LUND UNIVERSITY

Hållbarhetskriterier för biogas

En översyn av data och metoder

Lantz, Mikael

2017

Link to publication

Citation for published version (APA):
Lantz, M. (2017). *Hållbarhetskriterier för biogas: En översyn av data och metoder*. Miljö- och energisystem, LTH, Lunds universitet.

Total number of authors:
1

General rights
Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.
• Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
• You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
• You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: https://creativecommons.org/licenses/

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

Hållbarhetskriterier för biogas

En översyn av data och metoder

Mikael Lantz

Rapport nr. 100
Miljö- och energisystem
Institutionen för teknik och samhälle

Mars 2017

Copyright © Lantz Mikael 2017

Miljö och energisystem, Lunds universitet
ISBN 978-91-86961- 26
ISSN 1102-3651
LUTFD2/TFEM-- 17/3091--SE + (1-65)

Förord

Denna studie har finansierats av Avfall Sverige, Energigas Sverige, Svenskt Vatten, Region Skåne och Västra Götalandsregionen. Dessutom har Göteborg Energi och Swedish Biogas International bidragit med data.

Till studien har det också knutits en referensgrupp bestående av Carl-Magnus Pettersson på Uppsala Tekniksupport samt Noak Westerberg från Energimyndigheten. Lovisa Björnsson på Miljö- och Energisystem har under projektets gång också bidragit med värdefulla och konstruktiva kommentarer.

Denna studie publiceras dels av Lunds Universitet i miljö- och energisystems rapportserie samt av Avfall Sveriges och Svenskt Vattens respektive rapportserie.

Lund, mars 2017

Mikael Lantz

Sammanfattning

I Sverige är biodrivmedel befriade från energi- och koldioxidskatt förutsatt att drivmedlet uppfyller hållbarhetskriterierna i EU:s direktiv om främjande av användningen av energi från förnybara energikällor. Ett av kriterierna är att användningen av biodrivmedlet måste leda till minskade emissioner av växthusgaser jämfört med fossila bränslen.

Utsläppsreduktionen ska beräknas på det sätt som anges i direktivet och enligt de tolkningar som svenska myndigheter har gjort. Eftersom detta i grunden är ett regelverk som ska gälla i hela EU och för alla biodrivmedel innehåller metoden en del förenklingar jämfört med vad som normalt används i livscykelanalyser enligt ISO-standarden för livscykelanalys. Sammantaget innebär detta att den beräknade utsläppsreduktionen för biogas ofta blir lägre jämfört med resultatet i mer fullständiga systemstudier. För att underlätta för de svenska biogasaktörer som ska rapportera sina emissioner enligt hållbarhetskriterierna har branschen tagit fram ett beräkningsverktyg, här kallat HBK-verktyget, som baseras på direktivet och de svenska myndigheternas tolkning av detta. Då biogasens utsläppsvärden ofta förbättras när beräkningar sker enligt ISO-standarden menar dock flera branschaktörer att nuvarande system ger en tydlig nackdel för biogasen jämfört med andra biodrivmedel.

Syftet med denna studie är att identifiera och beskriva hur regelverket kring hållbarhetskriterier utformats i EU och hur detta implementerats i Sverige med avseende på hur emissionerna av växthusgaser beräknas. Syftet är också att analysera hur det svenska regelverket tillämpas i det verktyg för HBK-rapportering som används av den svenska biogasbranschen och jämföra det med de tolkningar som görs i andra länder eller verktyg. Slutligen ska skillnaden mellan beräkningsmetodiken enligt direktivet och ISO-standarden för LCA jämföras på en övergripande nivå.

Resultatet från denna studie bekräftar att den metod som tillämpas i HBK-verktyget ofta medför en lägre beräknad utsläppsreduktion jämfört med vad som fås när beräkningarna görs enligt ISO-standarden. I synnerhet gäller detta för biogas från gödsel och matavfall. Det finns dock alternativa sätt att räkna som bedöms ligga inom ramarna för EU:s regelverk som också ökar den beräknade utsläppsreduktionen. I vissa fall så att den blir i nivå med eller över vad som beräknas enligt ISO-standarden.

Här föreslås att Energimyndigheten överväger följande förändringar i hur emissioner av växthusgaser ska beräknas för uppfyllande av hållbarhetskriterierna i Sverige. Vissa av nedanstående förslag är sådant som Energimyndigheten själva skulle kunna genomföra på kort sikt och andra ska snarare ses som förslag till frågor som Energimyndigheten kan driva i det fortsatta arbetet med kommande direktiv.

- Uppdatera aktuell emissionsfaktor för elektricitet.
- Övergå från nordisk elmix till svensk elmix.
- Beakta rötresten som en samprodukt från produktion av biogas.
- Beakta nyttan av att gödsla med rötrest i allmänhet och inte bara när gödslade grödor används för produktion av biogas.
- Exkludera insamling av matavfall från beräkningarna.
- Beakta biogas från avloppsslam som en restprodukt från konventionell rening och hantering av avloppsslam.

Summary

In Sweden, biofuels are exempted from energy- and carbon dioxide taxes given that they fulfil the sustainability criteria stated in the directive on the promotion of the use of energy from renewable sources. One of these criteria is that the biofuel must lead to reduced emissions of greenhouse gases as compared to the utilization of fossil fuels.

The reduction of greenhouse gas emissions should be quantified according to the method stated in the directive and according to the interpretations made by Swedish authorities. Since this is a framework applied in all countries in the EU and for all biofuels, the method is somewhat simplified compared to a life cycle assessment (LCA) performed according to the ISO-standard. Overall, this means that calculated emission reduction for biogas is often lower as compared to the result from an ISO-based LCA.

To make it easier for Swedish biogas producers to calculate and report their emissions according to the sustainability criteria, the industry has developed a calculation tool, here called the HBK-tool, based on the directive and the Swedish authorities' interpretation of the directive. Since calculated emissions often improve in calculations performed according to the ISO standard for life cycle assessment, several industry stakeholders stress that the present system provides a clear disadvantage for biogas as compared to other biofuels.

The purpose of this study is to identify and describe the current regulations regarding sustainability criteria in the EU and how these are implemented in Sweden with respect to how greenhouse gas emissions are calculated. The purpose is also to analyse how Swedish regulations is applied in the HBK-tool and compare this with interpretations made in other countries or tools. At a general level, this study also compare the method applied in the directive with the method used according to the ISO-standard for life cycle assessments.

The result from this study indicates that the method applied in the HBK-tool seems to give a lower reduction rate of greenhouse gas emissions, especially for biogas from manure and food waste, compared to the result from calculations according to the ISO-standard.

Thus, this study suggests that the Swedish Energy Agency considers following suggested changes in how to calculate greenhouse gas reduction in order to fulfil the sustainability criteria. Some of these suggestions the Agency should be able to implement in a short-term perspective and some are suggestions that could be considered in the upcoming work with the future RED directive.

- Update current emission factor for electricity
- Switch from Nordic average production mix for electricity to Swedish average
- Define the digestate as a co-product from biogas production
- Include the benefits of digestate as a fertilizer in general and not only when used to fertilize biogas crops.
- Exclude collection of municipal food waste.
- Consider biogas from sewage sludge as a by-product from conventional cleaning and handling of sewage.

Innehållsförteckning

1. Inledning 1
   - 1.1 Syfte 1
   - 1.2 Metod och avgränsningar 2
2. Lagstiftning 3
   - 2.1 Direktiv om främjande av förnybara energikällor 3
   - 2.2 Lag om hållbarhetskriterier 4
3. Metod för beräknad utsläppsreduktion 5
   - 3.1 Parametrar i föreskriven metod 5
   - 3.2 Allokering 10
4. Redovisning av utsläppsreduktion 13
   - 4.1 Nationella system 13
   - 4.2 Erkända frivilliga system 13
5. Hållbar biogas i Sverige 15
   - 5.1 Rapporterad mängd biogas från olika råvaror 15
   - 5.2 Utsläppsreduktion 16
   - 5.3 Metod för rapporterad utsläppsreduktion 18
6. Beräkningsexempel 21
   - 6.1 Biogas från avloppsslam 21
   - 6.2 Biogas från matavfall 24
   - 6.3 Biogas från flytgödsel 26
   - 6.4 Biogas från grödor 28
7. Systemanalys enligt ISO vs RED 31
8. Diskussion och slutsats 33
9. Föreslagna justeringar för svenska beräkningar enligt hållbarhetskriterierna 35
10. Referenser 37

Bilaga A: Systemgränser 41

Bilaga B: Rötrestens energiinnehåll 45

Bilaga C: Förbättrade jordbruksmetoder 49

Bilaga D: Metanläckage 50

Bilaga E: Processenergi 52

Bilaga F: Insamling av matavfall och fettavskiljarslam 55

1. Inledning

I Sverige är biodrivmedel befriade från energi- och koldioxidskatt förutsatt att drivmedlet uppfyller hållbarhetskriterierna i EU:s direktiv om främjande av användningen av energi från förnybara energikällor (RED) (EU, 2009; 2015; SFS, 2010; 2011). Ett av kriterierna är att användningen av biodrivmedlet måste leda till minskade emissioner av växthusgaser jämfört med fossila bränslen.

Utsläppsreduktionen ska beräknas på det sätt som anges i direktivet och enligt de tolkningar som svenska myndigheter har gjort. Eftersom detta i grunden är ett regelverk som ska gälla i hela EU och för alla biodrivmedel innehåller metoden en del förenklingar jämfört med vad som normalt används i livscykelanalyser (LCA) som genomförs enligt ISO-standarden (ISO, 2006). En jämföresle mellan de båda metoderna redovisas också i kapitel 7. Sammantaget innebär detta att den beräknade utsläppsreduktionen för biogas ofta blir lägre jämfört med resultatet i mer fullständiga systemstudier. Framförallt beror detta på att beräkningarna inte inkluderar någon systemutvidgning eller indirekta effekter som att rötresten från produktion av biogas kan ersätta mineralgödsel eller att emissionerna av metan från konventionell hantering av flytgödsel kan minska när gödseln används för produktion av biogas. För bioetanol, det biodrivmedel som dominerar globalt sett idag, finns till exempel inte samma problematik kring beräkningsmetoden då skillnaden mellan RED och ISO-standarden är mindre (Börjesson et al., 2013).

För att underlätta för de biogasaktörer som ska rapportera sina emissioner enligt hållbarhetskriterierna har branschen också tagit fram ett beräkningsverktyg, här kallat HBK-verktyget, som baseras på direktivet och de svenska myndigheternas tolkning av detta (Energigas, 2017a,b). Verktyget ger möjlighet till egna beräkningar men också till att använda olika schablonvärden. Då biogasens utsläppsvärden ofta förbättras när beräkningar sker enligt ISO-standarden menar dock flera branchaktörer att nuvarande system ger en tydlig nackdel för biogasen jämfört med andra biodrivmedel. Dels i den enskilda affären men också i diskussioner om styrmedel och vid kontakter med olika beslutsfattare. Det finns därför en önskan om att se över data och metoder som används i beräkningsverktyget, hur aktörerna använder verktyget men också hur svenska myndigheter tolkar direktivet jämfört med hur det tillämpas i andra länder.

1.1 Syfte

Syftet med denna studie är att identifiera och beskriva hur regelverket kring hållbarhetskriterier utformats i EU och hur detta implementerats i Sverige med avseende på hur emissionerna av växthusgaser beräknas. Syftet är också att analysera hur det svenska regelverket tillämpas i det verktyg för HBK-rapportering som används av den svenska biogasbranchen och jämföra det med de tolkningar som görs i andra länder eller verktyg. Studien ska också visa på eventuella möjligheter att inkludera rötrestens nyttor i dessa beräkningar. Dessutom ska studien i förekommande fall ge förslag på förändringar i de svenska tillämpningarna som skulle kunna genomföras på kort sikt. Slutligen ska skillnaden mellan beräkningsmetodiken enligt RED och ISO-standarden för LCA jämföras på en övergripande nivå.

1.2 Metod och avgränsningar

Föreliggande studie baseras i huvudsak på litteraturstudier i syfte att identifiera det regelverk som gäller för beräkningar av växthusgasutsläpp enligt direktivet om förnybara energikällor (EU, 2009). Här ingår till exempel direktivet och annan dokumentation från EU samt dokumentation om hur regelverket tillämpas i Sverige och internationellt.

Baserat på denna litteraturstudie genomförs egna beräkningar av växthusgasutsläpp från biogassystem baserade på olika råvaror. Dels baserat på nuvarande svenska tolkning av regelverket och dels baserat på alternativa data och metoder om sådana möjligheter identifieras. Resultatet från dessa beräkningar jämförs därefter med tidigare beräkningar av växthusgasemissioner enligt ISO-standarden livscykelanalys (ISO, 2006).

Studien avgränsas till hur emissionerna av växthusgaser kan beräknas och inkluderar inte någon analys av övriga hållbarhetskriterier i direktivet om främjande av förnybara energikällor (EU, 2009).

Under arbetet med denna studie publicerades ett utkast till nytt direktiv för främjande av förnybar energi efter år 2020. Några av de föreslagna förändringarna beskrivs därför i övergripande drag. Det genomförs dock ingen djupare analys av hur förslagen kan komma att påverka hur svenska biogasaktörer ska räkna och redovisa uppfyllnad av hållbarhetskriterierna.

2. Lagstiftning

2.1 Direktiv om främjande av förnybara energikällor

Direktivet om främjande av användningen av energi från förnybara energikällor antogs den 23 april 2009. Det övergripande syftet är bland annat att minska unionens emissioner av växthusgaser för att uppfylla åtagandena inom Kyotoprotokollet. Direktivet innehåller därför krav på en ökad användning av förnybar energi och en ökad energieffektivisering med mera (EU, 2009). Medlemsstaterna åläggs till exempel att förnybara energikällor ska motsvara 20 % av den totala energianvändningen och 10 % av energianvändningen inom transportsektorn senast år 2020.

Målet om 20 % förnybar energi fördelas dock olika mellan de olika medlemsstaterna beroende på deras förutsättningar. För Sverige innebär det till exempel att andelen förnybar energi ska öka från 39,8 % år 2005 till 49 % år 2020. Samtidigt finns det ett flertal länder så som Belgien, Cypern, Malta och Tjeckien vars målsättning stannar under 15 %. Målet om 10 % inom transportsektorn är dock det samma i samtliga länder med motiveringen att handeln med drivmedel är så pass utvecklad att länder som saknar möjlighet till inhemsk produktion kan importera drivmedel. I direktivet framhålls även att en kombination av inhemsk produktion och import är sannolik såväl som önskvärd.

I direktivet anges att produktion av biodrivmedel bör ske på ett hållbart sätt och för att få räknas vid uppfyllandet av de nationella målen ska de uppfylla vissa hållbarhetskriterier. När det gäller emissioner av växthusgaser innebär dessa kriterier att biodrivmedel från den 1/1 2017 måste medföra en minskning av växthusgaser med minst 50 % i förhållande till om fossila bränslen istället skulle ha använts. För anläggningar som tas i drift efter den 1/1 2017 är kravet istället 60 % från den 1/1 2018. Emissionerna av växthusgaser från fossila bränslen, som de förnybara ska jämföras med, ska enligt EU (2009) antas uppgå till 83,8 gram CO_2-ekv./MJ. Därutöver får biodrivmedel inte produceras från råvaror från mark som har stort värde för den biologiska mångfalden eller från mark med stora kollager (EU, 2009). För en närmare beskrivning av dessa markkriterier hänvisas till EU (2009) och Energimyndigheten (2012).

Den 9 september 2015 antogs också ett nytt direktiv innehållande en del ändringar av direktivet om förnybara energikällor (EU, 2015).

Där sägs att för anläggningar som tagits i drift senast den 5 oktober 2015 ska emissionerna minskar med minst 60 % jämfört med fossila bränslen (EU, 2009; 2015). För äldre anläggningar ska minskningen vara minst 35 % fram till den sista december 2016 och därefter vara minst 50 %.

I de ändringar som beslutades hösten 2015 införs även en rad olika begränsningar för förnybara drivmedel som baseras på grödor. Bland annat får biodrivmedel som baseras på spannmål, andra stärkelserika grödor[1], socker och oljegrödor samt grödor som odlas som huvudgrödor för i första hand energiändamål motsvara högst 7 % av transporternas totala energianvändning år 2020. Dessutom införs preliminärt beräknade utsläpp av växthusgaser som orsakas genom indirekt ändrad markanvändning till

[1] ”*stärkelserika grödor: grödor, framför allt spannmål (oavsett om det enbart är sädeskornen eller hela växten, till exempel vad gäller majs, som används), rotfrukter (till exempel potatis, jordärtskocka, sötpotatis, maniok och jams) och stamknölar (till exempel taro)*” (EU, 2015).

följd av produktion av biodrivmedel. För spannmål och andra stärkelserika grödor, socker respektive oljegrödor sätts dessa utsläpp till 12, 13 respektive 55 gram CO_2-ekv./Mj biodrivmedel (EU, 2015).

Under senhösten 2016 släpptes också en första version av ett nytt direktiv om främjande av förnybara energikällor som syftar till att öka andelen förnybar energi i unionen till minst 27 % år 2030. Där föreslås också flera ändringar av betydelse för biodrivmedel i allmänhet och biogas i synnerhet. Från och med den 1/1 2021 föreslås till exempel att det ställs obligatoriska krav på en lägsta andel avancerade biobränslen och biogas från råvaror så som gödsel, avloppsslam och halm men också organiskt industriavfall som inte kan användas som mat eller foder. För dessa bränslen föreslås också att kravet på utsläppsreduktion sätts till 70 %. Samtidigt föreslås dock att den fossila referensen höjs från dagens 83,8 gram/MJ till 94 gram CO_2-ekv./MJ. Vidare föreslås förändringar i hur emissioner ska beräknas. För biogas innebär det till exempel att indirekta effekter av att röta gödsel kan inkluderas (EU , 2016).

Detta är dock endast ett förslag som kan komma att förändras. Föreliggande studie baseras därför på det regelverk som är beslutat idag.

2.2 Lag om hållbarhetskriterier

Den svenska lagen om hållbarhetskriterier trädde i kraft den 1 augusti 2010 och anger tillsammans med motsvarande förordning bestämmelser om krav på hållbarhet för biodrivmedel och hur detta ska visas (SFS, 2010; 2011). Därigenom har hållbarhetskriterierna i EU:s direktiv om främjande av användningen av energi från förnybara energikällor (EU, 2009) implementerats i svensk lagstiftning. Det bör dock noteras att i dagsläget är endast direktivet från 2009 (EU, 2009) implementerat i Sverige. De ändringar som framgår av EU (2015) ska dock vara implementerade i svensk lagstiftning senast den 10/9 2017.

De skrivningar om energigrödor och preliminära utsläpp från indirekt markanvändning som tas upp i EU (2015) är därmed inte heller implementerade.

I lagen om hållbarhetskriterier anges också bland annat vem som är rapporteringsskyldig och hur rapportering och kontroll ska ske. Slutligen berörs även reglerna för anläggningsbesked vilket krävs för att säkerställa att produktionen av drivmedel inte är livsmedelbaserad alternativt att produktionen sker i en anläggning som tagits i drift före den 31 december 2013 och som inte är fullständigt avskriven.

Nedsättningar av energi- och koldioxidskatt för biogas och andra biodrivmedel är också villkorade av att drivmedlet i fråga uppfyller hållbarhetskriterierna samt att produktionsanläggningen fått ett anläggningsbesked enligt ovan (SFS, 1994).

