

System

Introduktion om BRC:s systemforskning

Jonas Ammenberg, 2018-11-29

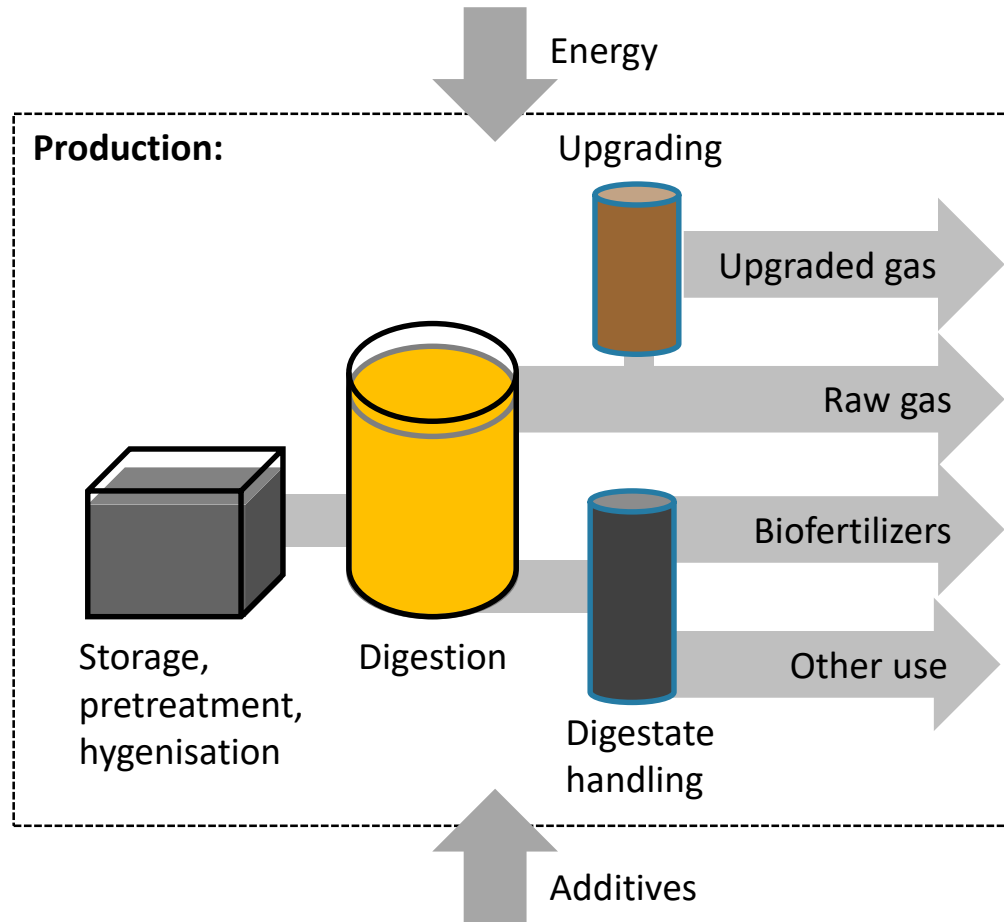
Biogas Research Center (BRC)

Vision	Resurseffektiva biogaslösningar finns genomförda i många nya tillämpningar och bidrar till en mer hållbar energiförsörjning, förbättrat miljötillstånd och goda affärer						
Utmaningar	Mer biogas	Nya substrat	Nya sektorer	Resurseffektiv produktion	Samhällsvillkor	Affärs-expansion	
Forskningsområden, med övergripande forskningsfråga	Process- och Teknikutveckling <i>Annika Björn</i>		System <i>Jonas Ammenberg</i>		Samhälle <i>Stefan Anderberg</i>		
	Vilka är de viktigaste förändringarna av biogasprocesserna som skulle leda till mer lönsamma biogasföretag?		Vilka är de kritiska faktorerna som skulle förbättra resurseffektiviteten hos befintliga och nya biogaslösningar och hur kan osäkerheten om nya lösningar hanteras?		Under vilka affärsmässiga och institutionella villkor skulle en expansion av biogaslösningar ske i nya sektorer, marknader och regioner?		
Delområden	Förbehandling	Rötning	Digestathantering	Nya substrat och sektorer	Resurseffektiv produktion	Aktörer och marknad	Nya sektorer och marknader

