale som plast og papir flyter opp og tas ut som et separat plastreject. Sand/ glass/ metall synker ned og tas ut som et separat inert reject.

Enheten drive som en satsvis prosess og har kapasitet 6 – 10 tonn/h.

Fra Tornadoen går akseptet til en stor biopulper som også fungerer som buffertank. Her tas det også ut et (sedimenterbart) tungreject. Leverandører mener at uttak av tungfraksjonen i forbehandlingen forhindrer at dette materialet akkumuleres i rånetanken og generer død kapasitet.

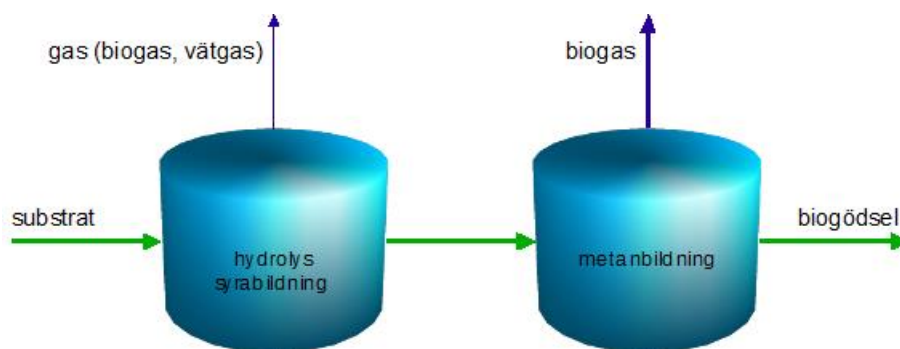
Leverandører oppgir 2 - 4 % tap av organisk materiale (målt som KOF tap) i forbehandlingsprosessen. Typiske data for utsortering av ikke-biologisk reject (målt som KOF) er 7 – 17 %, avhengig av avfallet inn.

Teknologien representerer en komplett forbehandling uten kverning. Man unngår da nedknusing av glass/keramikk som kan bidra til slitasje i etterfølgende utstyr.

Pris for hele enheten er opp til 1,5 – 2,0 millioner Euro ved 30 000 t/år

3.2.6 Tvåstegsrötning (separat hydrolyssteg)

Anaerob nedbrytning av organisk material sker i flera steg med hjälp av olika mikroorganismgrupper vilkas optimala levnadsförhållanden kan skilja sig mycket åt avseende näringsförhållanden, pH-krav, tålighet för förändringar, tillväxt- och näringsupptagsmönster. Ett sätt att optimera rötningsprocessen, och därmed öka biogasproduktionen och nedbrytningsgraden av det organiska materialet, kan vara att fysiskt dela upp rötningsprocessen i två delsteg bestående av ett inledande hydrolys- och syrabildningssteg följt av ett metanbildningssteg i en rötkammare.



Figur 12: To-trinns biogassprosess (Kilde: BioMil)

3.2.7 Kjente teknikker på svenske anlegg

Det er en flere forbehandlingsteknikker som er testet i Sverige, men som vi ikke har noe erfaring med i Norge. Det gjelder bl.a.:

- Turboseparator, jf. kap 2.2.6.
- Smicon hammerkvern, jf. kap 2.2.2.
- Cesaro Tiger.
- Hydralisk – presse (Orex).

Cesaro Tiger er testekjørt i Västerås och det finns referensanläggning i Finland.



Foto 23: Cesaro Tiger HS 10 (Kilde: www.tigerdepack.com)

Maskinen består av en innmatingslomme med en skrue i bunnen som mater matavfallet inn i selve separasjonskammeret. Hjertet av prosessen er en vertikal montert aksel med 20 padlere som snurrer med 800 rpm. Dette skiller emballasje/poser fra det organiske materialet. Rejektet trykkes opp og tas ut av enheten. Akseptet (substratet) passerer gjennom et sold og samles opp for å pumpes videre til behandling⁹.