3. Metod för beräknad utsläppsreduktion

Metoden för att beräkna emissionerna av växthusgaser beskrivs i EU:s direktiv om främjande av användningen av energi från förnybara energikällor (EU, 2009). För svensk produktion av drivmedel gäller också svenska lagar och förordningar samt Energimyndighetens föreskrifter. Enligt EU (2009) ska beräkningarna baseras på formel 1 nedan och omfatta växthusgaserna CO_2, CH_4 och N_2O som ska tilldelas GWP-faktorn 1, 23 och 296.

$$"E = e_{ec} + e_l + e_p + e_{td} + e_u - e_{sca} - e_{ccs} - e_{ccr} - e_{ee}" \qquad \text{[Formel 1]}$$

Där

$E = totala\ utsläpp\ från\ användningen\ av\ bränslet$

$e_{ec} = utsläpp\ från\ utvinning\ eller\ odling\ av\ råvaror$

$e_l = på\ år\ fördelade\ utsläpp\ från\ förändringar\ av\ kollagret\ till\ följd\ av\ förändrad\ markanvändning$

$e_p = utsläpp\ från\ bearbetning$

$e_{td} = utsläpp\ från\ transport\ och\ distriubution$

$e_u = utsläpp\ från\ bränsle\ som\ används$

$e_{sca} = utsläppsminskningar\ genom\ beständig\ inlagring\ av\ kol\ i\ marken\ genom\ förbättrade\ jordbruksmetoder$

$e_{ccs} = utsläppsminskningar\ genom\ avskiljning\ av\ koldioxid\ geologisk\ lagring$

$e_{ccr} = utsläppsminskningar\ genom\ avskiljning\ och\ ersättning\ av\ koldioxid$

$e_{ee} = utsläppsminskningar\ genom\ \text{överskottsel}\ vid\ kraftvärmeproduktion$

3.1 Parametrar i föreskriven metod

I kommande avsnitt redovisas hur respektive faktor i formel 1 ska hanteras baserat på vad som står i direktivet, svensk lag och svenska föreskrifter.

3.1.1 E_{ec} – utsläpp från utvinning eller odling av råvaror

När emissionerna av växthusgaser ska beräknas har råvarornas klassificering stor betydelse för hur dessa ska inkluderas i beräkningarna. Klassificeringen påverkar dels i vilken mån råvarorna antas föra med sig växthusgaser in i beräkningen men också i vilken mån markkriterierna i direktivet behöver beaktas.

I de fall biogasproduktionen baseras på avfall eller restprodukter säger EU (2009) att råvarorna inte ska belastas med några emissioner fram till dess att de samlas in. Det innebär att dessa råvaror inte ska belastas med några emissioner från de processer där de uppstod. När det gäller avloppsslam ska det enligt Energimyndigheten (2012) antas att slammet uppstår på avloppsreningsverket.

I direktivet (EU, 2009) anges också delnormalvärden för e_{ec} för biogas från kommunalt avfall, flytande gödsel och fast gödsel, se Tabell 1.

Tabell 1: Typiska utsläpp och delnormalvärden för utvinning eller odling, ”e_{ec} i Formel 1” (g CO_{2eq}/MJ) (EU. 2009)

Produktionskedja	Typiskt utsläpp	Normalvärde
Biogas av organiskt kommunalt avfall, i form av komprimerad naturgas	0	0
Biogas från flytande gödsel, i form av komprimerad naturgas	0	0
Biogas från fast gödsel, i form av komprimerad naturgas	0	0

Avfall definieras enligt hållbarhetslagen som ”Ett ämne eller föremål som innehavaren gör sig av med eller avser eller är skyldig att göra sig av med” (SFS, 2010). Restprodukter definieras enligt samma lag som ”material som kvarstår efter en slutförd process, vars huvudsyfte inte är att producera detta material och där processen inte avsiktligt har ändrats för att producera materialet”. Utöver avfall och restprodukter ska odlingsrester som halm, bagass, skal, majskolvar och nötskal anses ha värdet noll fram till dess att de samlas in. I de fall biogasen baseras på grödor ska de emissioner som uppstår för att producera grödorna dock inkluderas i de beräknade emissionerna av växthusgaser (EU, 2009).

Det som skrivs ovan för avfall och restprodukter gäller dock inte för så kallade samprodukter som istället ska bära med sig emissioner från processen där de producerats. Energimyndigheten (2011) definierar samprodukter som ”en produkt som en process direkt producerar tillsammans med bränslet eller dess mellanprodukt, och som inte är en restprodukt eller ett avfall”.

Vid en jämförelse mellan industriella restprodukter och restprodukter från jordbruk, vattenbruk, fiske och skogsbruk gäller att för de sistnämnda är det nödvändigt att visa att markkriterierna inom hållbarhetskriterierna uppfylls. För industriella restprodukter finns inte det kravet. Exempel på avfall och restprodukter visas i Tabell 2, Tabell 3 och Tabell 4.

Tabell 2: Exempel på avfall (Energimyndigheten, 2012).

Typ av material	Råvara	Process då materialet uppkommer
Hushållsavfall	Blandat organiskt material	Hushåll mm
Avloppsslam	Blandat organiskt material	Allmänna reningsverk
Fettavskiljarslam, använda frityroljor	Vegetabiliskt och animaliskt fett	Hushåll, restauranger, storkök, mm
Otjänligt livsmedel	Livsmedel	Livsmedelsbutiker, livsmedelsindustri, mm
Slakteriavfall	Animaliskt material	Slakterier

Tabell 3: Exempel på restprodukter från jordbruk, vattenbruk, fiske och skogsbruk (Energimyndigheten, 2012).

Typ av material	Råvara	Process då materialet uppkommer
Halm	Spannmål	Skörd
Skal	Nötter, frön och frukt	Skörd, rensning
Blast och stjälkar	Sockerbetor och andra grödor	Skörd
Majskolvar	Majs	Skörd, rensning
Grenar och toppar (GROT)	Träd	Avverkning, gallring
Bark	Träd	Vid avbarkning i fält i samband med avverkning

Tabell 4: Exempel på industriella restprodukter (Energimyndigheten, 2012).

Typ av material	Råvara	Process då materialet uppkommer
Brunlut	Träd	Pappersmassatillverkning genom sulfitmetoden
Svartlut	Träd	Pappersmassatillverkning genom sulfatmetoden
Tallolja	Träd	Pappersmassatillverkning genom sulfatmetoden
Tallbeckolja	Tallolja	Raffinering av tallolja genom destillation
Sågspån, kutterspån	Träd	Tillverkning av sågade trävaror
Bark	Träd	Vid avbarkning på exempelvis ett sågverk eller ett massabruk
Fria fettsyror (Refinery Fatty Acids, Acid oils, "Soap stock")	Vegetabilisk/animalisk råolja	Bearbetning/raffinering av råolja genom destillation eller kemisk behandling
Rester från vindruvepressning	Vindruvor	Grovsortering och pressning av vindruvor vid vintillverkning
Vinjäsningsrester (drav)	Vindruvor	Bottensats från vinjäsning och rester från vinfiltrering
Rester från slakteri[1]	Animaliskt material	Slakterier
Gödsel	Djur	Mjölk- eller köttproduktion

[1] Inkluderar animaliska biprodukter som klassificeras som kategori 3-material i enlighet med förordning (EG) nr 1774/2002

När det gäller odling av grödor anger direktivet ett antal normalvärden och typiska värden för produktion av etanol, biodiesel och vegetabilisk olja. Däremot anges inte några värden för grödor vid användning till produktion av biogas (EU, 2009). Eftersom emissionerna för odling kan variera betydligt beroende på lokala förutsättningar har varje land också tagit fram regionala analyser som sedan granskats av kommissionen (EU, 2017a). För Sveriges del har beräkningarna genomförts på länsnivå (NUTS 3) och inkluderar också biogas från bland annat sockerbeta inkl. blast, majs och vall (Ahlgren et al., 2011). I HBK-verktyget har dessa värden kompletterats med olika spannmålsgrödor. I Tabell 5 redovisas exempel på emissionsfaktorer för olika grödor i olika delar av landet.

Tabell 5: Emissioner vid odling av grödor för biogas i Sverige (kg CO_2-ekv./ton TS) (Energigas, 2017a)

Region	Sockerbeta inkl. blast	Majs	Vall	Höstvete	Rågvete
Gotland	125	114	132	288	275
Halland	107	122	137	297	240
Skåne	104	104	136	278	299
Västergötland		136	136	318	285
Östergötland		145	140	291	278

3.1.2 E_l – utsläpp från förändringar av kollagret till följd av förändrad markanvändning

Om produktionen av biogas ger upphov till en direkt förändrad markanvändning och detta i sin tur ger upphov till ett förändrat kollager ska detta inkluderas i utsläppsberäkningarna. I direktivet sägs att en ändrad markanvändning ska räknas från den 1 januari 2008 eller 20 år innan råvaran skördades beroende på vilket som inträffat senast (EU, 2009).

De markkategorier som är aktuella för svensk produktion av grödor är skogsmark, gräsmark, åkermark, våtmark, bebyggelse och övrig mark (Energimyndigheten, 2012). Som åkermark räknas brukad eller brukbar mark för odling av ettåriga eller fleråriga grödor. Hit räknas till exempel salix, fruktträd och bärbuskar (Energimyndigheten, 2012). Att plantera salix på mark som tidigare användes för ettåriga grödor medför därför ingen förändrad markanvändning.

Om det är så att det uppstått en markförändring som leder till förluster av markkol måste detta beräknas och det är inte längre tillåtet att använda de normalvärden för grödor som redovisats i föregående avsnitt.

Baserat på dagens produktion av biogas i Sverige, de begränsningar som kommer att införas vad gäller biogas från grödor samt definitionen av åkermark görs dock bedömningen att svensk produktion av grödor för biogas sannolikt inte leder till en direkt förändrad markanvändning i någon större utsträckning om alls. Utsläpp från förändringar av kollagret till följd av förändrad markanvändning beaktas därför inte vidare i denna studie.

3.1.3 E_p – utsläpp från bearbetning

Utsläpp från bearbetning ska inkludera alla emissioner som uppstår vid produktion och uppgradering av biogas inklusive läckage och avfall. Här ska också inkluderas emissioner från produktion av kemikalier och andra produkter som används vid bearbetningen. Det är dock möjligt att tillämpa en begränsningsregel som innebär att utsläpp från produkter eller processer inte behöver inkluderas om de har liten eller ingen påverkan på bränslets totala utsläpp (Energimyndigheten, 2012).

Denna regel kan tillämpas om utsläppet från en produkt eller process är mindre än 0,1 gram/MJ. Om utsläppen inte är kända är det också möjligt att exkludera insatsvaror som understiger 0,005 gram/MJ eller 0,2 kJ/MJ bränsle eller 0,3 kg/ha eller 10 MJ/ha och år (Energimyndigheten, 2012).

Därutöver ska utsläpp från tillverkning av maskiner och utrustning inte heller beaktas (EU, 2009).

Enligt direktivet (EU, 2009) ska även emissionerna från produktionen av den elektricitet som används i processen inkluderas i utsläpp från bearbetning.

Såvida elektriciteten inte producerats på anläggningen ska emissionerna av växthusgaser väljas så att de motsvarar de genomsnittliga utsläppen för produktion och distribution av el i en angiven region (EU, 2009). Det är också möjligt att använda ett genomsnittsvärde från en specifik anläggning men då krävs att anläggningen inte är ansluten till elnätet. Att basera beräkningarna på en viss typ av elproduktion är alltså inte tillåtet även om producenten genom ursprungsmärkning eller liknande kan visa att den typen av elektricitet har köpts in.

I kommissionens meddelande om det praktiska genomförandet av EU:s hållbarhetssystem för biodrivmedel (EU, 2010a) anges att för anläggningar i EU bör det logiska valet vara att använda ett

genomsnittsvärde för hela EU. I Sverige ska emissionerna dock baseras på den genomsnittliga elproduktionen i Norden (2005 – 2009) med en emissionsfaktor på 34,9 gram/MJ (EU, 2012). Det finns också andra beräkningsverktyg som använder nationella faktorer, se också bilaga E.

Som alternativ till att genomföra faktiska beräkningar är det också möjligt att använda delnormalvärden, se Tabell 6, för bearbetning med avdrag för eventuella utsläppsminskningar tack vare överskottsproduktion av elektricitet vilket behandlas senare i detta kapitel.

Tabell 6: Typiska utsläpp och delnormalvärden för bearbetning, ”e_p - e_{ee} i Formel 1” (g CO_{2eq}/MJ)

Produktionskedja	Typiskt utsläpp	Normalvärde
Biogas av organiskt kommunalt avfall, i form av komprimerad naturgas	14	20
Biogas från flytande gödsel, i form av komprimerad naturgas	8	11
Biogas från fast gödsel, i form av komprimerad naturgas	8	11

3.1.4 E_{td} – utsläpp från transport och distribution

Transport och distribution ska inkludera såväl råvaror, halvfabrikat som färdig produktion. När det gäller biogas kan det till exempel handla om transport av förbehandlat matavfall till biogasanläggningen och transport av biogas till tankstation. Här görs också bedömningen att driften av tankstationen också ska inkluderas i faktorn e_{td}. Som alternativ till att beräkna de faktiska emissionerna anger direktivet också delnormalvärden för transport och distribution, se Tabell 7.

Tabell 7: Typiska utsläpp och delnormalvärden för transport och distribution ”e_{td} i Formel 1” (g CO_{2eq}/MJ)

Produktionskedja	Typiskt utsläpp	Normalvärde
Biogas av organiskt kommunalt avfall, i form av komprimerad naturgas	3	3
Biogas från flytande gödsel, i form av komprimerad naturgas	5	5
Biogas från fast gödsel, i form av komprimerad naturgas	4	4

3.1.5 E_u – utsläpp från bränsle som används

Emissioner från användningen av det aktuella biodrivmedlet ska vara noll i beräkningarna (EU, 2009).

3.1.6 E_{sca} – utsläppsminskningar genom beständig inlagring av kol i marken genom förbättrade jordbruksmetoder

I direktivet (EU, 2009) framgår att utsläppen av växthusgaser kan minskas genom att ta hänsyn till beständig inlagring av kol i marken genom förbättrade jordbruksmetoder. Ett något utförligare resonemang om dessa möjligheter återfinns i bilaga C.

3.1.7 E_{ccs} – utsläppsminskningar genom avskiljning av koldioxid och geologisk lagring

Utsläppen av koldioxid från produktionen av bränslet kan minskas med den mängd koldioxid som avskiljs och lagras geologisk. Detta gäller dock endast koldioxid med direkt koppling till extraktion, transport, bearbetning och distribution av ett bränsle. Här antas att detta inte är aktuellt för några biogasanläggningar i Sverige och möjligheten beaktas därför inte vidare.

3.1.8 E_{ccr} – utsläppsminskningar genom avskiljning av koldioxid och ersättning av koldioxid

Utsläppen av koldioxid från produktion av biogas kan också minskas med den mängd koldioxid som avskiljs och används för att ersätta annan koldioxid. Den koldioxid som avskiljs måste dock komma från biomassa och den koldioxid som ersätts måste ha fossilt ursprung och användas i kommersiella produkter och tjänster. Denna möjlighet används idag av minst en etanolproducent men sannolikt inte av några biogasanläggningar (Westerberg, 2016). Även om större biogasanläggningar eventuellt skulle kunna använda sig av den här möjligheten bedöms det dock vara av marginell betydelse för flertalet och möjligheten att avskilja och använda koldioxid beaktas därför inte vidare här.

3.1.9 E_{ee} – utsläppsminskningar genom överskottsel vid kraftvärmeproduktion

Om bränsleproduktionssystemet inkluderar produktion av kraftvärme där det uppstår ett överskott på elektricitet kan produktionen krediteras för detta överskott. Mängden överskottsel ska dock baseras på det faktiska värmebehovet för att producera biodrivmedlet. Om värme även används för andra ändamål ska produktionen av elektricitet minskas så att det motsvarar biodrivmedlets värmebehov.

Utsläppsminskningen ska därefter beräknas genom att använda de livscykelutsläpp som skulle skett om elektriciteten skulle ha producerats i ett kondenskraftverk med samma bränsle. Detta gäller dock endast om bränslet inte är en samprodukt från produktionsprocessen (EU, 2009; Energimyndigheten, 2012). Då svenska biogasanläggningar som producerar fordonsgas normalt inte producerar kraftvärme genomförs dock inte några beräkningar för internt producerad kraftvärme här.

3.2 Allokering

I de fall produktion av bränsle ger upphov till ytterligare produkter ska emissionerna av växthusgaser fördelas mellan dessa så kallade samprodukter och det producerade bränslet. Enligt EU (2009) ska denna allokering ske baserat på produkternas lägre värmevärde. Det lägre värmevärdet ska beräknas för hela samprodukten och inte bara för den torra delen. Det är inte tillåtet att fördela några emissioner till värme eftersom värme inte har ett lägre värmevärde (EU, 2010a). Samprodukter med negativt energiinnehåll ska anses ha energiinnehållet noll i dessa beräkningar (EU, 2009).

Emissionerna som ska allokeras baserat på värmevärde ska omfatta alla processteg fram till att samprodukten bildats. För efterföljande steg som kan kopplas enbart till det producerade bränslet eller samprodukten sker dock ingen allokering.

De flöden som skulle kunna vara aktuella för allokering vid anaerob produktion av biogas är rötresten som produceras i biogasanläggningen, koldioxid som avskiljs i uppgraderingsanläggningen samt överskott på värme som eventuellt skulle kunna nyttiggöras utanför biogasanläggningen eller uppgraderingsanläggningen.

Som beskrivits ovan är det dock inte tillåtet att allokera emissioner till värme. När det gäller koldioxid har denna inte heller något värmevärde vilket innebär att det inte går att allokera emissioner till koldioxidflöden. Som beskrivits tidigare tar direktivet dock specifikt upp möjligheten till att, i vissa fall, ändå inkludera nyttiggjorda koldioxidflöden i beräkningarna.

Den rötrest som produceras på biogasanläggningar innehåller en del torrsubstans som har ett värmevärde. Beroende på torrsubstansens värmevärde krävs det dock att rötresten innehåller cirka 10 – 20 % torrsubstans för att rötresten ska ha ett positivt värmevärde, se också bilaga B. I normalfallet hanteras dock rötresten flytande och innehåller mer än 90 % vatten och därmed är det inte möjligt att allokera några emissioner dit.

4. Redovisning av utsläppsreduktion

De aktörerna som är rapporteringsskyldiga, vilket i Sverige primärt är de som är skattskyldiga för bränslen, ska visa för medlemsstaten att hållbarhetskriterierna är uppfyllda (EU, 2010; Energimyndigheten, 2012). Enligt EU (2010) kan detta ske på tre olika sätt.

1. ”Genom att förse relevant nationell myndighet med uppgifter, i enlighet med de krav som medlemsstaten har fastställt (ett ”nationellt system”).

2. Genom att använda ett ”frivilligt system” som kommissionen har erkänt för detta ändamål.

3. I enlighet med villkoren i bilaterala eller multilaterala avtal som EU har ingått med tredjeländer och som kommissionen har erkänt för detta ändamål”.

För biogas antas att det primärt är alternativ 1 och 2 som är aktuella. Bilaterala och multilaterala avtal berörs därför inte vidare här.

4.1 Nationella system

I Sverige har biogasbranschen genom Avfall Sverige, Energigas Sverige och Svenskt Vatten tagit fram ett beräkningsverktyg ”HBK-Biogasredovisning” samt ett förslag till kontrollsystem som ska fungera som ett hjälpmedel för företag som är verksamma inom produktion, uppgradering och distribution av biogas (Energigas, 2017a). Dessa hjälpmedel har tagits fram baserat på svensk lagstiftning, Energimyndighetens föreskrifter och vägledning och antas uppfylla kraven på ett nationellt system.

I kapitel 6 genomförs därför beräkningar bland annat baserat på den metod som beskrivs i detta HBK-verktyg med tillhörande instruktioner (Energigas, 2017b,c).

4.2 Erkända frivilliga system

I januari 2017 var 15 stycken frivilliga system godkända av kommissionen (EU, 2017b). Vissa fokuserar på specifika drivmedel eller regioner och andra är mer generella. Ett exempel är BioGrace som togs fram år 2010 – 2012 i syfte att harmonisera de europeiska beräkningarna av emissioner av växthusgaser från biodrivmedel (BioGrace, 2017). Beräkningsmetodiken i BioGrace följer den metod som användes för att beräkna typiska värden och normalvärdena i direktivet om förnybara energikällor (Fehrenbach, 2017).