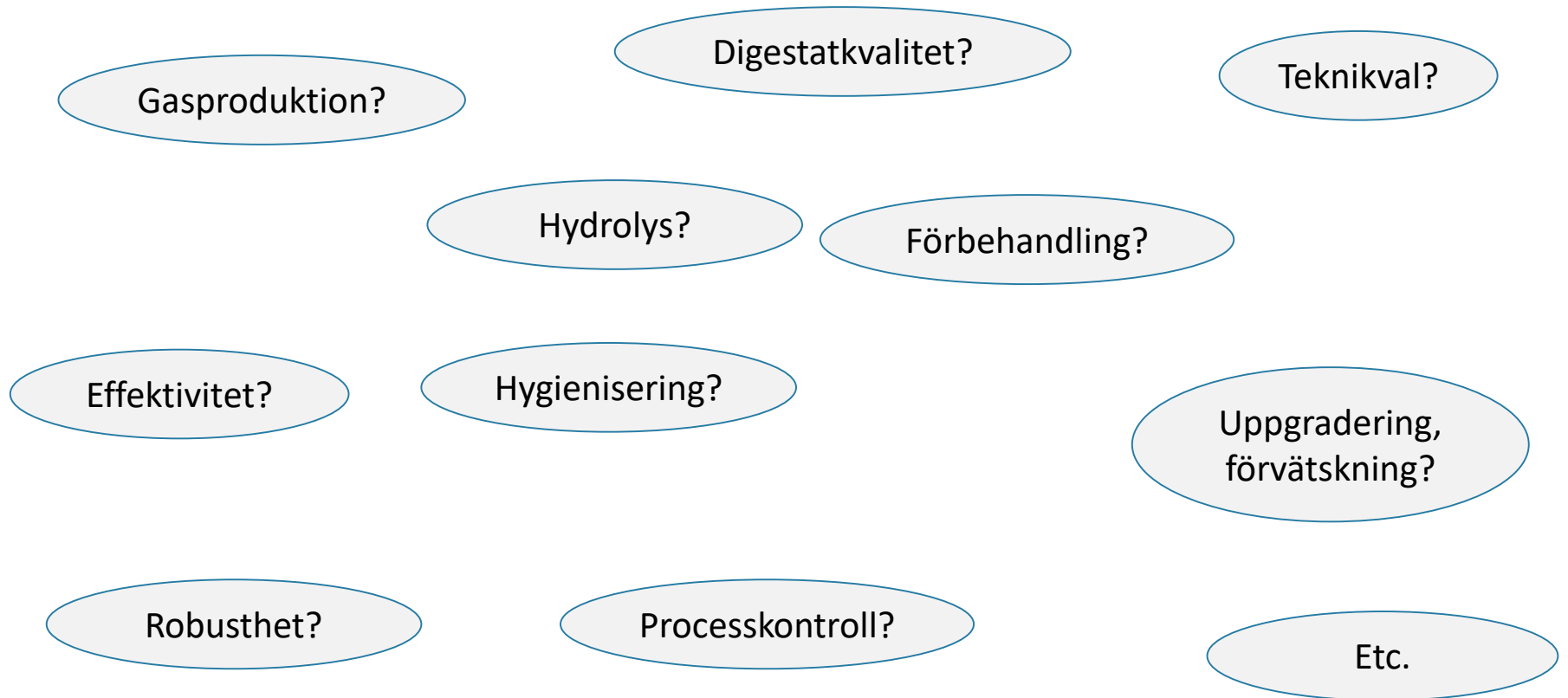
Struktur

- Varför "systemforskning"?
- Vad innebär "systemforskning"?
- Syftet med BRC:s systemforskning
- Forskarna
- Exempel på projekt
- Frågor

System - produktion



System - produktion



Varför bred systemforskning?



Substrat

Feedstock:

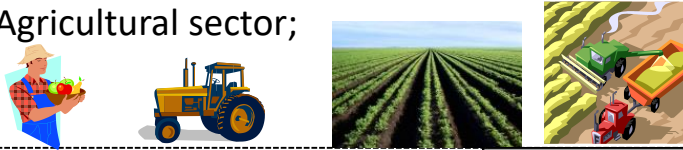
Production, collection, harvesting, etc

Transport

Waste/Energy sector;



Agricultural sector;



Forestry sector;



Aquatic sector;

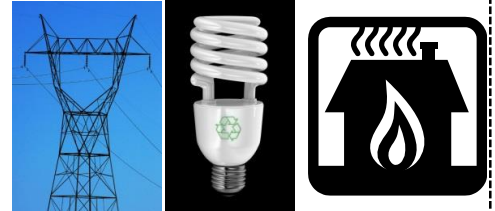
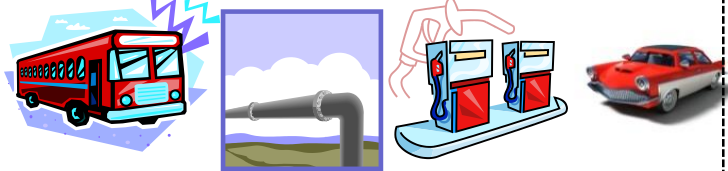