Testene gjennomført på VafabMiljö ble gjennomført både på kildesortert matavfall fra husholdninger og emballert matavfall fra dagligvare. Testen viste at anlegget klarer kapasiteten på 10 tonn/h. Substratet hadde en TS opp mot 20%. Test av kildesortert matavfall fra husholdninger viste at innholdet av synlige forurensninger var på et nivå som tilfredstiller myndighetskravene, men for butikkavfallet var resultatene høyere enn myndighetskravene.¹⁰

Hydraulisk presse – Orex har også vært testet ut på VafabMiljø. Prosessen omfatter et pressingssteg for å separere substratet fra annent avfall. Matavfallet

⁹ Nya förbehandlingstekniker för ökad konsentration av växtnäring i biogödsel (Avfall Sverige B2014:02)

¹⁰ Uppföljning av tekniker för ökad växtnäringskoncentration i biogödsel (Avfall Sverige 2016:02)

transporteres til en mottakslomme med klaff i bunnen. Når klaffen åpner faller avfallet ned i et forkammer fra hvor det skyves inn i presskammeret som er forsynt med perforerte vegger normalt 8 mm hullstørrelse. Avfallet presses sammen med et trykk på opp til 400 bar. Organisk materiale presses gjennom hullåpningene, mens plast og annet materiale holdes tilbake i presskammeret.



Foto 24: OREX presse

Testen hos VafabMiljö ble gjennomført på ulike typer substrater. Resultatene kan kort oppsummeres:

- Anlegget fungerte uten forstyrrelser på alle typer matavfall, inkludert matavfall emballert i glass- og metallemballasje.
- Kvaliteten på det produserte substratet varierte avhengig av hvilke avfallstyper som ble testet. Andelen strukturmateriale i feedstocken var avgjørende for effektiviteten, noe som innebærer at teknologien må suppleres med ytterligere separasjonsteknikker for avfall med lavt fiberandel.
- Ca. 95% av det organiske materialet havnet i substratet ved behandling av kildesortert matavfall.

4 Beskrivelse av mulige utviklingsprosjekt

4.1 Behov for videreutvikling

Matavfallsmengden til biologisk behandling vil øke i årene som kommer, og mer kostnads- og miljøeffektive metoder må utvikles og tas i bruk. Dette prosjektet har avdekket at det er stort behov for videreutvikling innenfor forbehandling av matavfall. Tidligere gjennomførte undersøkelser i Norge og Sverige viser det samme. Matavfall fra husholdninger og næringer inneholder til dels store mengder plast, papir, metall, glass, tekstiler mm som må fjernes i forbehandlingen.

En utfordring for hele biogassbransjen er å sikre avsetning av ren biorest til landbruk eller annen utnyttelse på en sikker og miljømessig god måte over tid. Substratet som produseres i forbehandlingen må da ha lavt innhold av synlige forurensning og mikroplast.

Det vil være behov for å se hele verdikjeden i en sammenheng, fra oppsamling i kjøkkenbenken og fram til ferdig jord- eller gjødselprodukt. Tiltak på alle ledd i verdikjeden innebærer også fokus på oppsamling og innsamling av avfallet. Effekter av emballasjen til matavfallet (poser og sekker) og innsamlingsmetoder bør avklares, nye materialer og metoder bør vurderes tatt i bruk. Nye forbehandlingsmetoder bør utvikles og testes. Etterbehandling av bioresten må vurderes som et supplement til forbehandlingen.

4.2 SWOT

Verktøyet som används för att utvärdera de nya teknikerna var en SWOT-analys där en kvalitativ bedömning av respektive teknik utfördes. Fokus var på följande kriterier:

- Teknikmognad
- Kvalitet slurry
- Kvalitet rötrest
- Utbyte av rötbart material

En Swot utfördes på de fem identifierade förbehandlingsteknikerna vilket visas i tabell 3 nedan.

Tabell 5. Utvärderingstabell för delprocesser vid behandling av matavfall enligt beskrivning av parametrar ovan, men där parameter H och I ersatts av marknadspotential och processens potential för återföring av näringsämnen.

Process:	Styrkor	Svagheter	Möjligheter	Risiker/hot
Rene-science (Dong)	Kräver inte så rent matavfall vilket kan passa insamlings-system med hög grad av föroreningar	Kan ge låg kvalitet på slurry vilket kan ge låg kvalitet på rötrest.	Kan vara en teknik som möjliggör ett högre utbyte av rötbart material.	Ett beroende av enzymer samt att rötrest inte återförs till lantbruk.
NC Miljö Retro-waste	Använder konventionell teknik och rejektet kan gå till material-återvinning.	Föroreningar i slurry och rötrest om förpackat matavfall behandlas.	Testa en annan typ av hammarkvarn såsom smicon eller turboseparatorn för att se om kvalitet på slurry höjs.	Finns det initiativ för material-återvinning av plast?
Gemidan Ecogi	Konvensjonell og utprøvd teknikk som viser svært gode resultater i tester.	Ikke avklart hvilke forbedringer denne teknikken representerer.	Kan lett tas i bruk på norske anlegg.	Usikkert om plastrejektet kan gjenvinnes
Andion	Ingen kverning av avfallet med fare for nedknusing av glass/metall.	Omfattende forbehandlings prosess med mange prosesssteg kan gi høye driftskostnader	Grunnteknologien er kjent og kan optimaliseres avhenging av avfallet som skal behandles	Usikkert om plastrejektet kan gjenvinnes.
Tvåstegs-rötning	Optimering av röttnings-processen	Kräver ändå någon form av förbehandling av matavfallet	Hygienisering i + 80 °C med mikroorganismer som kanskje kan ha en effekt på mikroplast?	Kräver kanskje kartläggning och urval av mikroorganismer .