Då de frivilliga system är godkända av EU innebär det att Energimyndigheten inte kan ha några synpunkter på beräkningar som genomförs enligt dessa även om metoden inte följer de svenska föreskrifterna. Ett exempel på detta är att Biograce (2015a,b) använder nationella emissionsfaktorer för elektricitet samtidigt som Energimyndigheten anger att nordisk elmix ska användas, se också bilaga E. I vissa fall använder BioGrace också andra systemgränser än vad som implementerats i HBK-verktyget, se också bilaga A. Dessa skillnader tydliggörs i de exempelberäkningar som presenteras i kapitel 6.

5. Hållbar biogas i Sverige

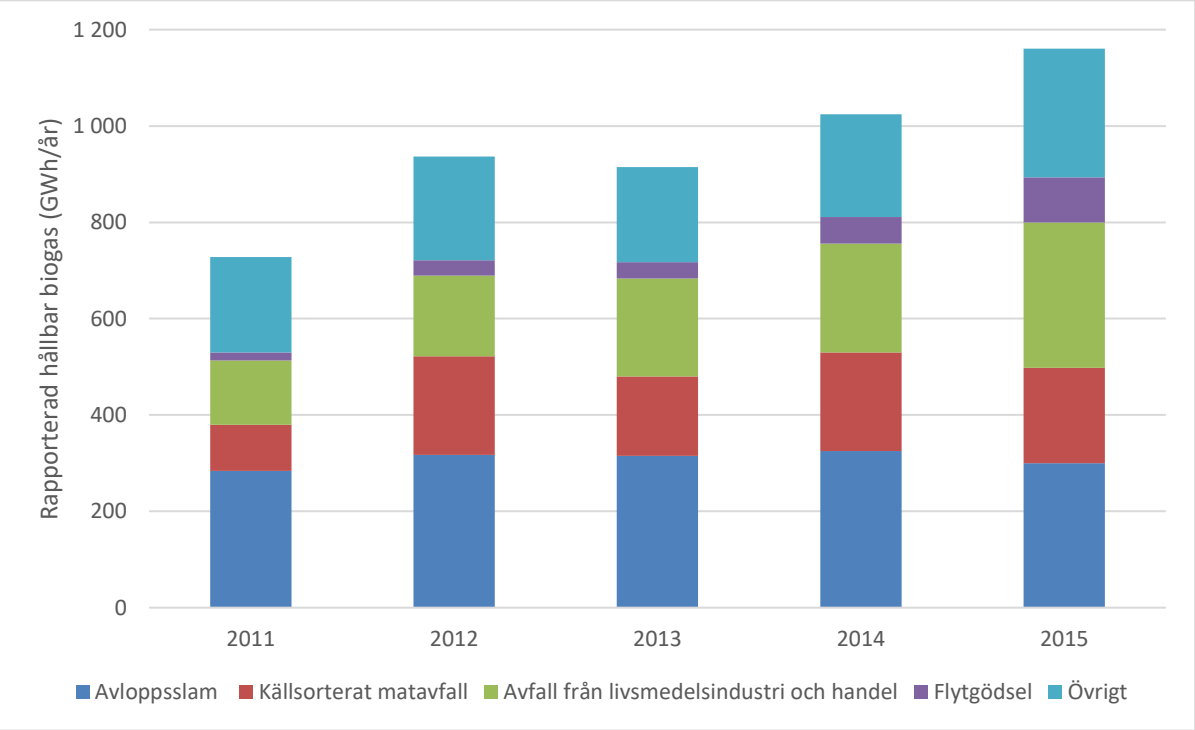
I Sverige användes 92,6 TWh drivmedel år 2015 varav knappt 15 % bestod av så kallade biokomponenter (Energimyndigheten, 2016a). Leveranserna av fordonsgas (biogas och naturgas) motsvarade under samma period närmare 1,5 TWh eller 1,7 % av den totala mängden drivmedel.

I följande avsnitt redovisas statistik över nuvarande produktion av hållbar biogas, vilka råvaror som används, hur stor utsläppsminskning som uppnås och hur denna beräknats.

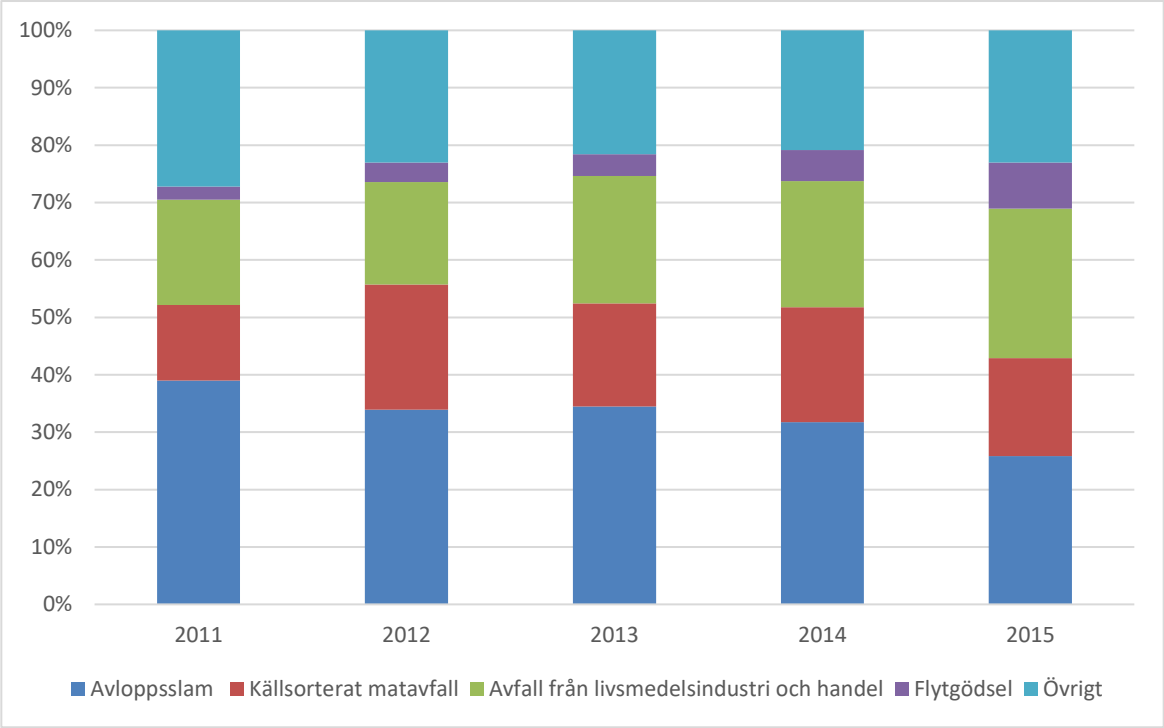
5.1 Rapporterad mängd biogas från olika råvaror

Den rapporterade mängden hållbar biogas uppgick år 2015 till 1,16 TWh vilket är en ökning med närmare 60 % jämfört med år 2011, se Figur 1. De volymmässigt viktigaste råvarorna är avloppsslam, källsorterat hushållsavfall, avfall från livsmedelsindustrier och handel samt flytgödsel som år 2015 svarar för 26 %, 17 %, 26 % respektive 8 % av den totala biogasproduktionen, se också Figur 1. Avloppsslam är fortfarande den enskilt största råvarukategorin även om dess betydelse har minskar från cirka 40 % år 2011 till 26 % år 2015.

Övriga råvaror svarar tillsammans för drygt 20 % av biogasproduktionen och består bland annat av övriga industriavfall, majs, fettavskiljarslam, vall och glycerol.



Figur 1: Rapporterad mängd hållbar biogas år 2011 till 2015 (Westerberg, 2016).



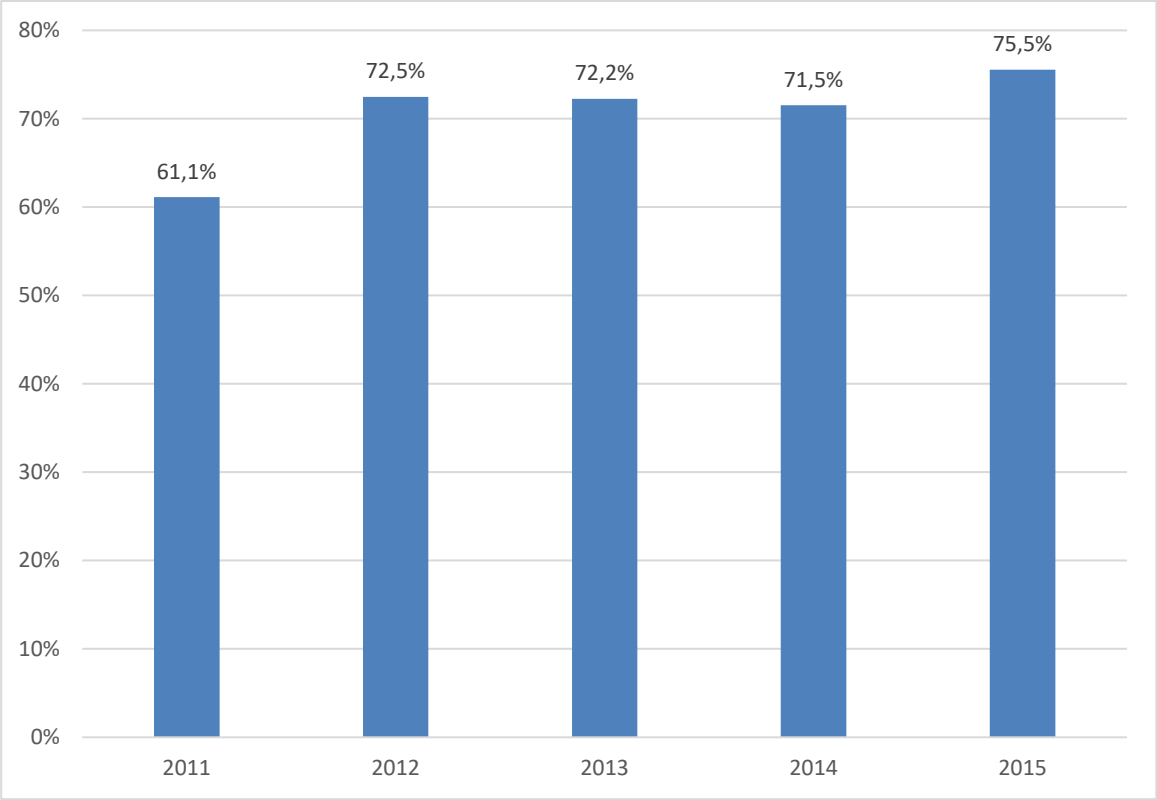
Figur 2: Olika råvarors bidrag till produktion av hållbar biogas år 2011 till 2015 (Westerberg, 2016).

5.2 Utsläppsreduktion

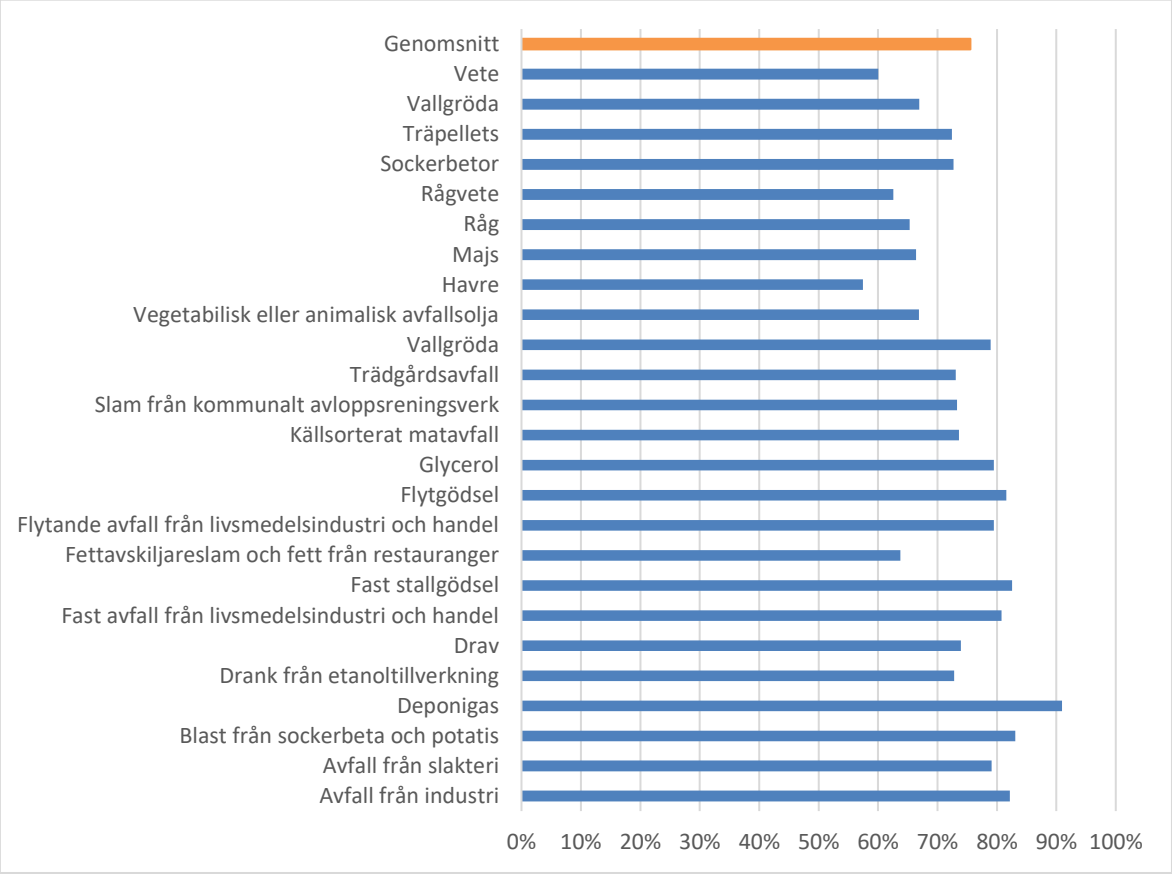
Den rapporterade utsläppsreduktionen för all biogasproduktion uppgick år 2015 till 75,5 % vilket är den högsta utsläppsreduktionen sedan systemet med hållbarhetskriterier infördes, se också Figur 3.

I Figur 4 redovisas också den rapporterade utsläppsminskningen för de råvaror som använts 2015. Där framgår att samtliga råvaror klarar kravet på 50 % utsläppsreduktion och att alla utom havre också klarar gränsen på 60 %.

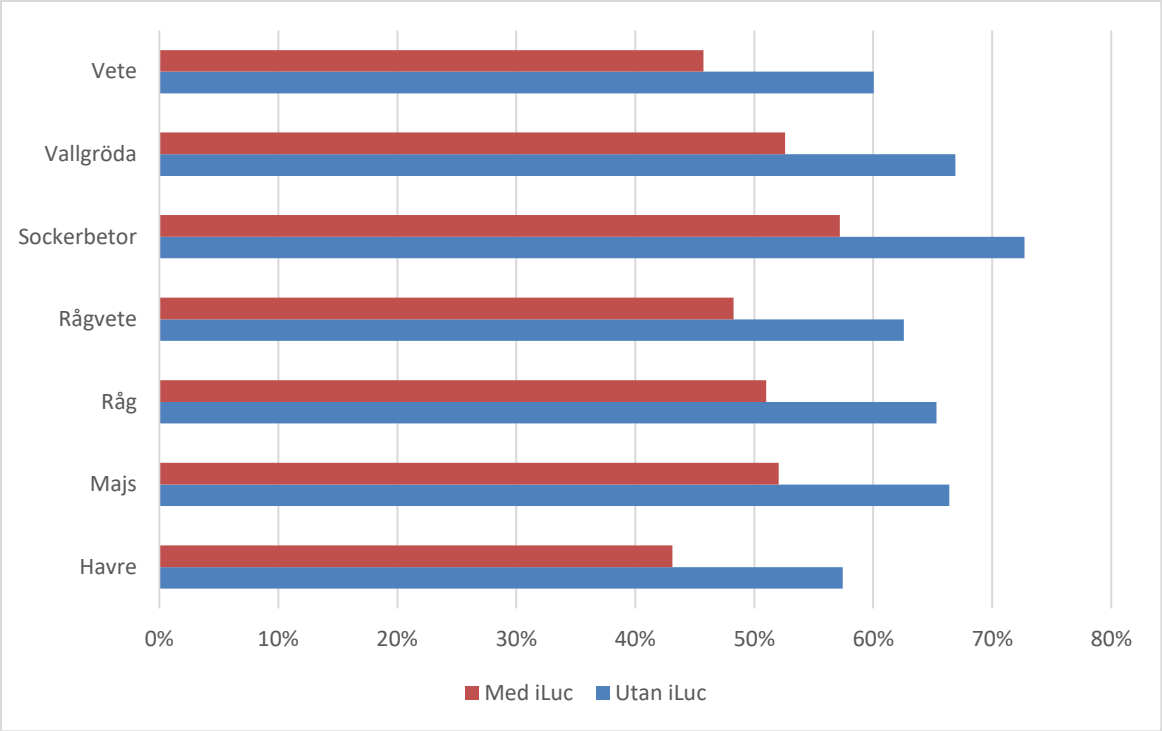
I Figur 5 visas också den här beräknade utsläppsreduktionen om rapporterade värden kombineras med de preliminära iLuc-faktorer som anges i EU (2015). Där framgår att biogas från majs, råg och sockerbetor skulle klara en utsläppsreduktion på 50 % om dagens rapporterade värden kombineras med de som föreslås i EU (2015). Befintliga anläggningar bör därför även fortsättningsvis kunna använda dessa grödor sett till kraven på utsläppsreduktion. Nya anläggningar, där gränsen går vid 60 % från och med år 2018, kommer dock inte att klara reduktionskravet utan att genomföra några förändringar.



Figur 3: Genomsnittlig rapporterad utsläppsreduktion för biogas (Westerberg, 2016)



Figur 4: Rapporterad utsläppsreduktion per råvara år 2015 (Westerberg, 2016).



Figur 5: Utsläppsreduktion år 2015 (Westerberg, 2106) med och utan föreslagen iLuc-faktor i EU (2015).

5.3 Metod för rapporterad utsläppsreduktion

Som beskrivits tidigare ska de aktörer som producerar biodrivmedel och som önskar visa att biodrivmedlet i fråga är hållbart bland annat visa att användningen av biodrivmedlet reducerar emissionerna av växthusgaser i en viss utsträckning. Detta kan ske genom faktiska beräkningar, enligt den metod som beskrivs i kapitel 4, eller i vissa fall genom att använda så kallade normalvärden. Detta är värden som anges i direktivet (EU, 2009) för olika typer av produktionskedjor för biodrivmedel. Syftet med normalvärdena är att minska den administrativa bördan för aktörerna. I direktivet anges också vad som anses vara typisk reduktion av växthusgaser för dessa produktionskedjor. För att göra det osannolikt att normalvärdena ger en bättre bild av utsläppsreduktionen än de faktiska emissionerna är dessa försiktigt satta (EU, 2010). Aktörer som genomför egna beräkningar bör därför rimligen få en högre utsläppsreduktion. Normalvärden som är tillgängliga för biogassystem i Sverige redovisas i Tabell 8. För delnormalvärden, se kapitel 3.