'Industry';

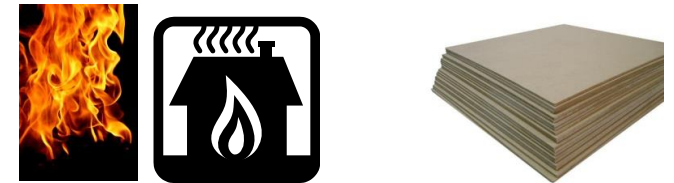


Användning

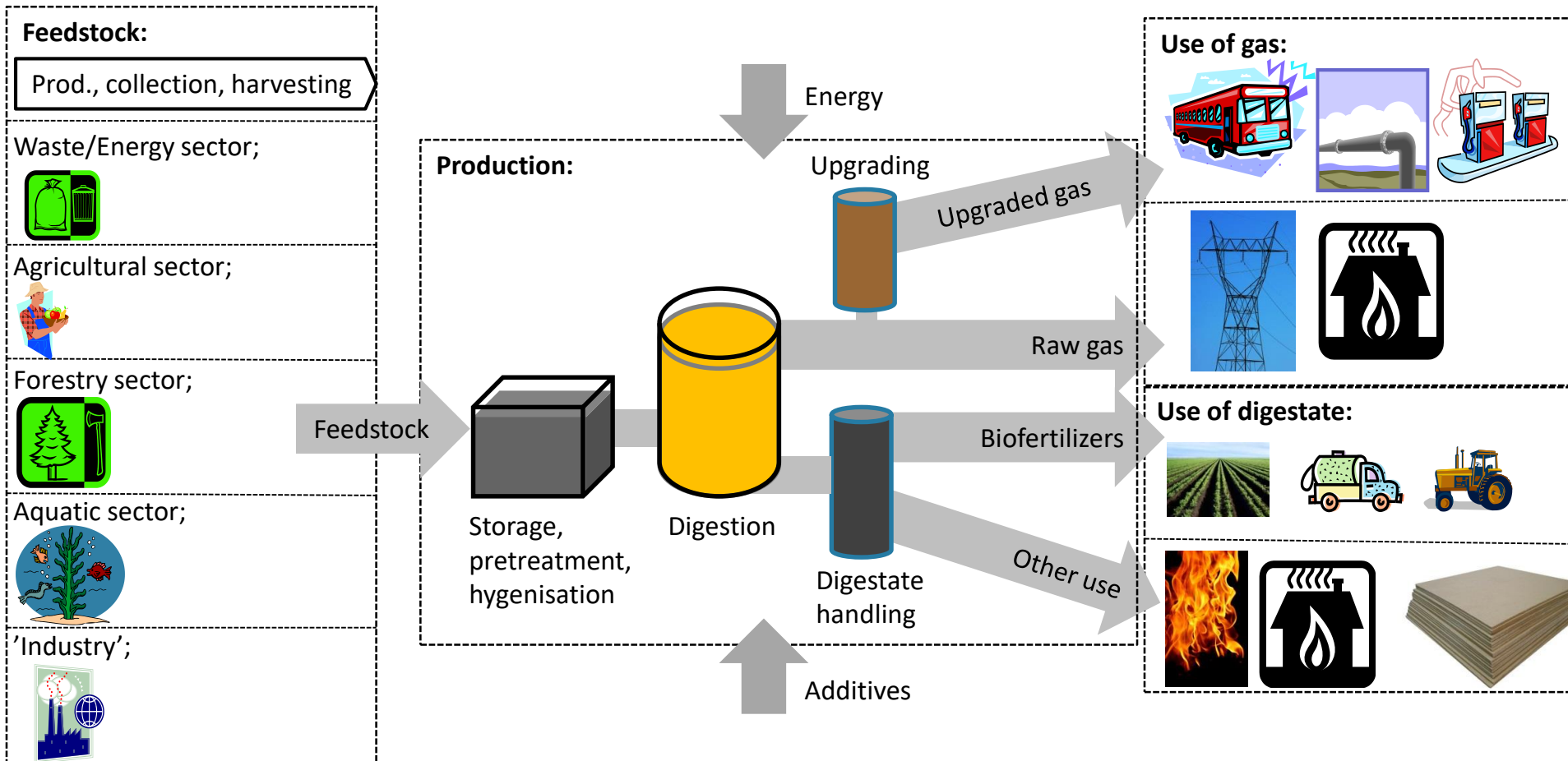
Use of gas:



Use of digestate:



System – bredare perspektiv



Vad innebär "systemforskning"?

