



FORHÅNDSVURDERING AV BIOREST

20.SEPTEMBER 2024

SAMMENDRAG

Det er gjennomført en teoretisk forhåndsvurdering av bioresten fra det planlagte biogassanlegget til Biovind i Ølen. Vurderingen bygger på kjemiske analyser av innkommende råstoff, relevant litteratur og generell fagkunnskap. Bioresten som forventes produsert hos Biovind, estimeres til å oppfylle kvalitetsklasse II i henhold til gjødselvereforskriftens grenseverdier for tungmetallinnhold. Videre forventes bioresten å ha et høyere næringsinnhold enn referanseverdier for både husdyrgjødsel og flytende biogjødsel. Mengden biorest som kan brukes som gjødsel vil være begrenset av næringsstoffinnholdet, ikke tungmetallene.

Oppdragsgiver	Biovind AS
Kontaktperson	Johnny Ødegård
Rådgiver	Heygaz Biomethane SL (Heygaz)
Forfatter	Ingvild Losnegard Koløen
Tittel	Forhåndsvurdering av biorest
Sider	7
Versjon	02
Dato	20.09.2024

Forkortelser

TS	Tørrstoff
N	Nitrogen
NH ₄ N	Ammoniumnitrogen
P	Fosfor
K	Kalium
S	Svovel
Mg	Magnesium
Ca	Kalsium
Cu	Kobber
Zn	Sink
Pb	Bly
Cd	Kadmium
Cr	Krom
Ni	Nikkel
Hg	Kvikksølv
As	Arsen

Innledning

Biovind AS planlegger å etablere et biogassanlegg i Ølen som skal behandle opptil 226 000 tonn råstoff årlig gjennom anaerob utråtning. Bioresten som genereres fra prosessen er tiltenkt brukt som gjødsel i landbruket. Biovind har derfor bedt Heygaz om å gjøre en teoretisk beregning og forhåndsvurdering av bioresten. En oversikt over de ulike råstoffene som planlegges inn til biogassanlegget er beskrevet i tabell 1.

Tabell 1 – Antatt substratblanding og mengder.

Substrat	Våtvekt [tonn/år]	Andel [%]	Tørrstoff [%]	Tørrstoffmengde [tonn TS/år]
Storfegjødsel	110 000	49 %	6,1 %	6 710
Svinegjødsel	70 000	31 %	4,9 %	3 430
Kyllinggjødsel	8 000	4 %	65,0 %	5 200
Fiskeslam	10 000	4 %	17,0 %	1 700
Fiskeensilasje	2 000	1 %	26,0 %	520
Slakteriavfall, fett/protein	6 000	3 %	85,0 %	5 100
Slakteriavfall, mage/tarm	5 500	2 %	30,7 %	1 689
Slakteriavfall, blod	2 000	1 %	17,1 %	342
Matavfall	10 000	4 %	15,2 %	1 520
Kassert kraftfôr	2 500	1 %	88,0 %	2 200
	226 000	100 %	12,6 %*	28 411

* Forventet tørrstoffprosent i blanding.

Beregning av den forventede kjemiske sammensetningen i bioresten fra biogassanlegget er basert på substratblandingen oppgitt av Biovind (tabell 1) og analyser av næringsstoff- og tungmetallinnhold i ulike råstoff fra Heygaz sin database, samarbeidspartnere og litteratur (tabell 2 og tabell 3). Det forutsettes at det ikke oppstår svinn, og at alle næringsstoffene i råstoffet er tilgjengelig og reflekteres i bioresten. Gjennom biogassproduksjonen antas det en tørrstoffreduksjon på minst 50%, og at andelen ammoniumnitrogen (NH₄-N) øker med opptil 33% gjennom anaerob nedbrytning [1], og vil utgjøre om lag 50-75% av totalnitrogenet [2],[3].

Det presiseres at notatet kun gir en teoretisk forhåndsvurdering av bioresten som vil produseres av det planlagte anlegget til Biovind. En mer nøyaktig vurdering av gjødselverdien av bioresten kan først gis etter at prøver av bioresten(e) er tilgjengelig. Gjødslingseffekten må vurderes gjennom feltforsøk med avlingsregistrering.

Kjemiske egenskaper i råstoff

Innholdet av næringsstoff og tungmetaller i de ulike råstoffene er listet i henholdsvis tabell 2 og tabell 3. Analyser av storfe gjødsel, svine gjødsel, fiskeensilasje, slakteriavfall (mage/tarm og blod), matavfall og kassert kraftfôr er fra Heygaz sin database og samarbeidspartner. Analyser av kyllinggjødsel er basert på Daugstad, Kristoffersen og Nesheim sitt arbeid med karakterisering av næringsinnhold i husdyrgjødsel i 2006-2011 [4], mens analyser av fiskeslam er hentet fra Eva Brod og Anne Flak Øgaards rapport for NIBIO [5] og baseres på mekanisk avvanning uten etterfølgende tørking.