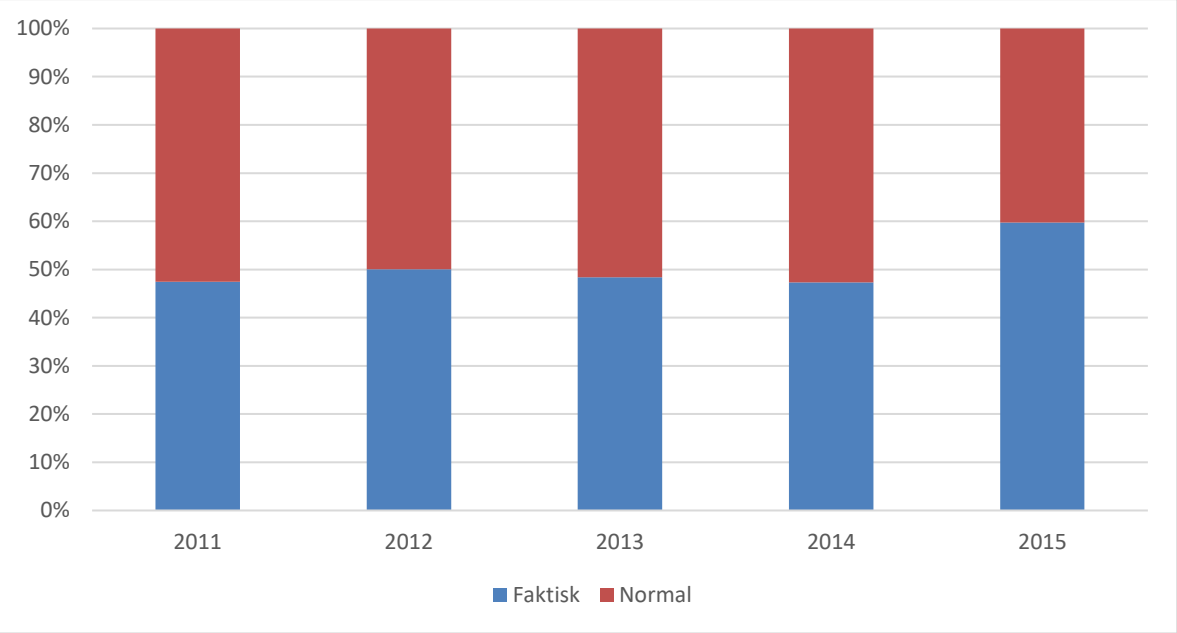
Tabell 8: Normalvärden för utsläppsreduktion för olika biogaskedjor (EU, 2009)

Produktionskedja	Typisk utsläppsreduktion	Normalvärde för utsläppsreduktion
Biogas av organiskt kommunalt avfall, i form av komprimerad gas	80 %	73 %
Biogas från flytande gödsel, i form av komprimerad gas	84 %	81 %
Biogas från fast gödsel, i form av komprimerad gas	86 %	82 %
Biogas från avloppsslam, i form av komprimerad gas[1]		73 %

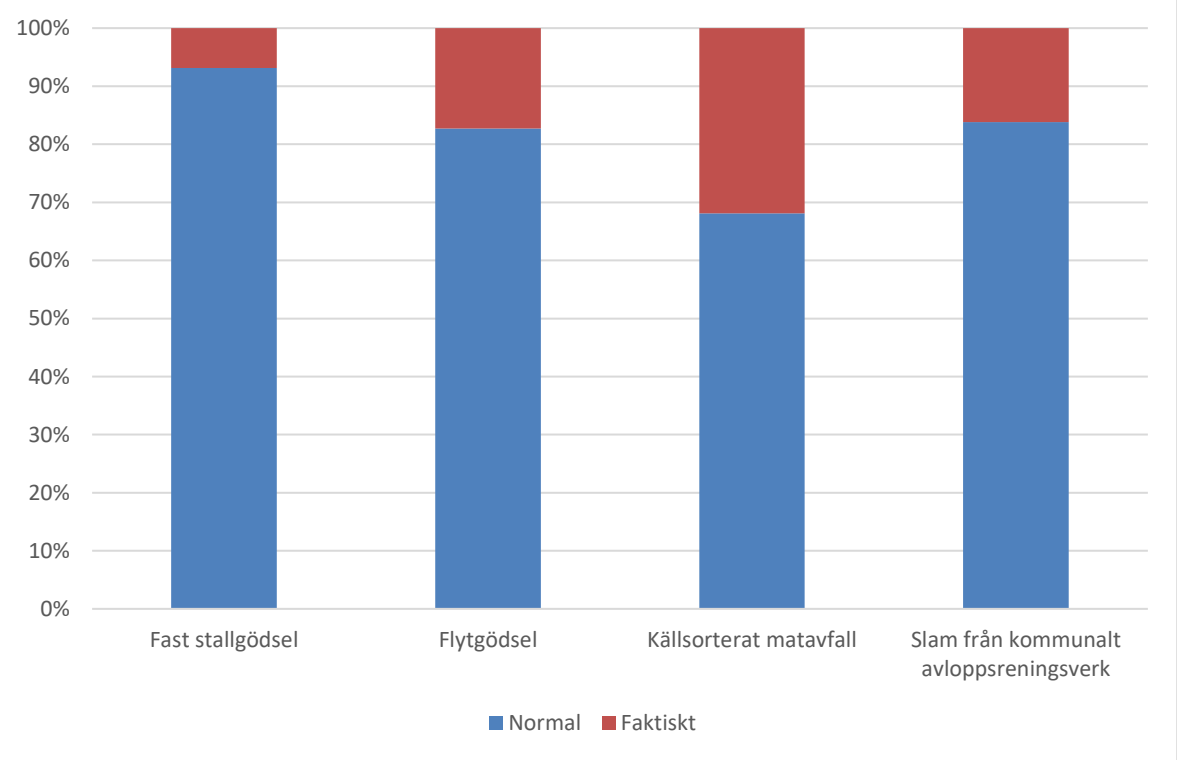
[1] I direktivet (EU, 2009) anges inga normalvärden för biogas från avloppsslam. Energimyndigheten (2012) anger dock att i Sverige kan samma normalvärde som för hushållsavfall användas.

År 2015 användes normalvärden för cirka 40 % av den rapporterade biogasproduktionen vilket är en ökning jämfört med tidigare år, se Figur 6.

För de råvarukategorier där det är möjligt att använda normalvärden kan det dock konstateras att en stor andel fortfarande baseras på normalvärden. För biogas från avloppsslam och källsorterat matavfall baseras exempelvis närmare 80 % av den rapporterade mängden på normalvärden. Då dessa råvaror står för över 40 % av den totala mängden biogas får detta också stort genomslag på den genomsnittliga utsläppsreduktionen.



Figur 6: Användning av faktisk utsläppsreduktion vs normalvärden år 2011 – 2015 (Westerberg, 2016).



Figur 7: Användning av faktisk utsläppsreduktion vs normalvärden år 2015 (Westerberg, 2016).

6. Beräkningsexempel

Som beskrivits tidigare anger EU (2009) hur utsläppen av växthusgaser ska beräknas för att en producent av biodrivmedel ska visa att hållbarhetskriterierna uppfylls. Direktivet lämnar dock en del utrymme för tolkningar och olika tillämpningar. Energimyndighetens vägledning och föreskrifter anger också en metod som också implementerats i HBK-verktyget som används av den svenska biogasbranschen. Denna överensstämmer dock inte i alla lägen med den metod som till exempel används i beräkningsverktyget BioGrace (2015c). För att visa hur valet av indata och metod påverkar resultatet presenteras här några exempel där emissionerna av växthusgaser beräknats med nuvarande version av HBK-verktyget (Energigas, 2017a) samt med alternativa indata och systemgränser.

I samtliga beräkningar antas att biogasen uppgraderas med en vattenskrubber och att den distribueras via gasledning till tankstation. När det gäller metanläckage baseras beräkningarna på de defaultvärden som anges i HBK-verktyget vilket innebär att många anläggningar som själva mäter metanläckaget sannolikt uppvisar ett lägre värde. Effekten av att reducera läckaget från 2 % till 0,2 % från uppgraderingsanläggningen visas dock i känslighetsanalysen.

Emissionerna från användningen av elektricitet sätts till 34,9 gram CO_2-ekv./MJ elektricitet för nordisk elmix och 6 gram/MJ för svensk elmix. För processvärme sätts motsvarande emissionsfaktorer till 2,5 gram/MJ för förnybar värme (från flis) och 76,4 gram/MJ för fossil (naturgas). Se också bilaga E för ett utförligare resonemang.

6.1 Biogas från avloppsslam

När det gäller biogas från avloppsslam finns det inte några normalvärden i direktivet (EU, 2009) och det finns inte heller några beräkningar i BioGrace (2015c). Energimyndigheten (2012) anger dock att för svenskt vidkommande är det möjligt att använda samma normalvärden som för biogas från matavfall.

Som jämförelse med att använda dessa normalvärden beräknas här vilken utsläppsreduktion som skulle bli fallet om avloppsreningsverken istället genomförde faktiska beräkningar. Då varje reningsverk har sina förutsättningar ska detta dock endast ses som exempel och resultaten kan variera mellan olika anläggningar.

Inledningsvis redovisas resultatet om beräkningarna följer den aktuella vägledningen för HBK-verktyget (Energigas, 2017b) med nordisk elmix och fossil respektive förnybar processvärme. När det gäller råvaran säger Energimyndigheten (2012) att slammet ska ses som ett avfall som uppstår på avloppsreningsverket. Här antas därför att förtjockning av slam inte ingår i biogassystemet och systemgränsen sätts där slammet pumpas in i rötkammaren. Baserat på Energigas (2017b) sätts den nedre systemgränsen så att all rötresthantering på avloppsreningsverket inkluderas men inte vidare transport och hantering.

Därutöver redovisas beräkningar för två alternativa systemgränser. Dels ett alternativ där det rötade slammet ses som en samprodukt till biogasproduktionen. Därmed belastas biogassystemet inte med några emissioner från slamhanteringen efter rötkammaren. Här sätts därför systemgränsen där det rötade slammet lämnar systemet med biogasuppsamling.

I det andra alternativet ses biogas från rening av avloppsvatten som en restprodukt och därmed inkluderas vare sig biogasproduktion eller efterföljande slamhantering. Motiveringen till denna systemgräns är att de flesta större reningsverk producerar biogas sedan många år tillbaka i syfte att minska mängden slam och förbättra slammets hygieniska egenskaper och möjligheter till avvattning. Biogasproduktionen skulle därför kunna ses som en integrerad del av behandlingen av avloppsvatten och bör därmed inte belasta biogassystemet som sådant. För ett utförligare resonemang, se bilaga A.

Resultatet från dessa exempelberäkningar redovisas i Tabell 9.

Sammanfattningsvis kan det konstateras att de systemgränser som används i HBK-verktyget tillsammans med antagandena om nordisk elmix och förnybar processvärme ger en beräknad utsläppsreduktion på cirka 70 %. Detta under förutsättning att beräkningarna baseras på de deafaultvärden för metanläckage som presenteras i bilaga D.

Givet de antaganden som gjorts i övrigt måste anläggningen ha ett totalt metanläckage under 3,4 % för att det ska vara mer fördelaktigt att göra egna beräkningar jämfört med att använda normalvärdena.

Ett lägre läckage i kombination med förnybar processvärme kan dock leda till en betydligt högre reduktion av växthusgaser än normalvärdet på 73 %.

Detta skulle till exempel kunna uppnås genom att installera en RTO (Regenerativ Termisk Oxidering) för att oxidera metanslipp, använda en annan uppgraderingsteknik än vattenskrubber eller vidta åtgärder för att minska läckaget från hanteringen av det rötade slammet. Skulle det vara tillåtet att använda svensk elmix i beräkningarna är det dock mer fördelaktigt att göra egna beräkningar även vid ett metanläckage på 4,6 %.

De stora förändringarna uppstår dock om beräkningarna baseras på alternativa systemgränser. Att se det rötade slammet som en samprodukt skulle till exempel öka reduktionen till 77 – 84 % beroende på elmix förutsatt att värmen är förnybar. Kombineras denna systemgräns med åtgärder för att minska läckaget av metan från uppgraderingen med en RTO eller motsvarande blir reduktionen istället 87 – 94 %.

Om biogasproduktionen slutligen ses som en restprodukt från rening av avloppsvatten kan reduktionen bli 85 – 88 % med konventionell vattenskrubber och 95 – 98 % om denna utrustas med en RTO alternativt om uppgraderingen sker med annan teknik.

Läsaren bör observera att dessa beräkningar och resonemang bygger på de antaganden som biogasutbyten och behov av processenergi som redovisas i Tabell 9. För anläggningar med andra förutsättningar kommer resultatet bli annorlunda.

Observera också att resultatet påverkas i mycket hög grad av hur mycket biogas som kan produceras från slammet. Ett ökat biogasutbyte minskar emissionerna från biogasproduktionen och rötresthanteringen i motsvarande utsträckning förutsatt att övriga parametrar är oförändrade.

Tabell 9: Beräknad utsläppsreduktion för biogas från avloppsslam beroende på val av indata och metod

	Indata	gram CO_2-ekv./MJ[8]					
		HBK	HBK	Rötrest som samprodukt		Biogas som restprodukt	
		Nordisk elmix	Svensk elmix	Nordisk elmix	Svensk elmix	Nordisk elmix	Svensk elmix
Biogasproduktion							
- Elektricitet[1]	36 MJ/ton vv	4,1	0,7	4,1	0,7		
- Värme[2]	54 MJ/ton vv	0,4 – 13,4	0,4 – 13,4	0,4 – 13,4	0,4 – 13,4		
- Metanläckage[3]	0,5 %	2,4	2,4	2,4	2,4		
Rötresthantering							
- Elektricitet[4]	3,6 MJ/ton vv	0,4	0,1				
- Metanläckage[3]	1,4 %	6,3	6,3				
Uppgradering							
- Elektricitet[5]	0,9 MJ/m^3 biogas	1,5	0,3	1,5	0,3	1,5	0,3
- Metanläckage[3]	2,0 %	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2
Distribution i gasledning							
- Elektricitet[6]	1,1 MJ/m^3	1,1	0,2	1,1	0,2	0,2	0,2
- Metanläckage[3]	0,1 %	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Utsläpp av växthusgaser		25,9 – 38,8	20,1 – 33,0	19,2 – 32,1	13,7 – 26,6	12,2	10,1
Reduktion		69 – 54 %	76 – 61 %	77 – 62 %	84 – 68 %	85 %	88 %
Normalvärde		73 %	73 %	73 %	73 %	73 %	73 %
Acceptabelt metanläckage för normalvärde		3,4 – 0,6 %	4,6 – 1,8 %	4,8 – 2,0 %	6,0 – 3,2 %	6,3 %	6,8 %
Utsläpp av växthusgaser med RTO[7]		17,6 – 30,5	11,8 – 24,7	10,9 – 23,8	5,4 – 18,3	4,0	1,8
Reduktion med RTO		79 – 64 %	86 – 71 %	87 – 72 %	94 – 78 %	95 %	98 %

1. Antar 10 kWh/ton baserat på schablon för flytgödselrötning (Lantz och Björnsson, 2016)
2. Antar 15 kWh/ton inklusive värmeväxling (Lantz, 2007)
3. Se bilaga D
4. Antar 1 kWh/ton våtvikt (Lantz, 2007)
5. Antar 0,25 kWh/m^3 (Börjesson et al., 2016)
6. Antar 0,3 kWh/m^3 (Börjesson et al., 2016)
7. Antar att metanläckaget från uppgradering uppgår till 0,2 % med RTO (Energigas, 2017a)
8. Biogasutbytet sätts till 1 950 kWh/ton TS vilket motsvarar 7 020 MJ/ton TS (Björnsson et al. 2011)

6.2 Biogas från matavfall

För biogas från matavfall finns det normalvärden i direktivet (EU, 2009) och det finns också beräkningar i BioGrace (2015c). Precis som tidigare redovisas här exempelberäkningar för att jämföra dessa normalvärden med faktiska beräkningar.

Inledningsvis redovisas resultatet om beräkningarna följer den aktuella vägledningen för HBK-verktyget (Energigas, 2017b) med nordisk elmix och fossil respektive förnybar processvärme. När det gäller råvaran antas att avfallet uppkommer i hushållen och därmed inkluderas insamling, transport till förbehandlingsanläggning, förbehandling och vidare produktion av biogas. Det antas dock att biogasproduktionen sker på samma plats som förbehandlingen och ingen ytterligare transport av slurry är inkluderad i beräkningarna. Baserat på vägledningen för HBK-kriterierna sätts den nedre systemgränsen så att all rötresthantering inne på biogasanläggningen inkluderas men inte vidare transport och hantering. Dessutom redovisas motsvarande beräkningar med svensk elmix istället för nordisk elmix.

Om metanläckaget sätts till totalt 3,7 %, vilket är defaultvärdena i HBK-verktyget, uppgår den beräknade utsläppsreduktionen till 70 % med förnybar processvärme, se Tabell 10. Under dessa förutsättningar skulle det därmed vara bättre att använda det tillåtna normalvärdet. Det räcker dock att metanläckaget är mindre än 3,3 % för att egna beräkningar ska vara mer fördelaktiga.

Läsaren bör också observera att i dessa beräkningar har det inte allokerats några emissioner till det rejekt som uppstår vid förbehandlingen av matavfallet och som sannolikt går till förbränning. Om en sådan allokering genomfördes skulle emissionerna från insamling och förbehandling minska.

Utöver ovanstående visas också den beräknade utsläppsreduktionen vid två alternativa systemgränser. Dels ett alternativ där insamlingen av matavfall inte inkluderas, vilket baseras på metoden i BioGrace (2015c). Dessutom redovisas effekterna av att biogödseln ses som en samprodukt vilket innebär att det inte inkluderas några emissioner från denna inne på biogasanläggningen.

Sammantaget innebär dessa systemgränser att den beräknade utsläppsreduktionen ökar till 77 % respektive 82 % med ett totalt metanläckage på 3,7 %.

Om läckaget från uppgraderingsanläggningen skulle sänkas från de 2 % som antagits här till 0,2 %, till exempel genom att byta teknik eller installera en RTO, skulle den beräknade reduktionen istället uppgå till 80 % - 91 % beroende på systemgränser och förutsatt att processvärmen är förnybar.

Slutligen kan det också konstateras att huruvida emissionsfaktorn för elektricitet baseras på nordisk eller svensk elmix påverkar resultatet med cirka 4 procentenheter. Därmed har det nästan lika stor betydelse som huruvida rötresten ses som en samprodukt eller inte.

Därutöver påverkas resultatet i hög grad av vilket biogasutbyte som uppnås där ett högt utbyte reducerar emissionerna i motsvarande grad.

Tabell 10: Beräknad utsläppsreduktion för biogas från matavfall beroende på val av indata och metod

	Indata	gram CO_2-ekv./MJ[10]					
		HBK	HBK	Rötrest som samprodukt		Rötrest som samprodukt exkl. insamling	
		Nordisk elmix	Svensk elmix	Nordisk elmix	Svensk elmix	Nordisk elmix	Svensk elmix
Insamling av matavfall[1]	190 MJ/ton matavfall	4,2	4,2	4,2	4,2		
Förbehandling av matavfall[2]	58 MJ/ton matavfall	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1
Biogasproduktion[3]							
- Elektricitet[4]	43 MJ/ton slurry	0,6	0,1	0,6	0,1	0,6	0,1
- Värme[5]	126 MJ/ton slurry	0,1 – 3,8	0,1 –3,8	0,1 – 3,8	0,1 –3,8	0,1 – 3,8	0,1 –3,8
- Metanläckage[6]	0,4 %	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Rötresthantering							
- Metanläckage[6]	1,2 %	5,4	5,4				
Uppgradering							
- Elektricitet[7]	0,9 MJ/m^3	1,5	0,3	1,5	0,3	1,5	0,3
- Metanläckage[6]	2,0 %	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2
Distribution i gasledning							
- Elektricitet[8]	1,1 MJ/m^3	1,1	0,2	1,1	0,2	0,2	0,2
- Metanläckage[6]	0,1 %	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Utsläpp av växthusgaser		25,0 – 28,7	21,9 – 25,6	19,6 – 23,3	16,6 – 20,2	15,5 – 18,6	12,4 – 16,1
Reduktion		70 – 66 %	74 – 69 %	77 – 72 %	80 – 76 %	82 – 78 %	85 – 81 %
Normalvärde		73 %	73 %	73 %	73 %	73 %	73 %
Acceptabelt metanläckage för normalvärde		3,3 – 2,5 %	3,9 – 3,1 %	4,4 – 3,6 %	5,1 – 4,3 %	5,3 – 4,6 %	6,0 – 5,2 %
Utsläpp av växthusgaser med RTO[9]		16,7 – 20,4	13,7 – 17,3	11,4 – 15,0	8,3 – 12,0	7,2 – 10,4	4,1 – 7,8
Reduktion med RTO		80 – 76 %	84 – 79 %	86 – 82 %	90 – 86 %	91 – 88 %	95 – 91 %

1. Antar 2/3 insamling i tätort och 1/3 på landsbygd (se bilaga F).
2. Antar ett elbehov på 16 kWh/ton matavfall (Carlsson et al., 2013).
3. Antar att 1 ton matavfall ger 1,5 ton slurry efter förbehandling (Bohn et al., 2010).
4. Antar 12 kWh/ton baserat på angiven förbrukning för samrötningsanläggning i Lantz och Björnsson (2016).
5. Antar 35 kWh/ton baserat på angiven schablon för samrötningsanläggning Lantz och Björnsson (2016). Intervallet avses förnybar respektive fossil värme, se bilaga E.
6. Se bilaga D
7. Antar 0,25 kWh/m^3 (Börjesson et al., 2016)
8. Antar 0,3 kWh/m^3 (Börjesson et al., 2016)
9. Antar att metanläckaget från uppgradering uppgår till 0,2 % med RTO (Energigas, 2017a)
10. Biogasutbytet sätts till 2 548 MJ/ton våtvikt (Bohn et al., 2010)

6.3 Biogas från flytgödsel

För biogas från flytgödsel finns det normalvärden i direktivet (EU, 2009) och det finns också beräkningar i BioGrace (2015c). Precis som tidigare redovisas här exempelberäkningar för att jämföra dessa normalvärden med faktiska beräkningar.