- Breda systemperspektiv:
 - Breda systemgränser, t ex hela livscykler
 - Kan också vara ämnesmässig bredd
- Systemanalys: för problemlösning, till beslutsunderlag
- Vetenskapen bidrar med vetenskapliga metoder, underlag, kriterier, kritisk granskning och transparens.
- Biogaslösningars karaktär \leftrightarrow behov av breda och transdisciplinära studier i många sammanhang
 - Minskar risken för suboptimering och problembytten
 - Samoptimering

Vad innebär "systemforskning"?

- Många olika typer av metoder:
 - Etablera realistiska modeller
 - Inventeringsarbete - kartlägger material- och energiflöden samt tillhörande påverkan.
 - Livscykelanalyser (LCA)
 - Energianalyser
 - Livscykelkost-beräkningar (LCC), cost-benefitanalyser
 - Multikriterieanalys (MCA)
- Biogaslösningar: de flesta studierna från 2010 →
 - Mest LCA och ekonomi, få MCA

Syfte med BRC:s systemforskning

Bidra till kunskap och kompetens om existerande och potentiella biogaslösningars resurseffektivitet, med följande delsyften:

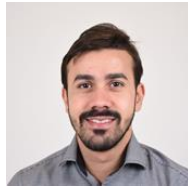
- Utveckla och anpassa mått och metoder till analys av biogaslösningars resurseffektivitet genom;
 - Lämpliga och samhällsrelevanta modeller av komplexa system
 - Konstruktion av relevanta scenarier för analys
 - God hantering av osäkerheter
- Generera kunskap om kritiska faktorer avseende prestanda (Key Performance Indicators, KPI)
 - Dra nytta av KPI:s
- Generera kunskap väsentliga drivkrafter och hinder för biogaslösningar (Key Feasibility Indicators, KFI)
- God kommunikation, inklusive visualisering

Systemforskningen skall bidra till bättre kunskap om var biogaslösningar är rimliga, vilken typ av biogaslösningar som är mest effektiva, vilka faktorer som främst påverkar prestanda och genomförbarhet, samt **bidra till mer välgrundat beslutsfattande**.

BRC:s systemforskning

- Har visat på stora behov i samhället av breddade perspektiv och ökade kunskaper
- Det handlar bland annat om:
 - Att flytta fokus från avgasrör till emissioner i ett livscykelperspektiv, samt från motoreffektivitet till primär energianvändning
 - Att inkludera mer än klimat/koldioxidekvivalenter, dvs ta hänsyn till fler miljöpåverkanskategorier
 - Multidisciplinära angreppssätt där forskningen tar hänsyn till fler perspektiv och kunskapsområden
 - Att bättre hantera osäkerheter
- Kännetecknen: "bottom-up", fokus på praktiska fall

Forskare



Igor



Axel



Marcus



Sofia



Thomas



Emma



Linda



Åke



Maria



**BRC
Systems**



Karin



Magnus



Mats E.



Mats S.

Niclas



Jonas



Stefan
Roosbeh



RP2: Strategisk multikriterieanalys av biogaslösningar

- från utvärdering av **substrat** till
andra perspektiv

Biogas Research Center (BRC)

Vision	Resurseffektiva biogaslösningar finns genomförda i många nya tillämpningar och bidrar till en mer hållbar energiförsörjning, förbättrat miljötillstånd och goda affärer						
Utmaningar	Mer biogas	Nya substrat	Nya sektorer	Resurseffektiv produktion	Samhällsvillkor	Affärs-expansion	
Forskningsområden, med övergripande forskningsfråga	Process- och Teknikutveckling <i>Annika Björn</i>		System <i>Jonas Ammenberg</i>		Samhälle <i>Stefan Anderberg</i>		
	Vilka är de viktigaste förändringarna av biogasprocesserna som skulle leda till mer lönsamma biogasföretag?		Vilka är de kritiska faktorerna som skulle förbättra resurseffektiviteten hos befintliga och nya biogaslösningar och hur kan osäkerheten om nya lösningar hanteras?		Under vilka affärsmässiga och institutionella villkor skulle en expansion av biogaslösningar ske i nya sektorer, marknader och regioner?		
Delområden	Förbehandling	Rötning	Digestathantering	Nya substrat och sektorer	Resurseffektiv produktion	Aktörer och marknad	Nya sektorer och marknader