Alle de vurderte teknikken har styrker og svakheter som bør vurderes mer inngående i en eventuell videreføringen av prosjektet. Flere av anleggene benytter kjent teknologi som relativt enkelt kan introduseres på norske anlegg.

Muligheten for materialgjenvinning av plastrejektet er på utviklingsstadiet og ingen av teknologiene har et klart svar på dette. NC Miljø har som mål å utnytte plastrejektet til materialgjenvinning. Ingen av løsningen har spesielt fokus på dannelse av mikroplast, men det antas at metoder med mer skånsom oppdeling

av avfall vil ha noen fordeler. Testing av mikroplast i substratet bør inngå i et fullskala forsøk.

4.3 Forslag til utviklingsprosjekt

Det er nedenfor beskrevet ulike forslag til videreføring av prosjektet i en fase 3. Delprosjektene er bare kort beskrevet og det må jobbes videre med konkretisering dersom en videreføring er aktuell.

Delprosjektene kan kombineres i ulik grad. Et aspekt kan være å se om økt innsamling av avfall kan skje samtidig som man øker gassproduksjon og kvalitet på substrat/biorest, og redusere substratets innhold av synlige forurensninger/mikroplast.

Testing som gjennomføres på ulike teknikker bør foretas med en omforent testmetode. Avfall Sverige har under utvikling en metode for Benchmarking som også kan være aktuell på norske anlegg.

4.3.1 Delprosjekt 1: Effekter av oppsamling og innsamling på substratkvaliteten

Hvilke løsninger som benyttes for oppsamling og innsamling av avfall vil påvirke substratkvaliteten og dermed også biorestkvaliteten. Valg av pose for oppsamling av matavfall kan påvirke mengde av plast og andre forurensninger i substratet og trolig også mengden mikroplast som ender opp i bioresten.

I dag brukes poser av ulike plastmaterialer, bioplast og papir. Ingen av disse materialene vil oppnå særlig nedbrytning gjennom biogassprosessen og må derfor i stor grad fjernes i forbehandlingen. Prosjektet kan også fokusere på:

- Hvordan de ulike posetyper påvirker brukernes kildesortering av matavfall.
- Hvordan valg av posetype påvirker økonomien i innsamling og forbehandling.
- Hvor stor andel av pose materialet som kan påvises i rejekt og substrat og hvorvidt posene er viktige for kvaliteten av substratet.

Dette prosjektet vil både omfatte kartlegging av dagens situasjon og hvordan alternativ oppsamling og innsamling kan bedre kvaliteten på matavfallet. Det blir særlig viktig å se på hvordan ulike poser mm påvirker dannelsen av synlige forurensninger og mikroplast.

Det er også mulig å kombinere test- eller fullskalaforsøk på ulike forbehandlingsteknikker med ulike posetyper og innsamlingsmåter, jf. kapittel. 5.1.2 nedenfor.

4.3.2 Delprosjekt 2: Testing av nye kjente teknologier

Det umiddelbare fokus i dette prosjektet er å redusere substratets, og derigjennom biorestens, innhold av plast og andre ikke-biologiske materialer (øke substratkvaliteten) og samtidig redusere tapet av organisk materiale til rejektet. Løsningene til Gemidan, Turboseparator, Smicon, Tiger, Andion m.fl. er alle interessante i så måte. Dette er etablert teknologi som er i drift, men som vi mangler kunnskap om i Norge. Ytterligere undersøkelser og tester kan gjennomføres for å klarlegge om løsningene representerer noen vesentlig forbedring sammenlignet med dagens teknikker. For noen av disse teknologiene kan ytterligere data innhentes gjennom kontakt og besøk på anlegg der løsningene benyttes i test eller fullskala. Det gjelder bl.a. Gemidan, Turboseparator, Tiger m.fl. Det finnes allerede anlegg med disse teknikkene i Finland, Danmark og Sverige der man kan anta at matavfallet har en tilsvarende kvalitet som norsk matavfall.