Inledningsvis redovisas resultatet om beräkningarna följer den aktuella vägledningen för HBK-verktyget (Energigas, 2017b) med nordisk elmix och fossil respektive förnybar processvärme. När det gäller råvaran antas att gödseln uppkommer ute på respektive gård. Eftersom den inte är ett avfall som behöver transporteras bort från gården för vidare behandling inkluderas transporten av gödseln till en större samrötningsanläggning. Detta stämmer också med metoden i Biograce (2015c). Baserat på vägledningen för hållbarhetskriterier sätts den nedre systemgränsen så att all rötresthantering inne på biogasanläggningen inkluderas men inte vidare transport och hantering. Dessutom redovisas motsvarande beräkningar med svensk elmix istället för nordisk elmix.

Baserat på dessa antaganden uppgår den beräknade utsläppsreduktionen till 71 % om metanläckaget sätts till 3,7 % baserar på defaultvärdet i HBK-verktyget och anläggningen använder förnybar processvärme. Om uppgraderingsanläggningen dessutom utrustas med RTO ökar reduktionen till 81 % vilket är i nivå med nuvarande normalvärde. Om övriga antaganden stämmer innebär det att biogasproducenten kan använda normalvärdena även om anläggningen är utrustad med RTO eller har en annan uppgraderingsteknik.

Därutöver redovisas en alternativ systemgräns där rötresten ses som en samprodukt vilket innebär att det antagna metanläckaget sjunker från 3,7 % till 2,5 %. Med dessa förutsättningar blir den beräknade utsläppsreduktionen 77 %. Om uppgraderingsanläggningen dessutom utrustas med en RTO ökar reduktionen till 87 %. Skulle det dessutom vara möjligt att använda svensk elmix ökar reduktionen ytterligare. Ytterligare en möjlighet till att sänka utsläppen, som inte visas här, är att använda förnybara drivmedel för transport av gödsel.

Sammanfattningsvis kan det konstateras att även flytgödselbaserade biogassystem måste uppvisa relativt låga metanemissioner för att egna beräkningar ska resultera i en högre utsläppsreduktion än de angivna normalvärdena. Skulle rötresten ses som en samprodukt ökar dock reduktionen betydligt. Det bör också påpekas att flytgödsel, precis som avloppsslam, har ett relativt lågt biogasutbyte per ton våtvikt vilket gör att användningen av processenergi får stor betydelse. En anläggning som använder fossil processvärme kommer till exempel uppvisa en låg beräknad utsläppsreduktion.

Precis som för övriga substrat påverkas resultatet också av vilket biogasutbyte som kan förväntas. För gödsel påverkas utbytet dels i stor utsträckning av vilken typ av gödsel som avses och andelen organiskt material i denna. Det bör också observeras att de flesta biogasanläggningar kompletterar gödsel med andra råvaror för att öka biogasproduktionen vilket också påverkar emissionerna av växthusgaser.

Tabell 11: Beräknad utsläppsreduktion för biogas från gödsel beroende på val av indata och metod

	Indata	gram CO_2-ekv./MJ[8]			
		HBK	HBK	Rötrest som samprodukt	
		Nordisk elmix	Svensk elmix	Nordisk elmix	Svensk elmix
Transport av gödsel[1]	8,6 MJ/ton vv	1,5	1,5	1,5	1,5
Biogasproduktion					
- Elektricitet[2]	36 MJ/ton vv	2,7	0,5	2,7	0,5
- Värme[3]	126 MJ/ton vv	0,7 – 20,7	0,7 – 20,7	0,7 – 20,7	0,7 – 20,7
- Metanläckage[4]	0,4 %	2,0	2,0	2,0	2,0
Rötresthantering					
- Metanläckage[4]	1,2 %	5,4	5,4		
Uppgradering					
- Elektricitet[5]	0,9 MJ/m^3	1,5	0,3	1,5	0,3
- Metanläckage[4]	2,0 %	9,2	9,2	9,2	9,2
Distribution i gasledning					
- Elektricitet[6]	1,1 MJ/m^3	1,1	0,2	1,1	0,2
- Metanläckage[4]	0,1 %	0,5	0,5	0,5	0,5
Utsläpp av växthusgaser		24,5 – 44,5	20,1 – 40,2	19,2 – 39,2	14,8 – 34,8
Reduktion		71 – 47 %	76 – 52 %	77 – 53 %	82 – 58 %
Normalvärde		81 %	81 %	81 %	81 %
Acceptabelt metanläckage för normalvärde		1,8 – …%	2,8 – … %	3,0 – … %	3,9 – … %
Utsläpp av växthusgaser med RTO[7]		16,2 – 36,2	11,9 – 31,9	10,9 – 30,9	6,5 – 26,5
Reduktion med RTO		81 – 57 %	86 – 62 %	87 – 63 %	92 – 68 %

1. Antar 0,57 MJ/ton och km (Energigas, 2017a) och ett transportavstånd på 15 km enkel väg. Returtransporten inkluderas i rötresten och belastar inte biogassystemet.
2. Antar 10 kWh/ton (Lantz och Björnsson, 2016)
3. Antar 35 kWh/ton inklusive värmeväxling (Lantz och Björnsson, 2017)
4. Se bilaga D
5. Antar 0,25 kWh/m^3 (Börjesson et al., 2016)
6. Antar 0,3 kWh/m^3 (Börjesson et al., 2016)
7. Antar att metanläckaget från uppgradering uppgår till 0,2 % med RTO (Energigas, 2017a)
8. Biogasutbytet sätts till 465 MJ/ton våtvikt (Lantz och Björnsson, 2016)

6.4 Biogas från grödor

För biogas från grödor finns det inga normalvärden angivna i direktivet (EU, 2009). Som beskrivs i kapitel 4 har dock Ahlgren et al. (2011) beräknat emissionsfaktorer för odling av biogasgrödor i Sverige.

Här redovisas ett exempel för produktion av biogas från majs där beräkningarna följer den aktuella vägledningen för HBK-verktyget (Energigas, 2017b) med nordisk elmix och fossil respektive förnybar processvärme. Dessutom visas hur resultatet påverkas av att använda svensk elmix istället för nordisk. Därutöver visas effekterna av att tillämpa en alternativ systemgräns där rötresten ses som en samprodukt till biogasproduktionen.

Slutligen visas hur den beräknade utsläppsreduktionen skulle kunna förändras om biogasproducenten kan visa på en beständig inlagring av kol i marken genom att gödsla majsen med rötrest istället för mineralgödsel. Som en grov schablon sätts den ökade kolinlagringen till motsvarande 10 gram CO_2-ekv./MJ biogas, se också bilaga C. Andra effekter av att rötrest ersätter mineralgödsel så som minskade emissioner från produktion av mineralgödsel inkluderas inte här. Beräkningarna inkluderar inte heller möjligheten till ökad markkolsinbindning genom en förändrad växtföljd vilket framförallt kan ha stor betydelse när fleråriga grödor som vall införs i spannmålsdominerade växtföljder.

Sammanfattningsvis kan det konstateras att biogas från majs ger en utsläppsreduktion på 66 % om metoden i HBK-verktyget följs. Att reducera metanläckaget från uppgraderingen från 2 % till 0,2 % ökar reduktionen med cirka 10 %-enheter. Om en markkolsuppbyggnad från rötresten också inkluderas ökar reduktionen med ytterligare drygt 10 %-enheter till 87 %. Om rötresten dessutom ses som en samprodukt uppgår den beräknade reduktionen till 95 %. Biogas från majs är därmed i nivå med eller bättre än övriga råvaror som inkluderats här. Det bör dock påpekas att beräkningarna inte inkluderar den föreslagna iLuc-faktorn på 12 gram/MJ. Om den också beaktas försämras den beräknade utsläppsreduktionen med cirka 14 %-enheter. Att nå en utsläppsreduktion på minst 60 % bedöms dock fortfarande som hanterbart förutsatt att metanläckaget hålls nere eller att rötresten markkolsuppbyggnad inkluderas i beräkningarna.

Tabell 12: Beräknad utsläppsreduktion för biogas från majs beroende på val av indata och metod

	Indata	gram CO_2-ekv./MJ[8]			
		HBK	HBK	Rötrest som samprodukt	
		Nordisk elmix	Svensk elmix	Nordisk elmix	Svensk elmix
Produktion av majs[1]		8,8	8,8	8,8	8,8
Transport av majs[2]		0,2	0,2	0,2	0,2
Biogasproduktion					
- Elektricitet[3]	36 MJ/ton vv	0,2	0,03	0,2	0,03
- Värme[4]	126 MJ/ton vv	0,1 – 1,6	0,1 – 1,6	0,1 – 1,6	0,1 – 1,6
- Metanläckage[5]	0,4 %	2,0	2,0	2,0	2,0
Rötresthantering					
- Metanläckage[5]	1,2 %	5,4	5,4		
Uppgradering					
- Elektricitet[6]	0,9 MJ/m^3	1,5	0,3	1,5	0,3
- Metanläckage[5]	2,0 %	9,2	9,2	9,2	9,2
Distribution i gasledning					
- Elektricitet[7]	1,1 MJ/m^3	1,1	0,2	1,1	0,2
- Metanläckage[5]	0,1 %	0,5	0,5	0,5	0,5
Utsläpp av växthusgaser		28,8 – 30,3	26,5 – 28,0	23,5 – 25,0	21,2 – 22,7
Reduktion		66 – 64 %	68 – 67 %	72 - 70 %	75 – 71 %
Utsläpp av växthusgaser med RTO[8]		20,5 – 22,0	18,2 – 19,7	15,2 – 16,7	12,9 – 14,4
Reduktion med RTO		75 – 74 %	78 – 76 %	82 – 80 %	85 – 83 %
Utsläpp av växthusgaser med RTO & markkol[9]		10,5 – 12,0	8,2 – 9,7	5,2 – 6,7	2,9 – 4,4
Reduktion		87 – 86 %	90 – 88 %	94 – 92 %	97 – 95 %

1. Schablon för majs i södra Sverige (Ahlgren et al., 2011).
2. Antar 0,6 MJ/ton och km (Energigas, 2017) och ett transportavstånd på 20 km tur och retur.
3. Antar 10 kWh/ton (Lantz och Björnsson, 2016)
4. Antar 35 kWh/ton inklusive värmeväxling (Lantz och Björnsson, 2017)
5. Se bilaga D
6. Antar 0,25 kWh/m^3 (Börjesson et al., 2016)
7. Antar 0,3 kWh/m^3 (Börjesson et al., 2016)
8. Antar att metanläckaget från uppgradering uppgår till 0,2 % med RTO (Energigas, 2017a)
9. Antar en markkolsinbindning motsvarande 10 gram CO2-ekv./MJ.
10. Biogasutbytet sätts till 6 170 MJ/ton våtvikt (Energigas, 2017)

7. Systemanalys enligt ISO vs RED

I föreliggande studie har emissionerna av växthusgaser från olika biogassystem beräknats baserat på den beräkningsmetodik som anges i direktivet om främjande av energi från förnybara energikällor (RED). Flera systemanalyser inom biogasområdet som till exempel Börjesson et al. (2010; 2013) och Palm och Ek (2010) samt Lantz och Björnsson (2016) baserar dock beräkningarna på ISO-standarden för livscykelanalys (ISO, 2006).

Vid en jämförelse mellan dessa båda metoder framkommer två avgörande skillnader nämligen möjligheten till allokering samt systemgränser.

När det gäller allokering av växthusgaser medger RED endast att allokering mellan drivmedel och samprodukter sker baserat på värmevärde. Som beskrivits tidigare innebär det att rötresten, som i många fall inte har något effektivt värmevärde, inte belastas med några emissioner alls även om den skulle beaktas som en samprodukt.

Även ISO-standarden medger visserligen allokering baserat på energiinnehåll men primärt används systemexpansion som alternativ till allokering.

Systemexpansion innebär att samprodukter inkluderas i biogassystemet genom att emissionerna från en alternativ produkt eller systemlösning inkluderas. För biogas innebär det till exempel att rötresten antas ersätta en viss mängd mineralgödsel. Biogassystemet belastas då med alla emissioner från hanteringen av rötresten men krediteras också för alla emissioner som skulle ha uppstått vid produktion och användning av mineralgödsel. Här ingår också eventuella markkolseffekter.

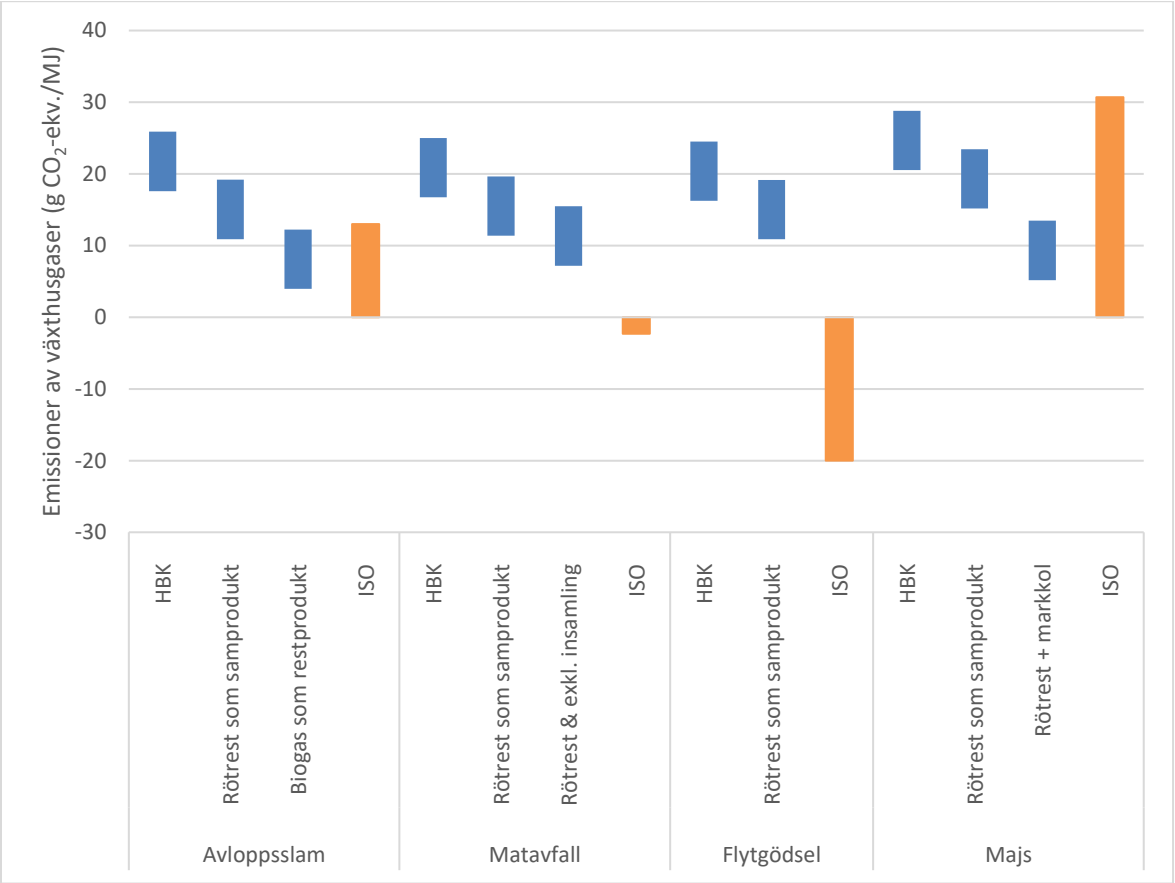
Vad gäller systemgränser medger direktivet, åtminstone på det sätt som det tillämpas i Biograce (2015c), att alternativa systemlösningar också beaktas när det gäller insamling av matavfall och transport av industriavfall. I dessa fall inkluderas inga emissioner vilket sannolikt beror på ett antagande om att dessa material ändå skulle hanteras på motsvarande sätt. Dessa aktiviteter har dock inkluderats i de ISO-baserade beräkningarna i Börjesson et al. (2010, 2013).

Däremot finns det i nuvarande version av RED inte finnas möjlighet att krediteras gödselbaserade biogassystem för de emissioner som annars skulle ha skett från konventionell gödselhantering. Denna kreditering har dock stor betydelse för resultatet i ISO-baserade beräkningar (Börjesson et al., 2013; Lantz och Björnsson, 2016). Som jämförelse föreslår EC (2016) att biogas från flytgödsel krediteras med 45 gram/MJ som kompensation för minskade metanläckage från konventionell gödselhantering. Skulle detta nyckeltal användas även här skulle resultatet bli bättre än vad som beräknats enligt ISO-standarden.

I Figur 8 görs en översiktlig jämförelse mellan de emissioner som beräknats här enligt metodiken i RED och de emissioner som presenteras i Börjesson et al. (2013) beräknade enligt ISO med systemexpansion. Beräkningarna baseras sannolikt inte på exakt samma indata vad gäller till exempel gasutbyte per ton våtvikt, transportavstånd och metanläckage med mera. Syftet är inte heller att göra en exakt jämförelse utan endast visa på skillnader i storleksordning.

Sammanfattningsvis kan det konstateras att de riktigt stora skillnaderna återfinns hos biogas från matavfall och biogas från flytgödsel. Som tidigare nämnts beror detta på att ISO-beräkningarna också

innefattar de emissioner av växthusgaser som annars skulle ha skett från flytgödsellagren samt att de också inkluderar möjligheten att ersätta mineralgödsel med rötrest. När det gäller avloppsslam är skillnaden mindre. Detta gäller i synnerhet om biogasen ses som en restprodukt vilket också är fallet i Börjesson et al. (2013). För majs kan det slutligen konstateras att emissionerna blir högre i de beräkningar som presenteras i Börjesson et al. (2013) jämfört med de beräkningar som gjorts här. Skillnaden ligger framförallt i högre emissioner för odling av majs.



Figur 8: Emissioner av växthusgaser från olika biogassystem beräknat enligt RED med nordisk elmix och förnybar processenergi. För jämförelse inkluderas emissioner beräknade enligt ISO-standarden med systemexpansion (Börjesson et al., 2013).

8. Diskussion och slutsats

Den beräkningsmetodik som anges i direktivet om förnybara energikällor innebär i många fall en förenkling jämfört med den metod som ofta används enligt ISO-standarden. Standarden medger till exempel olika sätt att allokera emissioner på. Den tillämpning av metoden som används i HBK-verktyget medför dock ofta en lägre beräknad utsläppsreduktion jämfört med vad som fås när beräkningarna görs med systemutvidgning enligt ISO-standarden. I synnerhet gäller detta för biogas från gödsel och matavfall.

Det finns dock alternativa sätt att tillämpa den av EU angivna metoden som skulle öka den beräknade utsläppsreduktionen. I vissa fall så att den blir i nivå med eller över den som beräknas enligt ISO-standarden.

Dessa alternativa tillämpningar kräver dock i vissa fall att Energimyndigheten justerar sina föreskrifter och vägledningar.

Även med dessa ändringar kommer dock biogas från matavfall och i synnerhet gödsel att även fortsättningsvis uppvisa en betydligt lägre utsläppsreduktion än vad som beräknas enligt ISO-standarden med systemexpansion.