Syfte

- Vilka substrat är lämpliga för biogasproduktion?
 - Även biogödsel!
- Utveckla MCA-metod för utvärdering
- Tillämpa metoden - substratutvärdering
- Öka kunskapen om substrat och substratutvärdering
- Samla in och strukturera relevant information för att **underlätta översikt och välgrundat beslutsfattande**



Deltagare, bidragande

- Environmental Technology and Management, LiU; Mats Eklund and Roozbeh Feiz
- Thematic studies, Environmental change, LiU; Bo Svensson
- Biology, LiU; Karin Tonderski

- Biototal; Julia Fransson, Tomas Kjellquist and Mattias Persson
- Lantbrukarnas Riksförbund (LRF); Erik Erjeby, Mattias Karlsson & Kristian Petersson
- Lantmännen; Sofie Villman
- NSR Produktion; Irene Bohn
- Rena Hav; Bengt Gunnarsson & Joel Oresten
- Scandinavian Biogas; Anneli Ahlström & Johan Larsson
- Swedish Biogas International; Sven-Göran Sjöholm
- Tekniska Verken; Jan Moestedt, Sören Nilsson Påledal
- Västerviks Kommun; Bruno Nilsson; Gun Lindberg & Dennis Wiström

Key area	Key questions	Indicators
1. Biomethane yield and suitability for anaerobic digestion	-Is this feedstock good from a strict biomethane yield perspective? -Is this feedstock suitable for anaerobic digestion?	-Biomethane yield -Suitability for anaerobic digestion
2. Nutrient content and suitability for biofertilizers	-Is this feedstock good from a strict nutrient content perspective? -Is this feedstock suitable for biofertilizer production?	-Nutrient content -Suitability for biofertilizers
3. Accessibility	-Is the feedstock good considering the physical and geographical accessibility?	-Geographical and physical accessibility
4. Amount of biomethane	-Is the estimated total amount of this feedstock large enough to significantly contribute to the total biomethane production?	-Amount of biomethane
5. Amount and value of biofertilizers	-Is the estimated total amount of this feedstock large enough to significantly contribute to nutrient recycling?	-Amount of nutrients
6. Technological feasibility	-Are the needed technologies and infrastructures available and applicable considering the whole life-cycle for biogas and biofertilizers produced from this feedstock?	-Technological feasibility
7. Profitability or cost efficiency	-Is biogas and biofertilizer production from this feedstock contributing to profitability or cost efficiency for the producer (also considering other products and services/effects)?	-Profitability or cost efficiency
8. Control and competition	-Is it possible for the biogas and biofertilizer producer to control or secure provision of this feedstock, and is it good regarding competing interests (meaning low competition for)?	-Control and competing interests
9. Institutional support and societal acceptance	-Is biogas production from this feedstock supported by the government and other institutions? -Is the public opinion about biogas production from this feedstock positive?	-Level of support and administrative implications -Planning horizon and clarity of business implications -Public opinion
10. Environmental and energy performance	-Is it reasonable from an energy and environmental perspective to produce biogas from this feedstock?	-Greenhouse gas emissions savings -Energy balance -Local/regional environmental impact -Indirect land-use change

Teknisk genomförbarhet - kvalitativt

Very good	<p>Mature technological solutions exist on the market and they are applicable and commonly implemented in a rather optimized way.</p> <p>This means that biogas production from this feedstock is not faced with any technological barriers (no job-stoppers) and there is no underdeveloped technology in any stage of the life cycle.</p>
Good	<p>Technological solutions exist on the market and they are applicable and implemented, but there are områden that could improve.</p> <p>This means that biogas production from this feedstock is not faced with any technological barriers (no job-stoppers), but there are a few underdeveloped technologies that could be improved.</p>
Satisfactory	<p>Technological solutions exist on the market and are applicable and implemented, but there are områden that should be improved significantly.</p> <p>This means that biogas production from this feedstock is not faced with any technological barriers (no job-stoppers), but there are a few underdeveloped technologies which should be improved significantly.</p>
Poor	<p>The technological solutions that exist on the market are not applicable, OR are very inefficient.</p> <p>OR</p> <p>No technological solutions exist on the market, but there are promising research/development activities that are expected to solve the problems within a period of 10 years.</p> <p>This means that biogas production from this feedstock is faced with technological barriers (some job-stoppers) and there are many underdeveloped technologies that need to be improved significantly.</p>
Very poor	<p>No technological solutions exist on the market.</p> <p>OR</p> <p>There are relevant research/development activities ongoing, that could solve the problems, but they are NOT expected to solve the problems within a period of 10 years.</p> <p>This means that biogas production from this feedstock is not feasible.</p>