For fett og protein-fraksjonen fra slakteri mangler det analyser, og vi har ikke lyktes i å finne pålitelige kilder. Fett er et organisk stoff som inneholder karbon, hydrogen og mindre mengder oksygen, mens protein er makromolekyler som består av aminosyrer som inneholder karbon, hydrogen, oksygen og nitrogen. Karbon, hydrogen og oksygen vil inngå i produksjon av metan og karbondioksid, mens nitrogen vil kunne reflekteres i biorest. Ettersom andelen fett og protein utgjør maksimalt 1% av den totale blandingen, forventes det ikke at denne fraksjonen utgjør en nevneverdig forskjell i næringsinnholdet i bioresten.

Næringsstoffer

Tabell 2 – Antatt næringsinnhold i ulike råstoffer planlagt hos Biovind.

Råstoff	Total N [kg/tonn]	NH ₄ N [kg/tonn]	P [kg/tonn]	K [kg/tonn]	S [kg/tonn]	Mg [kg/tonn]	Ca [kg/tonn]	Referanse
Storfe gjødsel	3,7	1,6	0,6	3,5	0,3	0,5	1,0	Heygaz
Svine gjødsel	4,3	2,0	0,8	2,8	0,4	0,5	0,8	Heygaz
Kyllinggjødsel	27,9	8,3	6,7	13,5	3,3	3,4	11,6	[4]
Fiskeslam	11,7	1,7	5,4	0,3	1,1	0,6	11,1	[5]
Fiskeensilasje	17,0	1,5	3,1	1,9	1,4	0,5	3,4	Heygaz
Slakteriavfall, fett/protein	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
Slakteriavfall, mage/tarm	29,5	6,3	6,9	2,9	0,0	0,0	0,0	Heygaz
Slakteriavfall, blod	19,0	9,2	0,8	1,7	0,0	0,1	0,8	Heygaz
Matavfall	5,6	1,5	3,1	1,9	0,4	0,2	3,1	Heygaz
Kassert kraftfôr	26,0	0,5	5,4	8,3	3,3	4,4	11,4	Heygaz

Tungmetaller

Tabell 3 – Antatt tungmetallinnhold i ulike råstoffer planlagt hos Biovind.

Råstoff	Cu [mg/kg]	Zn [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Hg [mg/kg]	As [mg/kg]	Referanse
Storfe gjødsel	2,4	13,2	0,1	0,0	0,2	0,3	0,0	0,3	Heygaz
Svine gjødsel	5,2	28,8	0,1	0,0	0,2	0,3	0,0	0,3	Heygaz
Kyllinggjødsel	31,0	171,5	0,5	0,1	0,8	1,7	0,0	0,4	[4]
Fiskeslam	4,6	95,0	0,3	0,1	1,2	0,3	0,0	0,5	[5]
Fiskeensilasje	2,2	34,2	0,1	0,0	0,3	0,2	0,2	0,3	Heygaz
Slakteriavfall, fett/protein	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
Slakteriavfall, mage/tarm	1,7	22,0	0,0	0,0	1,5	0,2	0,0	0,0	Heygaz
Slakteriavfall, blod	1,3	6,1	1,1	0,1	0,7	1,1	0,2	0,0	Heygaz
Matavfall	1,9	11,9	0,4	0,0	0,4	0,2	0,0	0,3	Heygaz
Kassert kraftfôr	19,4	105,6	0,1	0,1	0,7	0,9	0,1	0,3	Heygaz

Forventet næringsstoffsammensetning i biorest

Næringsstoffer

Tabell 4 viser oversikt over forventet næringsstoffinnhold i useparert biorest fra Biovind, med utgangspunkt i oppsatt substratblanding i tabell 1. Gjennomsnittsverdier for næringsstoffsammensetning i husdyrgjødsel fra storfe og svin, samt produsert biogjødsel fra RENEVO Stord i 2023 er satt opp for sammenligning med bioresten.

Tabell 4 – Forventet næringsstoffinnhold i biorest fra Biovind, sammenlignet med biogjødsel fra RENEVO Stord og husdyrgjødsel fra storfe og svin.