I utkastet till nästa direktiv om främjandet av energi från förnybara energikällor har dock normalvärdena för bland annat biogas från gödsel justerats så att de också omfattar dessa indirekta effekter.

Fortsatt arbete med hållbarhetskriterierna bör därför fokusera på att dels implementera de ändringar som kan genomföras idag men också på att verka för en mer rättvisande beräkningsmetod i kommande direktiv. Biogasbranschen, myndigheter och beslutsfattare bör också inkludera effekterna av dessa föreslagna förändringar i sina kommande analyser av styrmedel på biodrivmedelsmarknaden.

Sammanfattningsvis kan det konstateras att nuvarande beräkningsmetod i HBK-verktyget i vissa fall ger en lägre utsläppsreduktion än vad som skulle kunna vara fallet. Det kan också konstateras att det finns möjligheter att inkludera rötrestens nyttor i beräkningarna. Detta gäller dock i första hand i de fall där biogasproduktionen baseras på grödor som gödslas med rötrest.

9. Föreslagna justeringar för svenska beräkningar enligt hållbarhetskriterierna

Baserat på de resultat som presenterats i föreliggande studie föreslås att Energimyndigheten överväger vissa förändringar i hur emissioner av växthusgaser ska beräknas för uppfyllande av hållbarhetskriterierna i Sverige. Vissa av nedanstående förslag är sådant som Energimyndigheten själva skulle kunna genomföra på kort sikt och andra ska snarare ses som förslag till frågor som Energimyndigheten kan driva i det fortsatta arbetet med kommande direktiv.

- **Uppdatera aktuell emissionsfaktor för elektricitet.** Nuvarande faktor baseras på över 10 år gamla data och är inte längre aktuell. Detta kommer enligt uppgift från Energimyndigheten också att ske under år 2017.
- **Övergå från nordisk elmix till svensk elmix.** Baserat på de ursprungliga skrivelserna om att emissionerna ska baseras på en relevant region kan nordisk elmix vara lämpligt. Då kommissionen senare erkänt verktyg som använder nationella data bör Energimyndigheten harmonisera emissionsfaktorn med detta synsätt och tillåta denna möjlighet även i Sverige.
- **Beakta rötresten som en samprodukt från produktion av biogas.** Med nuvarande tillämpning där emissioner från rötrestlager innanför fabriksgrindarna inkluderas men inte fortsatt hantering ses rötresten som en mix mellan samprodukt och restprodukt. Något stöd för en sådan tillämpning har dock inte kunnat hittas i litteraturen. Däremot anger till exempel BioGrace att rötresten är en samprodukt. Detta synsätt bör även tillämpas i Sverige.
- **Beakta nyttan av att gödsla med rötrest i allmänhet och inte bara när gödslade grödor används för produktion av biogas.** I dagsläget finns till exempel möjligheten att inkludera en ökad markkolsuppbyggnad när biogasgrödor gödslas med rötrest. Denna nytta uppstår dock även när andra grödor gödslas och bör därför kunna tillgodoräknas biogassystemet.
- **Exkludera insamling av matavfall från beräkningarna.** Resonemang bygger på en harmonisering gentemot andra erkända beräkningsverktyg. Det kan också konstateras att insamling av hushållsavfall skulle ha skett i någon form oavsett om det produceras biogas eller inte.
- **Beakta biogas från avloppsslam som en restprodukt från konventionell rening och hantering av avloppsvatten.** Biogas har producerats på avloppsreningsverk i decennier med det primära syftet att behandla slam och inte att producera biogas. Analogt med resonemanget om tallolja bör biogas från avloppsslam därmed kunna ses som en restprodukt.

10. Referenser

Aarsrud, P., Bisaillon, M., Hellström, H., Henriksson, G., Jakobsson, E., Jarlsvik, T., Martinsson, U., Jensen, C., Johansson, L-G., Kanerot, M. och Ling, D. (2010) Förädling av rötrest från storskaliga biogasanläggningar, Waste Refinery

Ahlgren, S., Hansson, P-E., Kimming, M., Aronsson, P. och Lundqvist, H. (2011) Greenhouse gas emissions from cultivation of agricultural crops for biofuels and production of biogas from manure – Implementation of the Directive of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources, Revised version 2011-06-22, Sveriges Lantbruksuniversitet, SLU, Uppsala.

Ahlström, A. (2017) Produktionscontroller, Swedish Biogas International, personlig kommunikation våren 2017.

Andersson, J (2015) Omfattning av metanläckage och jämförelse av mätteknik i gårdsbaserade biogasanläggningar, Agroväst.

Avfall Sverige (2016) Rapportering av data från metanmätningar enligt Egenkontroll metanutsläpp – frivilligt åtagande 2007 – 2015, Rapport 2016:18, Avfall Sverige.

Bernstad, A. och la Cour Jensen, J. (2011) A life cycle approach to the management of household food waste – A Swedish full-scale case study, Waste Management 31:1879-1896.

Bioenergiportalen (2013) Exempel på bränsledata för olika bränslen, http://www.bioenergiportalen.se/?p=1590, uppdaterad senast 2013-05-31.

BioGrace (2015a) BioGrace-I calculation rules, version 4d, BioGrace.

BioGrace (2015b) BioGrace-I user manual for the BioGrace-I Excel tool, version 4d, BioGrace.

BioGrace (2015c) BioGrace Excel based biofuel GHG calculations, version 4d, BioGrace.

BioGrace (2017) About the BioGrace project, http://www.biograce.net/content/abouthebiograceproject/about_the_biograce_project, besökt 2017-01-09

Bohn, I., Carlsson, M., Eriksson, Y. och Holmström, D. (2010) Utvärdering och optimering av metod för förbehandling av källsorterat hushållsavfall till biogasproduktion, Rapport 216, Svenskt Gastekniskt Center.

Björnsson, L., Lantz, M., Murto, M. och Davidsson, Å. (2011) Biogaspotentialen i Skåne – inventering och planeringsunderlag på översiktsnivå, Länsstyrelsen i Skåne Län.

Björnsson, L., Prade, T. och Lantz, M. (2016) Grass för biogas – Arable land as carbon sink. An environmental and economic assessment of carbon sequestration in arable land through introduction of grass for biogas production, Report 2016:280, Energiforsk, Stockholm/Malmö.

Börjesson, P., Tufvesson, L. och Lantz, M. (2010) Livscykelanalys av svenska biodrivmedel, Rapport nr 70, Miljö- och Energisystem, LTH.

Börjesson, P., Lundgren, J., Ahlgren, S. och Nyström, I. (2013) Dagens och framtidens hållbara biodrivmedel – Underlagsrapport från f3 till utredningen om FossilFri Fordonstrafik, Rapport 2013:3, f3 The Swedish Knowledge Center for Renewable Transportation Fuels.

Börjesson, P., Prade, T., Lantz, M. och Björnsson, L. (2015) Energy Crop-Based Biogas as Vehicle Fuel – The impact of Crop Selection on Energy Efficieny and Greenhouse Gas Performance, Energies, 8, 6033-6058.

Börjesson, P., Lantz, M., Andersson, J., Björnsson, L., Fredriksson Möller, B., Fröberg, M., Hanarp, P., Hulteberg, C., Iverfeldt, E., Lundgren, J., Röj, A., Svensson, H. och Zinn, E. (2016) Methane as vehicle fuel – a well to wheel analysis (MetDriv), Rapport 2016:06, f3 The Swedish Knowledge Center for Renewable Transportation Fuels.

Carlsson, M., Holmström, D., Lagerkvist, A. och Bisaillon, M. (2013) Förbehandling av biogassubstrat i systemanalys, Projektnummer WR-49, Waste Refinery

Energigas (2017a) Excelverktyg för HBK-redovisning, Uppdaterat 2017-01-30

Energigas (2017b) HBK – Biogasredovisning instruktioner version 3.2, Avfall Sverige, Energigas Sverige och Svenskt Vatten.

Energimyndigheten (2007) Produktion och användning av biogas år 2005. ER 2007:05, Energimyndigheten.

Energimyndigheten (2011) Statens energimyndighets föreskrifter om hållbarhetskriterier för biodrivmedel och flytande biobränslen, STEMFS 2011:2, Statens Energimyndighets författningssamling, Energimyndigheten.

Energimyndigheten (2012) Vägledning till regelverket om hållbarhetskriterier för biodrivmedel och flytande biobränslen, Version 3.0, Rapport ER 2012:72, Energimyndigheten.

Energimyndigheten (2015) Hållbara och flytande biobränslen under 2014, Rapport ET 2015:12, Energimyndigheten.

Energimyndigheten (2016a) Drivmedel och biobränslen 2015 – Mängder, komponenter och ursprung rapporterade i enlighet med drivmedelslagen och hållbarhetslagen, Rapport ER 2016:12, Energimyndigheten.

Energimyndigheten (2016b) Produktion och användning av biogas och rötrester år 2015. ES 2016:04, Energimyndigheten.

Energimyndigheten (2017) Frågor och svar – växthusgasberäkning, http://www.energimyndigheten.se/fornybart/hallbarhetskriterier/hallbarhetslagen/fragor-och-svar/vaxthusgasberakning/, hämtad 2017-03-01

Eveborn, D., Baky, A., Norén, A och Palm, O. (2008) Erfarenheter och kunskapsläge vid tömning av slamavskiljare, Rapport 41, JTI – Institutet för Jordbruks- och miljöteknik.

EC (2016) Proposal for a directive of the European parliament and of the council on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast), COM(2016) 767 final, Europeiska kommissionen.

EU (2009) Direktiv 2009/28/EG om främjande av användningen av energi från förnybara energikällor och om ändring och ett senare upphävande av direktiven 2001/77/EG och 2003/30/EG, Europeiska Unionens Officiella Tidning.

EU (2010a) Meddelande från kommissionen om frivilliga system och normalvärden i EU:s hållbarhetssystem för biodrivmedel och flytande biobränslen (2010/C 160/01), Europeiska Unionens Officiella Tidning.

EU (2010b) Commissions decision on guidelines for the calculation of carbon stocks for the purpose of Annex V to Directive 2009/28/EC, (2010/335/EU), Europeiska Unionens Officiella Tidning.

EU (2010c) Meddelande från kommissionen om det praktiska genomförandet av EU:s hållbarhetssystem för biodrivmedel och flytande biobränslen och om beräkningsregler för biodrivmedel (2010/C 160/02), Europeiska Unionens Officiella Tidning.

EU (2015) Direktiv om ändring av direktiv 98/70/EG om kvaliteten på bensin och dieselbränslen och om ändring av direktiv 2009/28/EG om främjande av användning av förnybara energikällor, Europeiska Unionens Officiella Tidning.

EU (2017a) Biofuels, http://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/biofuels, besökt 2017-01-16

EU (2017b) Voluntary schemes, http://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/biofuels/voluntary-schemes, besökt 2017-01-09.

Gode J., Martinsson F., Hagberg L., Öman A., Höglund J. and Palm D. (2011) Miljöfaktaboken 2011 – Uppskattade emissionsfaktorer för bränslen, el, värme och transporter, Värmeforsk.

Goeffeng, B. (2017). Anläggningsägare, Göteborg Energi, personlig kommunikation våren 2017.

Gryab (2016) Miljörapport Ryaverket 2015, Gryab rapport 2016:01, Gryab.

IEA (2009) Electricity information 2009, IEA Statistics, International Energy Agency

IEA (2011) Electricity information 2011, IEA Statistics, International Energy Agency

IEA (2013) Electricity information 2013, IEA Statistics, International Energy Agency

IEA (2015) Electricity information 2015, IEA Statistics, International Energy Agency

ISO (2006) ISO 14044, Environmental managment – Life cycle Assessment – Requirements and guidelines.

JRC [Joint Research Centre-EUCAR-Concawe collaboration] (2014) Well-to-tank Appendix 2 – Version 4a: Summary of energy and GHG balance of individual pathways, Well-to-wheels Analysis of Future Automotive Fuels and Power trains in the European Context. European Commission Joint Research Centre, Institute for Energy, Luxembourg.

Kjellén, B.J. och Andersson, A. (2002) Energihandbok för avloppsreningsverk. Rapport 2002-2, VA-Forsk, Svenskt Vatten.

Lantz, M. (2007) Ökat utnyttjande av befintliga biogasanläggningar, Rapport nr 63, Miljö- och Energisystem, Lunds Tekniska Högskola.

Lantz, M., Ekman, A. och Börjesson, P. (2009) Systemoptimerad produktion av fordonsgas – en miljö- och energisystemanalys av Söderåsens biogasanläggning, Rapport 69, Miljö- och Energisystem, LTH.

Lantz M. and Börjesson P. (2014). Greenhouse gas and energy assessment of the biogas from co-digestion injected to the natural gas grid – A Swedish case-study including effects on soil properties. Rewew. Energy, **71**, 387-395.

Lantz, M. och Björnsson, L. (2016) Emissioner av växthusgaser vid produktion och användning av biogas från gödsel, rapport 99, Miljö- och Energisystem, LTH.

Lindholm, E-L., Stendahl, J., Berg, S. and Hansson, P-A. (2011) Greenhouse gas balance of harvesting stumps and logging residues for energy in Sweden, Scandinavian Journal of Forest Research, 26:6, 586-594.

Naturvårdsverket (2015) Beskrivning av beräkningar av minskade växthusgasutsläpp för ansökningar i Klimatklivet, PM 2015-10-30, Naturvårdsverket, Stockholm.

NTM (2016) NTMCalc Advanced 4.0, Environmental Performance Calculator, Network for Transport Measures

Martinsson F., Gode J., Arnell J. and Höglund J. (2012). Emissionsfaktor för nordisk elproduktionmix. IVL Rapport B2118. Svenska Miljöinstitutet, Stockholm.

Palm, D. och Ek, M. (2010) Livscykelanalys av biogas från avloppsreningsverksslam, Rapport SGC 219, Svenskt Gastekniskt Center.

Pettersson, C-M. (2016) HBK – Biogasredovisning Instruktioner, Version 3.1 2016-02-03, Avfall Sverige, Energigas Sverige och Svenskt Vatten.

Preem (2016) Produktdatablad, Preem Evolution Diesel, Max 7 % RME, Version 2016-06-13, Preem.

Profu (2015) Utvärdering av rötning och hemkompostering av matavfall i Västra Götaland ur ett systemperspektiv, Profu.

SFS (1994) Lag (1994:1776) om skatt på energi, uppdaterad till och med SFS 2016:1079

SFS (2010) Lag (2010:598) om hållbarhetskriterier för biodrivmedel och flytande biobränslen, Svensk författningssamling, uppdaterad till och med 2015:838.

SFS (2011) Förordning (2011:1088) om hållbarhetskriterier för biodrivmedel och flytande biobränslen, Svensk Författningssamling, uppdaterad till och med 2015:839.

Svensk Energi (2017) Hur mycket koldioxid medför din elanvändning, http://www.svenskenergi.se/Elfakta/Miljo-och-klimat/Klimatpaverkan/Hur-mycket-koldioxid-medfor-din-elanvandning/, besökt 2017-02-05

Svensk Fjärrvärme (2017) Fjärrvärmens lokala miljövärden 2015, http://www.svenskfjarrvarme.se/Statistik--Pris/Miljovardering-av-fjarrvarme/Miljovarden-2009-20121/, ändrad senast 2016-06-20.

Svärd, Å. och la Cour Jansen, J. (2003) Svenska biogasanläggningar – erfarenhetssammanställning och rapporteringssystem. Rapport 2003-14, VA-Forsk, Svenskt Vatten.

Westerberg, N. (2016) Handläggare, Avdelningen för miljöanalys, Energimyndigheten.

Östlund, C. (2003) Förbränning av kommunalt avloppsvattenslam, Rapport 2003-102, VA-Forsk, Svenskt Vatten.

Bilaga A: Systemgränser

För att beräkna emissionerna av växthusgaser är det nödvändigt att definiera inom vilka systemgränser som emissionerna ska inkluderas. Vid produktion av biogas är det till exempel nödvändigt att definiera i vilken omfattning produktion och distribution av råvaror såväl som användning av rötrest ska inkluderas i beräkningarna.

Här redovisas hur systemgränserna sätts enligt nuvarande metod för HBK-beräkningar i Sverige samt, i förekommande fall, exempel på alternativa lösningar baserat på vilka systemgränser som tillämpas för andra biodrivmedel, i andra beräkningsverktyg eller med andra metoder.

Råvaror

Biogas kan produceras från en lång rad olika råmaterial med olika egenskaper och förutsättningar. Här beaktas systemgränser för avloppsslam, gödsel, matavfall, industriavfall och grödor som är de råvarugrupper som står för merparten av den hållbara biogasproduktionen i Sverige idag.

Avloppsslam

När det gäller avloppsslam kan det inledningsvis konstateras att det inte omnämns i direktivet om förnybara energikällor, att det därför inte finns några normalvärden och att det inte heller finns några beräkningsexempel i till exempel Biograce (2015c). På nationell nivå anger Energimyndigheten (2012) dock att avloppsslam ska beaktas som ett avfall och att det är tillåtet att använda samma normalvärde som för matavfall (Energimyndigheten, 2011).

En beräkning av de faktiska emissionerna från produktion av biogas från avloppsslam ska därmed utgå från att slammet finns vid rötkammaren på avloppsreningsverket utan att tidigare emissioner behöver beaktas. Vid en jämförelse med andra råvaror som kan användas för att producera biodrivmedel kan en sådan systemgräns dock ifrågasättas.

När det gäller svartlut säger Energimyndigheten (2012) till exempel att så länge som huvudprocessen inte ändrats för erhålla en större volym eller annan kvalitet så ska svartluten ses som en restprodukt från massatillverkning. Energimyndigheten påpekar också att svartluten inte har något annat betydande användningsområde utöver energiändamål. Energimyndigheten (2012) säger också att *"Tallolja, som utvinns ur den såpa som skummas av vid reningen av svartluten, utgör också restprodukt eftersom utvinningssteget får anses utgöra normal hantering/upparbetning av en restprodukt för att kunna nyttogöra den från anläggningen. Skulle såpan istället säljas och utvinningen av tallolja ske utanför massabruket är såpan en restprodukt och utvinningssteget där talloljan separeras från såpan ska inkluderas i växthusgasberäkningen".*

Som tidigare nämnts anser Energimyndigheten (2012) att avloppsslam är ett avfall. Det kan dock konstateras att avloppsslam har behandlats genom anaerob nedbrytning i decennier i syfte att minska

mängden slam, gör det enklare att avvattna och förbättra dess hygieniska egenskaper (Kjellén och Andersson, 2002; Svärd och la Cour Jansen, 2003).

Analogt med Energimyndighetens resonemang om tallolja bör den producerade biogasen också kunna ses som en restprodukt eftersom utvinningssteget får anses utgöra normal hantering/upparbetning av avloppsslam. Detta resonemang styrks också av att redan år 2005 producerades det biogas på 139 avloppsreningsverk vilket kan jämföras med 140 stycken år 2015 (Energimyndigheten, 2006; 2016b). I sammanhanget kan det också nämnas att i Lantz (2007) återges uppgifter från kursmaterial i avloppsteknik som redan i mitten av 70-talet tar upp dimensionering av rötkammare för slamrötning.

Om biogas från rötning av avloppsslam ses som en restprodukt, på samma sätt som tallolja, innebär det att systemgränsen för växthusgasberäkningarna ska flyttas så att rötkammaren och efterföljande slamhantering exkluderas. Därmed ska biogas från avloppsslam endast belastas med emissioner från uppgradering och efterföljande distribution. Detta synsätt tillämpas också av Palm och Ek (2010) i deras livscykelanalys av biogas från avloppsslam vilket också ligger till grund för uppgifterna i miljöfaktaboken för bränslen (Gode et al., 2011). Dessa uppgifter används också av Naturvårdsverket (2015) i deras underlag för utvärdering av klimatklivet.

Effekterna av att tillämpa en sådan systemgräns visas i beräkningsexemplen i kapitel 6.