For andre løsninger som f.eks. Andion, bør det gjennomføres tester med norsk matavfall i testanlegg evt. i fullskala anlegg. Tester må gjennomføres i stor skala og hensikten må være å kartlegge:

- Hvor effektivt klarere anleggene å fjerne uønsket materiale.
- Hvor mye matavfall tapes til rejektet.

Nye tester bør, som nevnt innledningsvis, gjennomføres etter en omforent metode. Driftsintensitet, energiforbruk mm kan kartlegges under testene. Kvaliteten på substratet med hensyn på synlige og ikke-synlige forurensninger (mikroplast) bør inkluderes gjennom prosessen og dokumenteres fra matavfallet og fram til ferdig substrat. Eventuelt kan verdikjeden også utvides fram til ferdig biorest.

4.3.3 Delprosjekt 3: Materialåtervinning av rejekt ihop med test av ulike typer av hammarkvarn

NC Miljö (Ragnsells(RS)) materialåtervinner även plasten som återfinns i rejektet. De anger i resultatrapporten att producerad slurry innehåller plast, vilket de har försökt hantera genom att testa olika förbehandlingstekniker. RS valde en hammarkvarn som sönderdelar och separerar förpackat matavfall. Det är även ett problem på andra anläggningar som hanterar förpackat matavfall. Det skulle kunna lösas genom att använda en hammarkvarn, eller annan teknik med liknande funktion, som sönderdelar och separerar förpackningar samt

plastpåsar skonsammare vilken även borde göra det lättare att ta tillvara plasten i rejektet.

I delprojektet kommer fokus att vara att se om det är möjligt med de tekniker som anses vara lämpliga kan producera en plastkvalitet som kan återvinnas.

Förslagsvis inleds projektet med ett studiebesök hos NC Miljö. En anläggning i Norge väljs sedan ut som har liknande förutsättningar som i Danmark (NC Miljö använder sig av Haarslev) alternativt att några batcher av matavfall körs till Danmark. Rejektet kan även den bearbetas på plats om pilot etableras eller transporteras till Danmark för test.

Som ett led i projektet kan sedan annan utvald förbehandlingsutrustning som anses hantera plastpåsar och plastförpackningar skonsammare jämföras genom att matavfall körs till utvald anläggning där försök upprepas.

4.3.4 Delprojekt 4: Mikroorganismer, enzymer, temperatur och tryckets effekt på separasjonsprocessen, nedbrytning av papper, och plast.

Beroende på val av förbehandlingsteknik, insamlingsstäm för matavfall, val av påsmaterial, föroreningar i matavfall samt om förpackat matavfall förbehandlas så kan det förekomma föroreningar i slurryn och därmed också i rötresten.

Vad som händer med papper och framförallt mikroplaster i en biogasprocess vid påverkan av enzymer och/eller mikroorganismer tillsammans med temperatur och tryck är inte självklart. Exempelvis så tror vi att papper och mikroplasters egenskaper och nedbrytningsgrad kan påverkas vid olika typer av förbehandling i kombination med rötning. Se exempelvis Benn et al (2018)¹¹ för ytterligare information kring nedbrytning av bioplaster i anaerob miljö.

Exempel på tillgängliga processer som kan vara intressanta att undersöka är:

- Termisk hydrolys såsom Cambis process och efterföljande rötningsssteg.
- Förhydrolys/hygienisering med en temperatur lika med eller högre än 70 °C i kombination med utvalda enzymer och/eller mikroorganismer från exempelvis Reniscience.

I detta delprojekt är fokus på hur förbehandling och efterföljande processteg påverkar förekomsten av papper och mikroplast, gasproduktion och kvaliteten på

¹¹ <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2017.00093/full>

rötrest. Försöken utförs i labb och eller pilotskala i samarbete med fullskaleanläggningar där driftsintensitet, energiforbrukning mm även kan kartläggas under försöken.

Här är det även möjligt att kombinera Termisk hydrolys/förhydrolys med olika typer av förbehandlingstekniker för matavfall beroende på önskad partikelstorlek och avskiljningsgrad på papper och plast.