Näringsinnehåll - kvantitativt

Total-N (kg N/tonne TS)	VG	≥ 100	S	G	G	VG	VG
	G	70-100	S	S	G	VG	VG
	S	30-70	P	S	S	G	G
	P	10-30	P	P	S	S	G
	VP	≤ 10	VP	P	P	S	S
Nutrient Content			VP	P	S	G	VG
			≤ 1	1-10	10-20	20-30	≥ 30
			Total-P (kg P/tonne TS)				

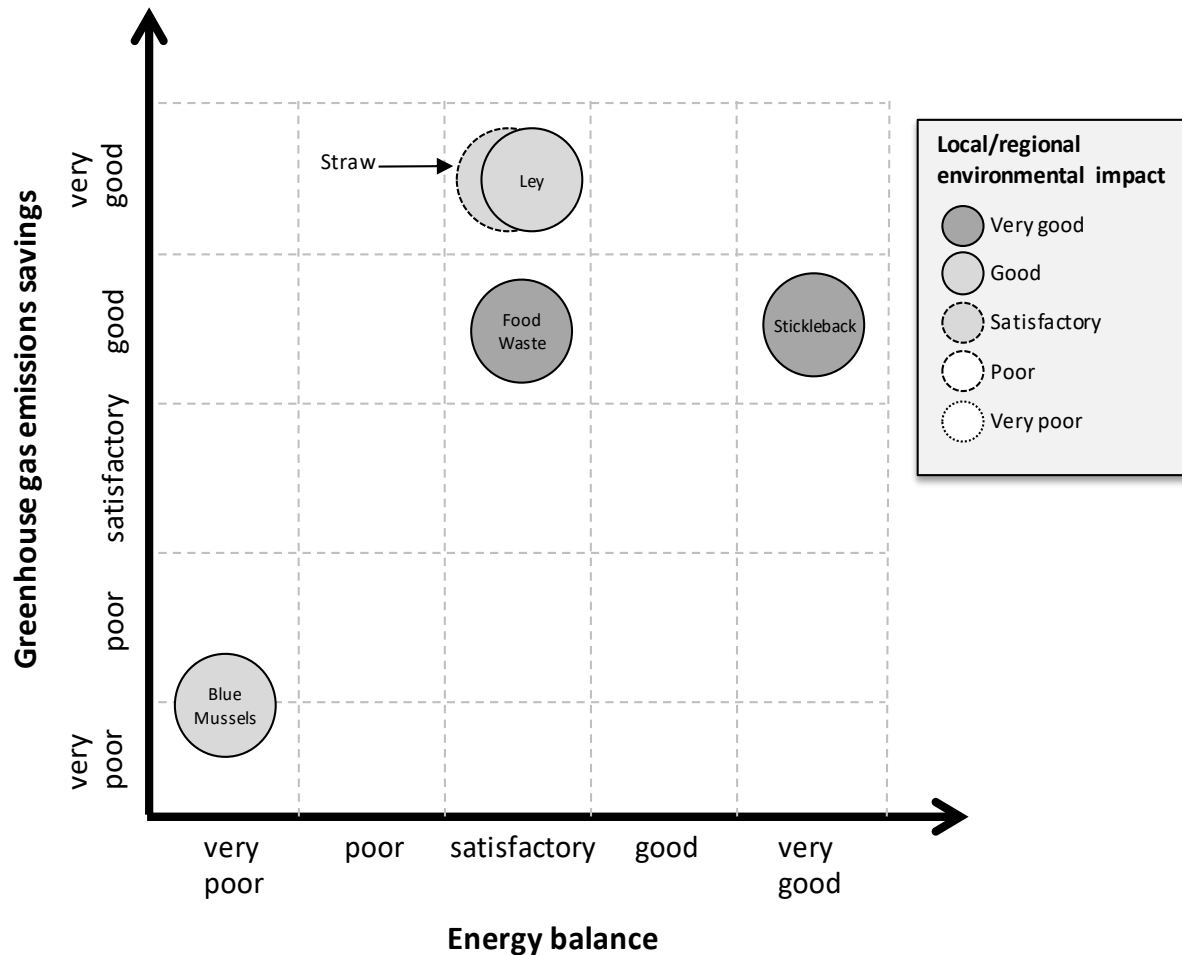
Resultat: Biometanpotential

Biomethane yield			
Feedstock	Assessment	Certainty	Remarks
Ley	Satisfactory (Good)	***	The yield is about 330 m ³ CH ₄ /tonne VS. It can be influenced by the type of the ley mixture, harvest time, and storage conditions.
Straw	Satisfactory (Poor)	***	If pre-treated, the yield can be about 300 m ³ CH ₄ /tonne VS. The gas yield for untreated straw is poor (180-200 m ³ CH ₄ /tonne VS), but can be enhanced by pretreatment and/or co-digestion with manure. The yield is influenced by the types of straw/crops and the theoretical yield also depends on the lignin content of straw.
Blue Mussels	Satisfactory (Good)	**	418 m ³ CH ₄ /tonne VS, but may be lower if the mussels are digested with the shells; that is about 300-330 m ³ CH ₄ /tonne VS.
Household food waste (case)	Good	***	The yield of pretreated food waste is about 471 m ³ methane per tonne VS or 42 m ³ methane per tonne of slurry.
Household food waste (generic)	Good	***	There are several reports estimating the methane potentials to be above 400 m ³ methane per tonne VS for Swedish household food waste. (for example 461 m ³ methane per tonne VS)

Key area	Indicator	Ley (generic)	Straw (generic)	Farmed Blue Mussels (generic)	Food waste (NSR case)	Food waste (generic)
Biomethane yield and suitability for anaerobic digestion	Biomethane yield	satisfactory (good) ***	satisfactory (poor) ***	satisfactory (good) ***	good ***	good ***
	Suitability for anaerobic digestion	good (satisfactory) ***	satisfactory ***	satisfactory **	good ***	good **
Nutrient content and suitability for biofertilizers	Nutrient content	poor-satisfactory ***	very poor ***	poor-satisfactory ***	poor-satisfactory ***	poor-satisfactory ***
	Suitability for biofertilizers	very good ***	very good ***	poor-satisfactory **	satisfactory ***	poor-satisfactory ***
Accessibility	Geographical and physical accessibility	satisfactory ***	satisfactory ***	satisfactory **	good ***	satisfactory -good ***
Amount of biomethane	Amount of biomethane	very good ***	very good ***	poor-satisfactory *	satisfactory ***	very good ***
Amount and value of biofertilizers	Amount of nutrients	very good (satisfactory-good) ***	poor-satisfactory ***	poor (very poor-satisfactory) *	satisfactory ***	satisfactory ***
Technological feasibility	Technological feasibility	good ***	good (satisfactory) ***	satisfactory (poor) **	satisfactory (good) ***	satisfactory (good) ***