Gödsel

Gödsel omnämns specifikt i direktivet om främjande av förnybara energikällor och biogas från gödsel har också tilldelats ett normalvärde för utsläppsreduktion. Gödsel uppkommer vid all animalieproduktion och beaktas enligt Energimyndigheten (2012) som en industriell restprodukt. Därmed ska gödseln inte belastas med några emissioner från animalieproduktionen som sådan. Gödsel är dock inget avfall som måste transporteras iväg från gården för vidare behandling utan lagras istället på plats innan den sprids på åkermark. I de fall gödseln används som råvara för produktion av biogas utanför gården bör därför transporterna inkluderas i biogassystemets emissioner. Denna metod tillämpas i HBK-verktyget såväl som i BioGrace (2015c). För gödsel prövas därför inte några alternativa systemgränser.

Matavfall

Biogas från hushållens matavfall är en av de råvaror som omnämns i direktivet och som har ett normalvärde för reduktion av växthusgaser. Det nämns dock inte specifikt i kommissionens meddelande om det praktiska genomförandet (EU, 2009; 2011). I BioGrace (2015c) är insamling av matavfall inte inkluderat i beräkningarna och enligt Fehrenbach (2017) beror detta på att man strikt följer den metod som använts av JRC vid framtagandet av normalvärdena i direktivet. Eftersom BioGrace är ett av de erkända frivilliga systemen innebär det att beräkningar som följer den metoden inte behöver inkludera insamlingssteget. Detta ställningstagande skulle kunna baseras på ett antagande om att matavfallet ändå skulle samlas in och att insamlingen därför ska belasta avfallssystemet och inte biogassystemet. Någon sådan motivering har dock inte identifierats och tycks inte heller vara känd hos dem som arbetar med BioGrace (Fehrenbach, 2017). HBK-verktyget inkluderar dock insamling av matavfall för de som vill göra egna beräkningar.

Effekterna av att exkludera insamlingen av matavfall visas i beräkningsexemplen i kapitel 6.

Industriavfall

Organiskt avfall från industrier är en heterogen råvarukategori som kan innehålla en mängd olika typer av råmaterial. Gemensamt är dock att de härstammar från olika industriella processer, primärt inom livsmedelsindustrin men också från andra verksamheter, och att de oavsett avsättningsområde normalt behöver transporteras från industrin till fortsatt hantering. Därmed skiljer sig förutsättningarna något gentemot gödsel, som oftast inte behöver transporteras från gården. I kommissionens meddelande (EU, 2011) sägs dock att odlingsrester och avfall börjar med noll utsläpp vid insamlingstidpunkten. I BioGrace (2015c) redovisas dock inga beräkningar för biogas från industriavfall. Däremot redovisas beräkningar för FAME från animalisk eller vegetabilisk avfallsolja. I det fallet finns en ruta för transport av råmaterial som dock inte är ifylld till skillnad från övriga parametrar och till skillnad från transport av till exempel gödsel där det finns ett förifyllt värde. Enligt Fehrenbach (2017) beror detta på att JRC initialt planerade att inkludera siffran vid framtagandet av normalvärdena men i slutändan valde att inte göra det. Han anser dock att transporten bör inkluderas.

Det skulle kunna hävdas att transporten är en integrerad del i livsmedelsindustrins kvittblivning av avfall och på samma sätt som för matavfall därför inte bör inkluderas i biogassystemet så länge som transportavståndet inte överstiger vad som hade varit normalt utan produktion av biogas. Eftersom det finns en möjlighet att fylla i ett värde även i BioGrace görs dock bedömningen att transporten av avfall kan inkluderas vilket också är fallet i nuvarande version av HBK-verktyget.

För industriavfall prövas därför inte några alternativa systemgränser.

Grödor

När det gäller grödor säger EU (2010) att de faktorer som påverkar emissionerna från odlingen bland annat omfattar utsäde, bränsle och gödningsmedel samt utsläpp av dikväveoxid från fälten. I de fall biogasproduktionen baseras på grödor ska biogassystemet därmed bära alla de emissioner som härrör från produktionen av grödorna. Här används de emissionsfaktorer som redovisas i Ahlgren et al. (2011) och några alternativa systemgränser för grödor beaktas inte.

Rötrest

All anaerob produktion av biogas ger också upphov till en rötrest som innehåller alla näringsämnen och eventuella föroreningar som inte brutits ned i biogasprocessen eller avgått med den producerade biogasen.

När det gäller rötrest från samrötningsanläggningar och gårdsanläggningar sprids närmare 100 % av rötresten på åkermark. I de fall biogas produceras på avloppsreningsverk är det endast 28 % av rötresten som sprids på åkermark (Energimyndigheten, 2016b). Resterande slam används bland annat för täckning av deponier och för produktion av anläggningsjord (SCB, 2016).

Förutsättningarna för att inkludera rötresten i biogassystems påverkas inledningsvis av om rötresten ses som en samprodukt, restprodukt eller ett avfall från produktion av biogas.

Avfall definieras enligt hållbarhetslagen som ”Ett ämne eller föremål som innehavaren gör sig av med eller avser eller är skyldig att göra sig av med” (SFS, 2010). Restprodukter definieras enligt samma lag som ”material som kvarstår efter en slutförd process, vars huvudsyfte inte är att producera detta material

och där processen inte avsiktligt har ändrats för att producera materialet". Energimyndigheten (2011) definierar slutligen samprodukter som "en produkt som en process direkt producerar tillsammans med bränslet eller dess mellanprodukt, och som inte är en restprodukt eller ett avfall".

Vidare sägs att "Om ett materialflöde från en process utgör ett väsentligt utfall av processen (i mängd och ekonomiskt värde) och detta material har annat användningsområde än energiändamål, så bör det utgöra en samprodukt trots att processen normalt inte optimeras mot denna produkt" (Energimyndigheten, 2012).

Som exempel på samprodukter från produktion av biodrivmedel anges foderprotein i form av rapskaka eller sojamjöl och drank i form av torrfoder. På vilket sätt rötresten från biogasproduktion ska hanteras nämns inte i vägledningen.

Baserat på resonemanget i Energimyndigheten (2012) bör rötresten inte ses som en samprodukt om den inte utgör ett väsentligt utfall av processen i mängd och ekonomiskt värde. Därmed krävs en ekonomisk värdering av rötresten i nivå med värdet på biogasens vilket sannolikt inte är fallet för de flesta biogasanläggningar.

I direktivet (EU, 2009) finns ingen definition på vad som är ett avfall eller en restprodukt. I kommissionens meddelande om det praktiska genomförandet av direktivet anges dock att en samprodukt är ett ämne som normalt sett kan lagras eller handlas (EU, 2010). I handledning till BioGrace (2015b) refereras också till detta meddelande och i beräkningsverktyget anges N-gödselmedel som en samprodukt till biogas.

Mängd och ekonomiskt värde beaktas därmed inte i EU (2010) eller Biograce (2015b). Där talas istället om att en samprodukt ska kunna lagras och handlas med. Givet denna definition bedöms rötresten från en samrötningsanläggning vara en samprodukt.

Om rötresten ses som en samprodukt innebär det att de emissioner som uppstår från hanteringen av rötresten efter att den skiljts från biogasproduktionen inte ska inkluderas i biogassystemets emissioner. Här görs bedömningen att brytpunkten skulle kunna vara när rötresten lämnar den del av biogasanläggningen där det sker insamling av biogas. Rötrestlager anslutna till anläggningens gassystem skulle därmed inkluderas i biogassystemet men inte efterföljande hantering. Detta förfarande skulle i så fall skilja sig åt från nuvarande tillämpning i HBK-verktyget där alla emissioner från rötresten som sker innanför fabriksgrindarna inkluderas i biogassystemet (Energigas, 2017b).

När det gäller rötat avloppsslam är förutsättningarna många gånger något annorlunda. Slammets egenskaper medför i många fall en kvittblivningskostnad och det kan diskuteras huruvida det i dessa fall snarare är ett avfall än en samprodukt. I kapitel 6 visas dock effekterna av att se även rötat avloppsslam som en samprodukt.

Ovanstående innebär dock inte att rötresten belastas med några emissioner från biogasproduktionen. En sådan allokering kräver att rötresten också har ett positivt värmevärde. Förutsättningarna för detta presenteras närmare i bilaga B.

Bilaga B: Rötrestens energiinnehåll

I de fall rötresten klassas som en samprodukt är det möjligt att allokera emissioner från biogassystemet till rötresten baserat på dess effektiva värmevärde. Om rötresten inte har något effektivt värmevärme, till exempel på grund av en för hög andel vatten, är det däremot inte möjligt att allokera några emissioner dit även om den ses som en samprodukt. Det effektiva värmevärdet ska beräknas enligt ekvation 2 nedan (Energimyndigheten, 2012).

$$LHV = LHV_{dry}\left(\frac{100-\%W}{100}\right) - \left(\frac{\%W*2{,}44}{100}\right) \qquad \text{[Ekvation 2]}$$

Där:

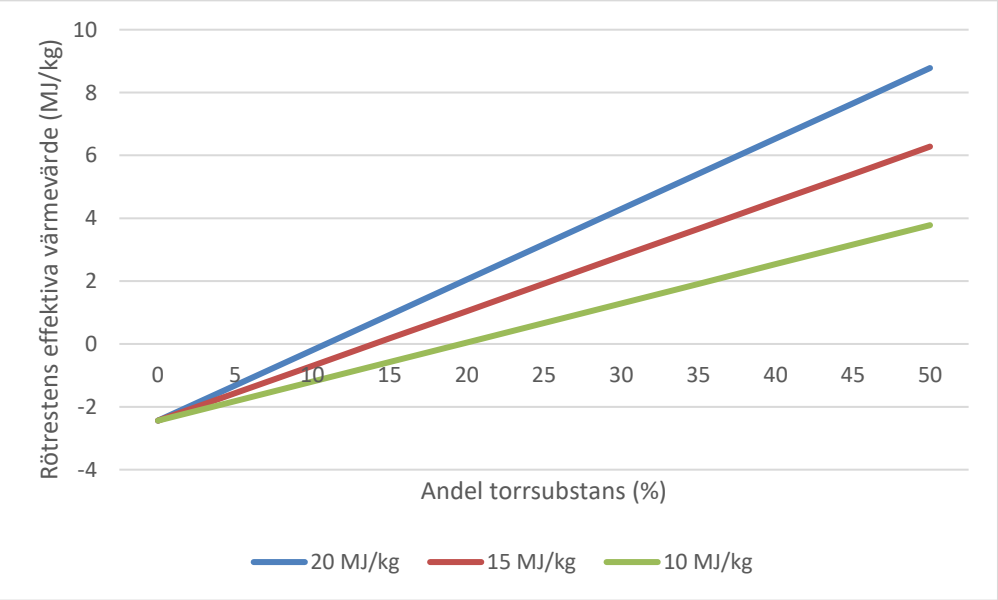
LHV = effektivt värmevärde för hela produkten (MJ/kg)

LHV_{dry} = det effektiva värmevärdet för den torra delen av produkten (MJ/kg)

2,44 = ångbildningsentalpi för vatten vid 25 °C (MJ/kg)

%W = massprocent av vatten i produkten

Det effektiva värmevärdet för den torra delen av produkten, vilket här är rötresten, kan variera beroende på rötrestens sammansättning vilket i sin tur påverkas av ingående råvaror till biogasproduktionen och hur väl dessa brutits ned i den anaeroba processen. För avloppsslam anger Östlund (2003) till exempel ett värmevärde på 20 MJ/kg torrsubstans. Det kan jämföras med det effektiva värmevärdet för flis och pellets som av Bioenergiportalen (2013) anges till 19,2 MJ/kg. För gödsel anger BioGrace (2015c) värmevärdet till 10 MJ/kg torrsubstans. Några värden för biogödsel har dock inte identifierats här. I Figur 9 visas istället hur rötrestens effektiva värmevärde varierar beroende på andelen torrsubstans och hur dess värmevärde varierar. Där framgår bland annat att rötresten måste innehålla cirka 10 – 20 % torrsubstans för att ha ett effektivt värmevärde överhuvudtaget.



Figur 9: Rötrestens effektiva värmevärde beroende på andelen torrsubstans och dess värmevärde

För att översiktligt visa hur mycket av biogassystemets emissioner som skulle kunna allokeras till en avvattnad rötrest jämförs biogasens energiinnehåll med energiinnehållet i rötresten för tre olika anläggningar. Ett avloppsreningsverk, en samrötningsanläggning med hög andel gödsel och en anläggning som baseras på grödor. I Figur 10, 11 och 12 visas hur stor andel av biogassystemets totala emissioner som skulle kunna allokeras till rötresten om den avvattnas till en ts-halt på 20 – 40 %. Observera att detta är en förenklad bild som förutsätter att all torrsubstans hamnar i den torra fraktionen. Som jämförelse antar Aarsrud et al. (2010) att 85 % av torrsubstansen hamnar i den avvattnade fraktionen vid användning av centrifug och polymer. Producerad mängd biogas och slam på respektive anläggning presenteras i Tabell 13.

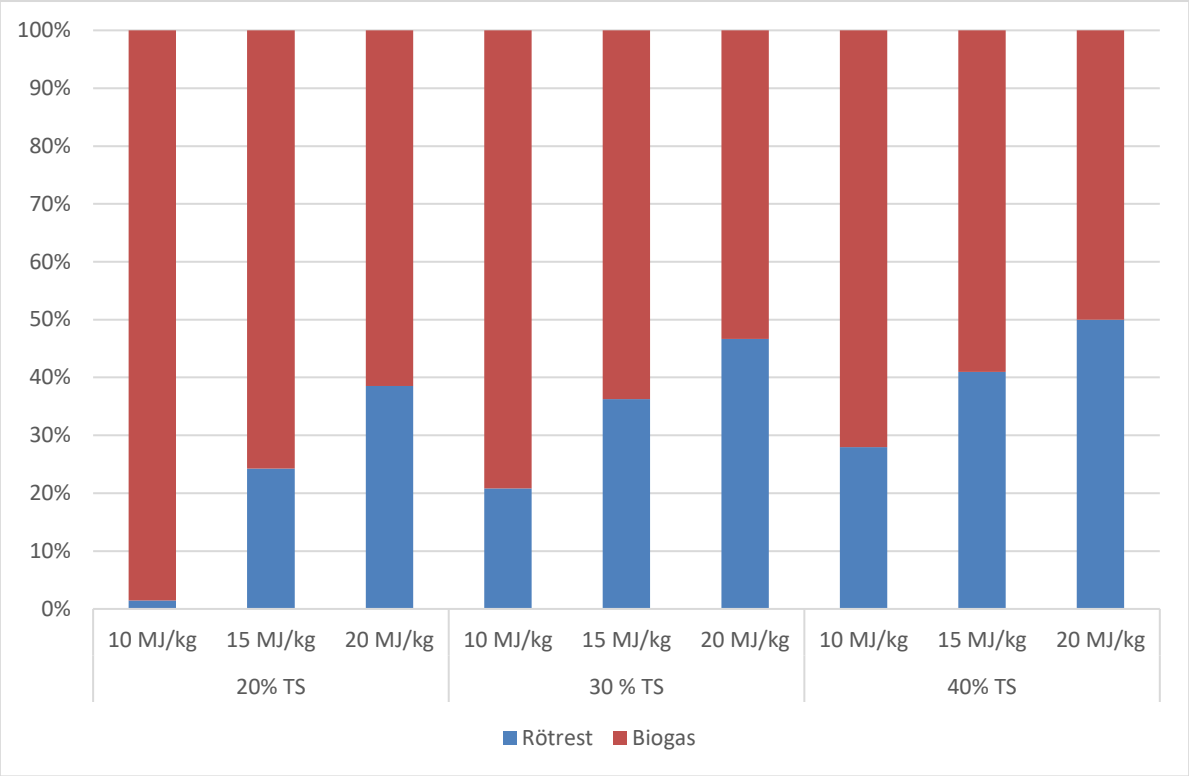
Tabell 13: Antagen produktion av biogas och rötrest på tre typer av biogasanläggningar

	Avloppsreningsverk	Gödsel och avfall	Grödor
Biogas (TJ)	243[1]	37[1]	353[3]
Rötrest (ton torrsubstans)	14 800[2]	2 700[1]	4 000[3]

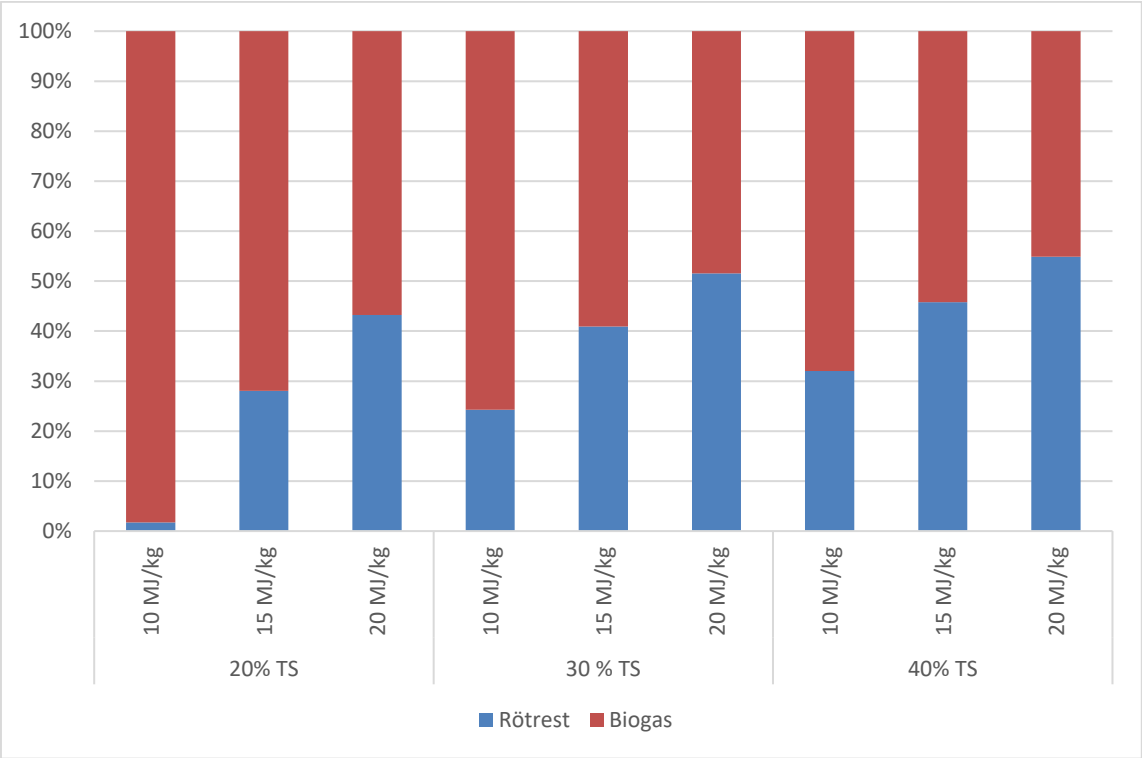
1. Goeffeng (2016)
2. Gryab (2016)
3. Ahlström (2017)

Av figurerna framgår till exempel att om rötresten från ett avloppsreningsverk avvattnas till en ts-halt på 30 % skulle cirka 20 – 50 % av biogassystemets emissioner kunna allokeras dit.