Gjødsel	Total N [kg/tonn]	NH ₄ N [kg/tonn]	P [kg/tonn]	K [kg/tonn]	S [kg/tonn]	Mg [kg/tonn]	Ca [kg/tonn]
Biovind	6,2	2,7-4,2	1,4	3,3	0,5	0,6	2,0
RENEVO Stord	5,0	3,0	0,6	2,8	0,3	0,3	1,3
Storfegjødsel	3,7	1,5	0,6	3,5	0,3	0,5	1,0
Svinegjødsel	4,3	1,9	0,8	2,8	0,4	0,5	0,8

Bioresten er estimert å inneholde 6,2 kg nitrogen per tonn våtvekt, som er noe høyere enn nitrogeninnholdet i referanseverdien for biogjødsel (5,0 kg N/tonn våtvekt), og omtrent dobbelt så høyt som i storfegjødsel (3,7 kg N/tonn våtvekt). Basert på antakelsen om at andelen ammoniumnitrogen øker gjennom biogassprosessen, er ammoniumandelen av totalnitrogen i bioresten beregnet til å være mellom 2,7 og 4,2 kg per tonn, hvilket utgjør 44-67 % av totalnitrogeninnholdet.

Ved mekanisk separering vil ammoniumnitrogenet i stor grad følge den flytende fasen, mens den faste fasen hovedsakelig vil inneholde nitrogen i organisk form. Dette skyldes at ammoniumnitrogen er vannløselig og lett kan transporteres med væskefasen, mens organisk bundet nitrogen forblir i den faste fraksjonen. Den flytende fasen, rik på ammonium, vil derfor ha raskere tilgjengelig nitrogen for planter, mens den faste fasen vil gi en mer langsom frigjøring av nitrogen etter nedbrytning i jorden. Denne forskjellen i nitrogenform påvirker også hvordan bioresten kan anvendes som gjødsel – den flytende fasen egner seg bedre for hurtigvirkende gjødsel, mens den faste fasen gir en mer langsiktig næringsforsyning.

Fosforinnholdet er beregnet til 1,4 kg per tonn våtvekt, og er en god del høyere enn i husdyrgjødsel (0,6-0,8 kg P/tonn våtvekt) og biogjødselreferanse (0,6 kg P/tonn våtvekt). Forholdet mellom nitrogen og fosfor i bioresten er beregnet til N/P = 4,4, noe som er lavere enn N/P-forholdet i husdyrgjødsel og biogjødsel fra RENEVO Stord, og plantenes behov for næring. Gjødslingsnorm til for eksempel beite (1. gjødsling) og eng (1. høsting) er på henholdsvis N/P = 6,3 og N/P = 6,9 [6].

Det beregnede innholdet av kalium, svovel og magnesium i bioresten er sammenlignbart med referansematerialet. Det er likevel sannsynlig at svovelinnholdet i bioresten vil være noe lavere enn beregningene antyder. Under biogassproduksjon frigjøres noe av svovelet og inngår i nye forbindelser som for eksempel hydrogenulfid. Kalsiuminnholdet i bioresten er beregnet til å være høyere enn både husdyrgjødsel og biogjødsel.

Tungmetaller

Forventet tungmetallinnhold i useparert biorest fra Biovind er listet i tabell 5, sammen med referanseverdier for tungmetall i husdyrgjødsel fra storfe og svin, samt biogjødsel fra RENEVO Stord.

Tabell 5 – Forventet tungmetallinnhold i biorest fra Biovind, sammenlignet med biogjødsel fra RENEVO Stord og husdyrgjødsel fra storfe og svin.

Gjødsel	Cu [mg/kg TS]	Zn [mg/kg TS]	Pb [mg/kg TS]	Cd [mg/kg TS]	Cr [mg/kg TS]	Ni [mg/kg TS]	Hg [mg/kg TS]	As [mg/kg TS]
Biovind	70,7	449,1	2,6	0,4	5,0	5,3	0,1	5,0
RENEVO	42,0	237,8	2,3	0,2	4,3	4,7	0,1	5,7
Storfegjødsel	39,1	216,6	2,3	0,2	3,7	4,7	0,1	5,7
Svinegjødsel	85,3	472,8	1,9	0,3	2,8	4,6	0,1	4,6

I gjødselvereforskriften §10 settes det krav til produktkvalitet, med maksimumsgrenser for tillatt innhold av tungmetaller [7]. Basert på angitte grenseverdier, vil bioresten til Biovind havne i kvalitetsklasse II i henhold til gjeldene gjødselvereforskrift. Det er innholdet av sink som definerer kvalitetsklassen til bioresten, vist i tabell 6.

Tabell 6 – Biorestens kvalitetsklasse.