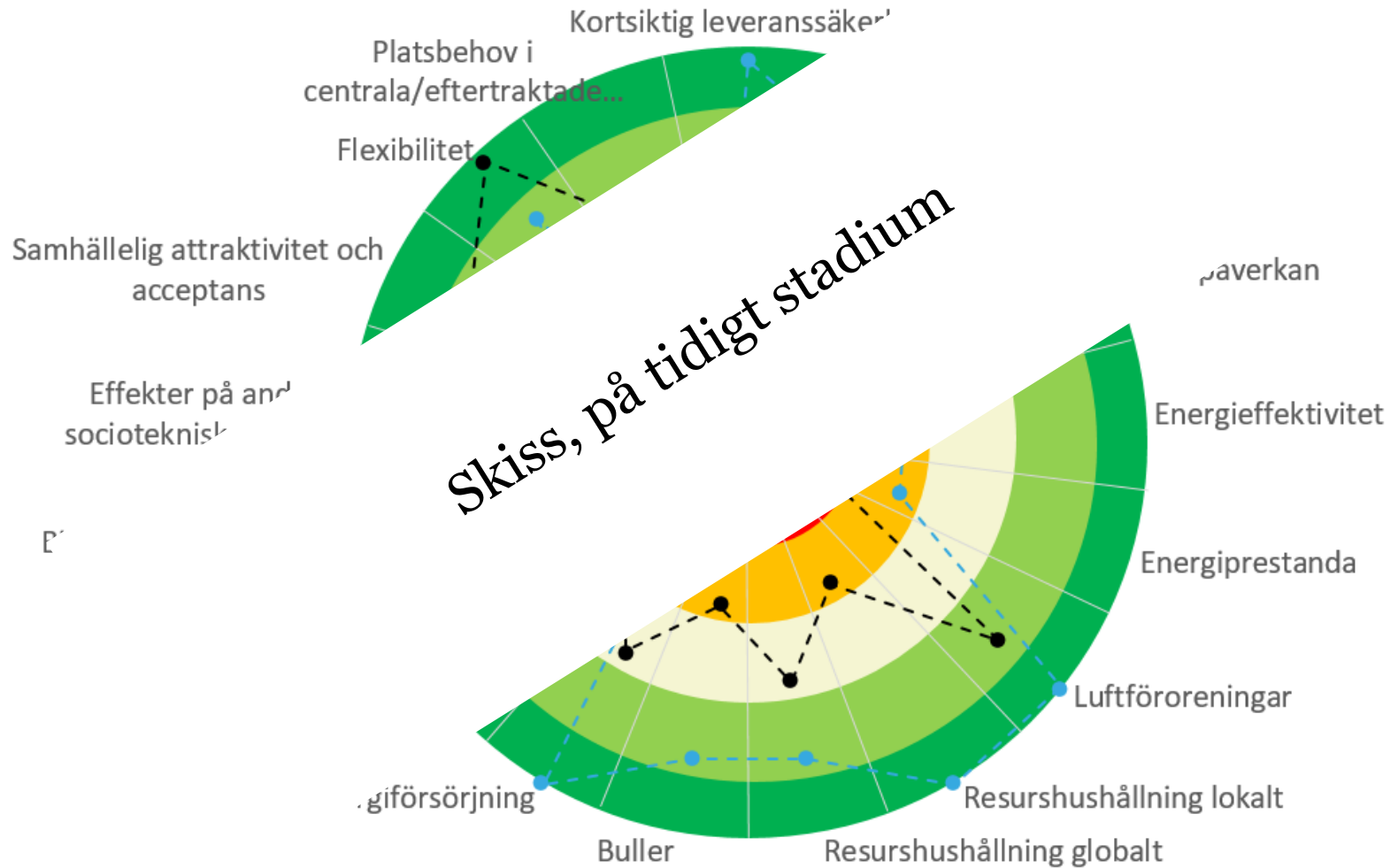
Key area	Indicator	Ley (generic)	Straw (generic)	Farmed Blue Mussels (generic)	Food waste (NSR case)	Food waste (generic)
Profitability	Profitability	poor-satisfactory **	poor (satisfactory) **	poor **	good (satisfactory) ***	satisfactory-good **
Control and competition	Control and competing interests	satisfactory (good/poor) **	good (satisfactory) **	good (satisfactory) **	very good ***	good-very good **
Institutional support and societal acceptance	Level of support and administrative implications	good **	good ***	satisfactory-good *	good (very good) **	good (very good) **
	Planning horizon and clarity of business implications	poor (very poor) **	very poor ***	very poor ***	very poor ***	very poor ***
	Public opinion	satisfactory **	satisfactory **	satisfactory **	very good ***	very good ***