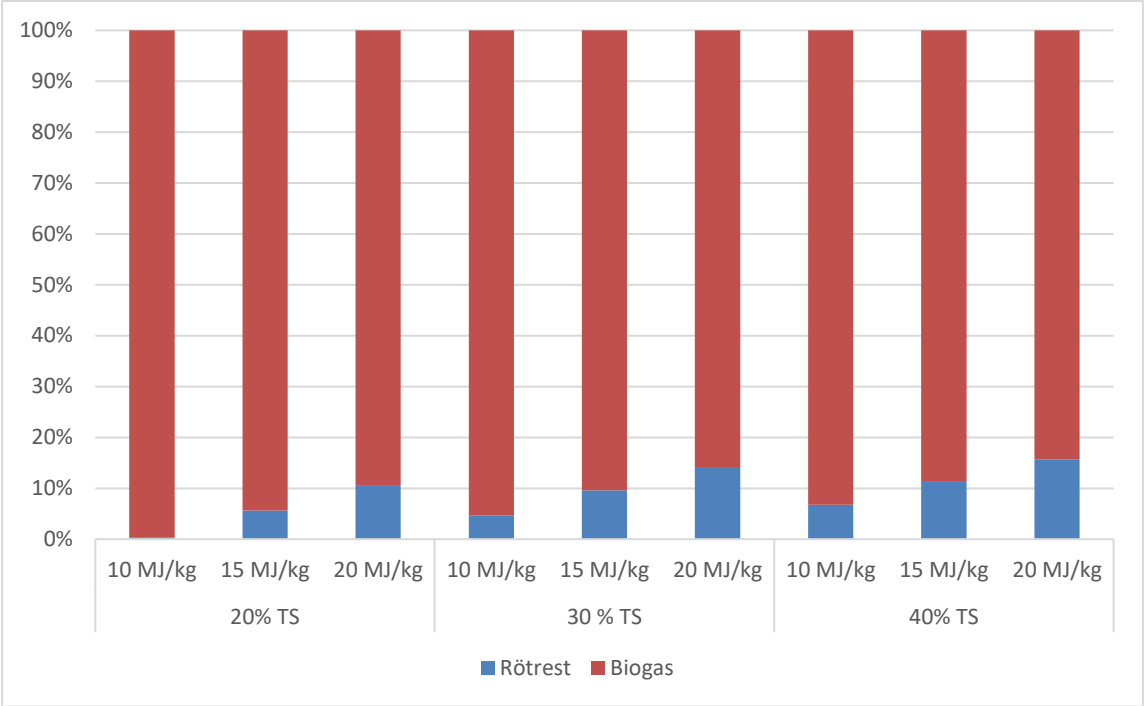
Samtidigt är det tydligt att rötresten från rötning av grödor innehåller lite energi i förhållande till den producerade biogasen och även med en hög avvattningsgrad är det endast en mindre del av biogassystemets emissioner som skulle kunna allokeras dit. Generellt gäller sannolikt att biogasanläggningar som baseras på lättnedbrytbara substrat med högt biogasutbyte har begränsad nytta av att avvattna rötresten med avseende på att kunna allokera emissioner dit. För anläggningar där substratet bryts ned i lägre utsträckning och där biogasutbytet är relativt lågt kan avvattning dock ha större betydelse. Då beräkningarna förutsätter att all torrsubstans hamnar i rötresten samtidigt som emissionerna från själva avvattningen inte inkluderats är resultaten i figur 10, 11 och 12 dock sannolikt överskattade. De påverkas också i hög utsträckning av energiinnehållet i rötresten som inte kunnat identifieras närmare här. I de fall rötresten skulle ses som en samprodukt bör det därför göras ytterligare analyser för att utreda huruvida avvattning och allokering på energiinnehåll är en möjlig väg för att fördela emissionerna mellan biogas och rötrest.



Figur 10: Rötrestens andel av biogassystemets energiproduktion beroende på TS-halt och värmevärde (ARV)



Figur 11: Rötrestens andel av biogassystemets energiproduktion beroende på TS-halt och värmevärde (gödsel)



Figur 12: Rötrestens andel av biogassystemets energiproduktion beroende på TS-halt och värmevärde (grödor)

Bilaga C: Förbättrade jordbruksmetoder

I direktivet om främjande av förnybara energikällor (EU, 2009) anges att emissionerna från produktion av biodrivmedel kan reduceras genom att inkludera en beständig inlagring av kol i marken genom förbättrade jordbruksmetoder. I kommissionens meddelande (EU, 2010a) om det praktiska genomförandet anges att det till exempel kan vara

- Att byta till minskad eller ingen jordbearbetning,
- Förbättrad växtföljd och/eller täckgrödor, inklusive förvaltning av skörderester,
- Förbättrade gödningsmedel eller förbättrad gödselhantering
- Användning av jordförbättringsmedel (kompost).

I kommissionens meddelande (EU, 2010a) står också att "*Utsläppsminskningar från sådana förbättringar kan beaktas om bevis tillhandahålls för att inlagringen av kol i marken har ökat, eller om det tillhandahålls pålitliga och kontrollerbara bevis för att den rimligtvis förväntas ha ökat, under den period då de berörda råvarorna odlades*".

Ytterligare underlag för hur markkolsförändringen kan beräknas återfinns bland annat i BioGrace (2015a,b) och EU (2010b).

Baserat på ovanstående skulle gödsling med rötrest sannolikt kunna bidra med en ökad markkolsinbindning i vissa fall. Det skulle till exempel kunna vara aktuellt i de fall mineralgödsel ersätts med rötrest. Då kommissionens meddelande talar om odling av råvaror görs dock bedömningen att nyttan av att använda rötrest tillfaller grödan och inte biogassystemet. Den enda gången som den ökade markkolsinbindningen i så fall kan tillgodogöras av biogassystemet är om grödorna därefter används för produktion av biogas.

På vilket sätt en ökad användning av rötrest skulle kunna bidra till en ökad inlagring av markkol beskrivs till exempel i Björnsson et al. (2016) och Börjesson et al (2015). Sammanfattningsvis påverkas inbindningen bland annat av rötrestens sammansättning, markförhållanden och nuvarande halt av markkol. I Börjesson et al. (2015) beräknas tillförsel av rötrest istället för mineralgödsel till exempel öka inbindningen av markkol med motsvarande cirka 6 - 15 gram CO_2-ekv./MJ.

På motsvarande sätt skulle emissionerna från produktionen av grödor kunna minskas om de aktuella grödorna till exempel bidrar till en förbättrad växtföljd. Ett exempel på detta är implementering av vall i spannmålsintensiva växtföljder vilket beskrivs närmare i Björnsson et al. (2016).

I föreliggande studie genomförs inte några sådana beräkningar. För att ändå visa på den potentiella betydelsen inkluderas ett beräkningsexempel i kapitel 6 där rötresten antas bidra till en ökad markkoluppbyggnad på 10 gram CO_2-ekv./MJ biogas.

Bilaga D: Metanläckage

Vid produktion av biogas, uppgradering och distribution finns det alltid en risk för läckage av metan. Läckaget kan dels bero på felaktigheter i konstruktion och handhavande som därmed kan åtgärdas men det kan också vara systematiska utsläpp kopplade till konstruktionen av anläggningen (Andersson, 2015).

Exempel på det förstnämnda är till exempel läckage från ledningar och axeltätningar med mera som inte ska finnas och som relativt enkelt bör kunna åtgärdas när de har identifierats. Exempel på systematiska utsläpp kan till exempel vara restgasen från en uppgraderingsanläggning eller emissioner från ett rötrestlager där det inte finns möjlighet att samla upp metan. Även dessa kan naturligtvis åtgärdas eller reduceras men det kräver sannolikt större åtgärder jämfört med att täta läckor.

Inom systemet Egenkontroll metanutsläpp – frivilligt åtagande, som drivs av Avfall Sverige sedan 2007, genomförs mätningar av metanläckage på samrötningsanläggningar och avloppsreningsverk. I den senaste mätomgången (2013 – 2015) deltog 10 avloppsreningsverk och 15 samrötningsanläggningar. Baserat på de resultat som redovisas i Tabell 14 kan det inledningsvis konstateras att det är stor skillnad mellan avloppsreningsverk och samrötningsanläggningar. I Avfall Sverige (2016) redovisas också figurer med emissioner per anläggning där det framgår att det också är mycket stora skillnader inom respektive kategori av anläggning. Det finns också ett starkt samband mellan anläggningsstorlek och läckage där större anläggningar har mindre förluster.

I HBK-verktyget finns möjlighet att välja defaultvärden för metanläckage för dessa två kategorier av anläggningar (Energigas, 2017a). Värdena är 1,9 % för avloppsreningsverk och 1,6 % för övriga anläggningar. Dessa värden baseras dels på de mätningar som redovisas i Tabell 14 samt tidigare mätningar (2010 – 2012) för de anläggningar som inte deltagit i den senaste omgången mätningar. Dessutom har emissionerna justerats för att för att beakta anläggningarnas storlek så att små anläggningar med stora förluster inte får oproportionerligt stort genomslag. Oavsett om biogasproducenter använder defaultvärden eller egna uppmätta värden är det dock tydligt att för många anläggningar är det emissionerna från rötrestlagren som dominerar. Om rötresten ses som en samprodukt till biogasproduktionen kan det dock ifrågasättas om dessa emissioner ska inkluderas i beräkningarna.

Effekterna av att exkludera emissionerna från rötresten visas därför i beräkningsexemplen i kapitel 7.

Tabell 14: Resultat avloppsreningsverk och samrötningsanläggningar 2013 – 2015 (Avfall Sverige, 2016) samt defaultvärden i HBK-verktyget (Energigas, 2017a)

Kategori	Medel (%)	Median (%)	HBK (%)
Avloppsreningsverk	2,5	2,6	1,9
- Varav Rötresthantering	1,8	1,3	
Samrötningsanläggningar	1,1	0,9	1,6
- Varav rötresthantering	0,8	0,1	
Samtliga anläggningar	1,7	1,2	
- Varav rötresthantering	1,2	0,9	

När det gäller metanläckage från uppgraderingsanläggningarna redovisar Avfall Sverige (2016) data för 28 anläggningar med olika teknisk utformning. Resultaten från mätningarna redovisas i Tabell 15.

Där framgår att det är mycket stor skillnad mellan uppgraderingstekniker där kemisk skrubber och anläggningar som använder RTO (regenerativ termisk oxidering) uppvisar läckage under 0,2 % i genomsnitt samtidigt som vattenskrubber och PSA ligger på 1,6 % förluster. I Avfall Sverige (2016) redovisas också data för respektive deltagande anläggning och precis som för biogasanläggningarna är det relativt stora skillnader mellan olika uppgraderingsanläggningar. För anläggningar med vattenskrubber finns det också ett tydligt samband med skala där större anläggningar uppvisar lägre emissioner.

I HBK-verktyget finns ett defaultvärde på 0,18 % respektive 2,0 % för kategori A och B anläggningar (Energigas, 2017a). Precis som för biogasanläggningarna baseras detta på tredjekvartilen av de uppmätta värdena och inkluderar också de anläggningar som tidigare deltagit i systemet för egenkontroll av metanutsläpp.

Då emissionerna från uppgraderingsanläggningen är tydligt kopplade till biogasproduktionen bedöms det inte finnas något skäl att pröva alternativa systemgränser. Däremot visas metanläckagets betydelse för biogassystemets totala emissioner i beräkningsexemplen i kapitel 6.

För distribution av biogas använder HBK-verktyget slutligen ett defaultvärde på 0,1 % vilket fastställts av Energimyndigheten (Energigas, 2017a).

Tabell 15: Resultat metanförlust uppgraderingsanläggningar (Avfall Sverige, 2016) samt defaultvärden i HBK-verktyget (Energigas, 2017a)

Kategori	Medel (%)	Median (%)	HBK (%)
A: (Kemisk skrubber och RTO)	0,17	0,11	0,18
- Varav restgas	0,05	0,03	
B: (Vattenskrubber och PSA)	1,6	1,2	2,0
- Varav restgas	1,5	1,1	
Samtliga anläggningar	0,90	0,49	
- Varav restgas	0,75	0,34	

Bilaga E: Processenergi

Vid produktion och distribution av biogas används processenergi i form av elektricitet och värme. Emissionerna från produktion och användning av dessa energibärare ska också inkluderas i biogassystemets emissioner av växthusgaser.

Elektricitet

I direktivet sägs att emissionerna av växthusgaser från produktion och distribution av den elektricitet som används i produktionsanläggningen ska motsvara de genomsnittliga utsläppen i en angiven region (EU, 2009). Detta gäller dock inte elektricitet som producerats i bränsleproduktionsanläggningen. I direktivet sägs inget om hur denna region ska väljas. I kommissionens meddelande om det praktiska genomförandet sägs dock att för produktion som sker i EU är hela EU det mest logiska valet (EU, 2010). Med denna tillämpning skulle därmed alla produktionsanläggningar i hela EU ha samma emissionsfaktor för elektricitet utan att ta hänsyn till några regionala skillnader i produktionsmix.

Trots detta anger BioGrace att det inte är tillåtet att använda en EU-mix när verktyget används. Istället ska beräkningarna baseras på nationella data som också redovisas i verktyget (BioGrace, 2014). I handledningen till beräkningsverktyget sägs också att detta beror på att kommissionen godkänt andra verktyg som använder nationella data och för att undvika oharmoniserade beräkningar använder BioGrace också nationella data. För produktion i Sverige är emissionsfaktorn till exempel 6,1 gram CO_2-ekv./MJ. Som jämförelse anger BioGrace (2015c) att emissionsfaktorn för en EU-mix är 129 gram/MJ.

I Sverige säger Energimyndighetens föreskrifter att beräkningarna ska baseras på nordisk elmix med en emissionsfaktor på 34,9 gram CO_2-ekv./MJ (125,5 gram/kWh). Emissionsfaktorn baseras på förhållandena år 2005 – 2009 (Martinsson et al., 2012). Att använda den nationella emissionsfaktorn från BioGrace (2015c) istället för den nordiska emissionsfaktorn från Martinsson et al. (2012) skulle därmed sänka emissionerna från använd elektricitet med över 80 %.

Det kan också konstateras att den nordiska emissionsfaktor som föreskrivs av Energimyndigheten baseras på data som är cirka 10 år gamla. Under den tiden har elproduktionen i norden förändrats väsentligt. En genomgång av statistik över elproduktion i norden visar till exempel att andelen fossila bränslen har minskat från närmare 16 % (2005 – 2009) till 12 % (2010 – 2014) och 9 % (2012 – 2014) (IEA, 2009; 2011; 2013; 2015). Emissionerna av växthusgaser bör därmed ha minskat betydligt. I Björnsson et al. (2016) återges också data från Ecoinvent som anger en emissionsfaktor på 20 gram/MJ som genomsnitt för den nordiska produktionen år 2013 – 2015 (men endast inkluderande förluster i högspänningsnätet).

Energimyndigheten har dock aviserat att det kommer att ske en översyn och uppdatering av emissionsfaktorn under år 2017 (Westerberg, 2016).

Effekterna av att ersätta nuvarande nordiska emissionsfaktor för elektricitet med en nationell emissionsfaktor visas i beräkningsexemplen i kapitel 6.

Tabell 16: Emissionsfaktorer för nordisk och svensk elmix

Systemgräns och källa	gram CO_2-ekv./MJ
Nordisk elmix[1]	34,9
Nordisk elmix[2]	21
Svensk elmix (BioGrace)[3]	6
Svensk elmix (Svensk Energi)[4]	6 – 12

[1] Den emissionsfaktor som ska användas för svensk produktion av biogas (Energimyndigheten, 2011).
[2] Genomsnittsvärde för produktion år 2013 – 2015 från Ecoinvent återgett av Björnsson et al. (2016).
[3] BioGrace (2015c)
[4] Emissioner under ett normalår respektive torrt år (Svensk Energi, 2017).

Som beskrivs i kapitel 3 är det också möjligt för producenter av biodrivmedel att basera beräkningarna på produktion av elektricitet i en specifik anläggning. Denna får dock inte vara ansluten till elnätet. Det är alltså inte tillåtet att med hjälp av kontrakterade ursprungsgarantier basera beräkningarna på en viss typ av elproduktion. Enligt Energimyndigheten (2017) kan detta dock komma att ändras när det finns ett tillförlitligt system med ursprungsgarantier i hela EU.

Värme

Alla biogasanläggningar använder processvärme i olika omfattning. Dels för att värma rötkamrarna och i vissa fall också för att uppgradera biogasen. Produktionen av processvärme kan dock se väldigt olika ut på olika anläggningar. Vissa använder egenproducerad biogas eller något annat förnybart bränsle i egna pannor och andra använder fossila bränslen. Det är också möjligt att producera elektricitet och värme i en lokal kraftvärmeanläggning även om detta är en ovanlig lösning för anläggningar som också uppgraderar biogasen och säljer den som fordonsgas. Representativa emissionsfaktorer för processvärme som produceras i egen panna presenteras i Tabell 17. Dessa är också implementerade i den senaste versionen av HBK-verktyget (Energigas, 2017a).

Tabell 17: Emissioner av växthusgaser vid produktion av processvärme i egen panna

Bränsle	gram CO_2-ekv./MJ
Olja[1]	340
Naturgas[2]	275
Flis[3]	9
Pellets[1]	22

1. Baserat på Miljöfaktaboken för bränslen med en antagen verkningsgrad på 85 % (Gode et al., 2011).
2. Baserat på Miljöfaktaboken för bränslen med en antagen verkningsgrad på 90 % (Gode et al., 2011).
3. Antagen verkningsgrad på 80 % och exklusive förändringar av markkol (Lindholm et al., 2011; Lantz och Börjesson, 2014).

Det förekommer också att biogasanläggningar är anslutna till det lokala fjärrvärmenätet och då styrs emissionsfaktorerna av bränslemixen i det lokala nätet vilken kan variera betydligt. Till skillnad från vad som gäller för elektricitet är det dock möjligt att använda en emissionsfaktor för förnybar fjärrvärme om det finns avtal om att köpa sådan och emissionerna beräknats enligt ett livscykelperspektiv (Westerberg, 2017). I Tabell 18 redovisas exempel på emissioner relaterade till fjärrvärme baserat på olika typer av bränslemix. Dessa emissioner har också inkluderats i den senaste versionen av HBK-verktyget (Energigas, 2017a).

Tabell 18: Emissioner av växthusgaser från olika fjärrvärmenät år 2015 (Svensk Fjärrvärme, 2017)

Fjärrvärmenät	Emissioner (gram/MJ)	Bränslemix
Malmö-Burlöv	127	60 % avfall, 29 % naturgas
Stockholm	90	25 % avfall, 27 % förnybart, 11 % kol
Göteborg, Partille, Ale	53	70 % återvunnen värme, 8 % naturgas
Enköping	20	Förnybara bränslen (kraftvärme)
Braås	31	Förnybara bränslen
Göteborg, Partille, Ale – Bra miljöval	13	Bra miljöval

Bilaga F: Insamling av matavfall och fettavskiljarslam

En relativt stor del av biogasproduktionen i Sverige baseras på källsorterat matavfall och fettavskiljarslam. Dessa substrat skiljer sig från gödsel och olika typer av industriavfall i och med att de ska samlas in från ett större antal platser där det i normalfallet endast finns en begränsad mängd på varje plats. Drivmedelsförbrukningen varierar därför sannolikt beroende på de lokala förutsättningarna.

När det gäller insamling och transport av källsorterat hushållsavfall anger Börjesson et al. (2010) drivmedelsförbrukningen till 120 MJ/ton för insamling i tätort och 330 MJ/ton för insamling på landsbygd. Dessa värden används också i HBK-verktyget (Energigas, 2017a).

Som jämförelse använder Profu (2015) en drivmedelsförbrukning på 300 MJ/ton för insamling av källsorterat matavfall i Västra Götalandsregionen. Samtidigt anger Bernstad och la Cour Jensen (2011) en drivmedelsförbrukning på 17,7 kWh gas/ton för insamling av matavfall (körsträcka om 2,1 km) och ytterligare 0,95 kWh/ton och km för transport till förbehandlingsanläggning. Med deras antagande om 19 km transport till förbehandlingsanläggning uppgår förbrukningen av fordonsgas till 129 MJ/ton. Detta stämmer väl med uppgifterna för insamling i tätort som uppges av Börjesson et al. (2010).

När det gäller sugbilar redovisar Eveborn et al. (2008) en beräknad energiförbrukning på 112 – 135 MJ/ton slam vid tömning av trekammarbrunnar med lastbil (12 ton lastkapacitet) eller bil och släp (24 ton lastkapacitet). För bil med släp baseras beräkningarna på en antagen drivmedelsförbrukning på 0,24 respektive 0,35 dm^3/km vid tom respektive full last. För endast bil har drivmedelsförbrukningen satts till 0,22 respektive 0,30 dm^3/km. För den här typen av materialhantering är det dock tiden för att fylla och tömma bilen som har störst betydelse för den totala bränsleförbrukningen. Av den beräknade drivmedelsförbrukningen svarar lastning och lossning för 53 – 66 %.

Här antas därför att drivmedelsförbrukningen för insamling av fettavskiljarslam är ungefär den samma som för insamling av matavfall i tätort och sätts till 120 MJ/ton.