Gjødsel	Cu [mg/kg TS]	Zn [mg/kg TS]	Pb [mg/kg TS]	Cd [mg/kg TS]	Cr [mg/kg TS]	Ni [mg/kg TS]	Hg [mg/kg TS]	As [mg/kg TS]
Biovind	70,7	449,1	2,6	0,4	5,0	5,3	0,1	5,0
Kvalitetsklasse	I	II	0	0*	0	0	0	0*

* Maksverdi i kvalitetsklasse

Biorest i kvalitetsklasse II kan brukes benyttes på jordbruksarealer, i private hager og parker med inntil 2 tonn tørrstoff pr. dekar pr. 10 år. Til sammenligning kan biorest eller gjødsel i kvalitetsklasse I benyttes med inntil 4 tonn tørrstoff pr. dekar pr. 10 år [7].

Basert på beregninger av næringsstoffsammensetningen i tabell 4 og kvalitetsklassen til bioresten, tilsvarer de tillatte gjødslingsmengdene 19,7 kg N/daa/år og 4,5 kg P/daa/år. Mengdene av nitrogen og fosfor er større enn næringsbehovet til landbruksvekster. Til sammenligning er gjødslingsnorm for bygg på 11,1 kg N/daa/år og 1,8 kg P/daa/år [6].

I dagens gjødselvereforskrift kreves det minimum 4 dekar fulldyrket jord pr. gjødseldyrenhet (GDE). En GDE tilsvarer en utskilt mengde fosfor på rundt 14 kg i husdyrgjødsel, som tilsvarer 3,5 kg P/daa. Gjødselvereforskriften er under revidering, og det er foreslått begrensninger på mengden fosfor som kan tilføres per dekar, samt tungmetallinnhold. For Rogaland er følgende foreslått: 3,1 kg P/daa ved innføring, 3,0 kg P/daa etter 4 år og 2,7 kg P/daa etter 8 år. Både i dagens regelverk, og forslag til nytt regelverk, vil mengden biorest som kan tilføres jordbruksareal bli begrenset av fosforinnholdet, og ikke tungmetallinnholdet.

Separering av biorest

Biovind planlegger å separere produsert biorest for å ta skille ut fiberfraksjonen fra bioresten, med en forventning om at den faste delen vil ha et tørrstoffinnhold på rundt 25-30% tørrstoff. Tørrstoffinnholdet i den faste bioresten avhenger av flere faktorer, blant annet valg av teknologi og saltinnhold. Det finnes for øyeblikket ikke et tilgjengelig verktøy for å estimere forholdet mellom tørrstoff og fosfor ved ulike tørrstoffinnhold under separeringsprosessen. Ved separering av biorest i en fast og flytende fraksjon, vil de mest plantetilgjengelige næringsstoffene, som nitrogen og kalium, hovedsakelig befinne seg i den flytende fasen, mens fosfor følger den faste fasen. For å få et nøyaktig næringsinnhold i fast og flytende biorest må det tas prøver av disse fraksjonene og analyseres. Det kan først gjøres når anlegget er satt i drift.

Kilder

- [1] Möller, K., & Müller, T. (2012) "Effects of anaerobic digestion on digestate nutrient availability and crop growth: A review". *Engineering in Life Sciences*, vol. 12, nr. 3, 242–257. doi:10.1002/elsc.201100085
- [2] Kirchmann, H., & Witter, E. (1992) "Composition of fresh, aerobic and anaerobic farm animal dungs". *Bioresource Technology*, vol. 40, nr. 2, 137–142. doi:10.1016/0960-8524(92)90199-8
- [3] Losak, T., Hlusek, J., Zatloukalova, A., Musilova, L., Vitezova, M., Skarpa, P., Zlamalova, T., Fryc, J., Vitez, T., Marecek, J. & Martensson, A (2014). "Digestate from Biogas Plants is an Attractive Alternative to Mineral Fertilisation of Kohlrabi". *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, vol. 2, nr. 4, 309-318. DOI: <https://doi.org/10.13044/j.sdewes.2014.02.0025>
- [4] Daugstad, K., Kristoffersen, A.Ø. & Nesheim, L. (2022). «Næringsinnhold i husdyrgjødsel – analyser av husdyrgjødsel frå storfe, sau, svin og fjørfe 2006-2011», *Bioforsk rapport*, vol. 7, nr. 24
- [5] Brod, E. & Øgaard, A.F. (2023). "Fiskeslam fra smolt- og postsmoltproduksjon som gjødsel – Vurdering av kjemiske analyser 2010-2023», *NIBIO rapport*, vol. 9, nr. 123
- [6] NIBIO (2023) «Gjødslingshåndbok». Tilgjengelig på: <https://www.nibio.no/tema/jord/gjodslingshandbok> [Hentet 17.09.2024]
- [7] Forskrift om organisk gjødsel (2003). Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav (FOR- 2003-07-04-951). Tilgjengelig på: <https://lovdata.no/forskrift/2003-07-04-951> [Hentet 17.09.2024]