Environmental and energy performance	Greenhouse gas emissions savings	very good **	very good **	poor-very poor *	satisfactory-very good **	satisfactory-very good **
	Energy balance	satisfactory **	satisfactory **	very poor *	very good *	satisfactory (poor-good) **
	Local/regional environmental impact	good **	satisfactory **	good ***	very good ***	very good ***
	Indirect land-use change	satisfactory (good) **	very good **	good **	very good ***	very good ***

Environmental perspective



- Production from food waste, stickleback and straw - good performance;
 - ✓ Sustainable straw removal rate
- Blue mussels - challenging to get a reasonable energy balance;
 - ✓ Shorter transportation distances and shipping the separated mussels (meat and not the shells) can improve this.

MCA för bussar



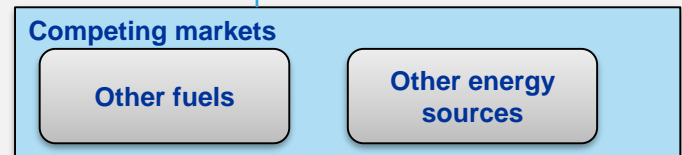
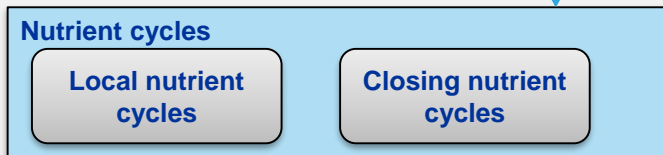
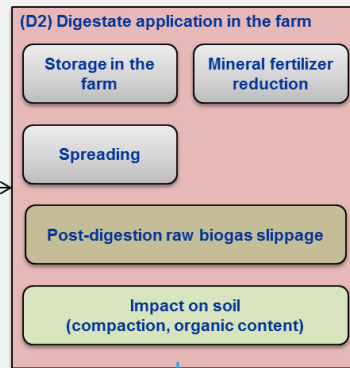
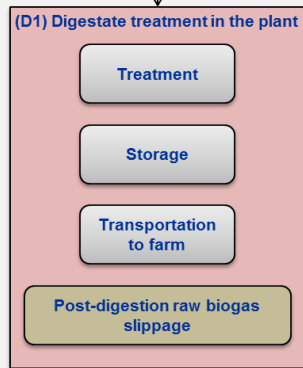
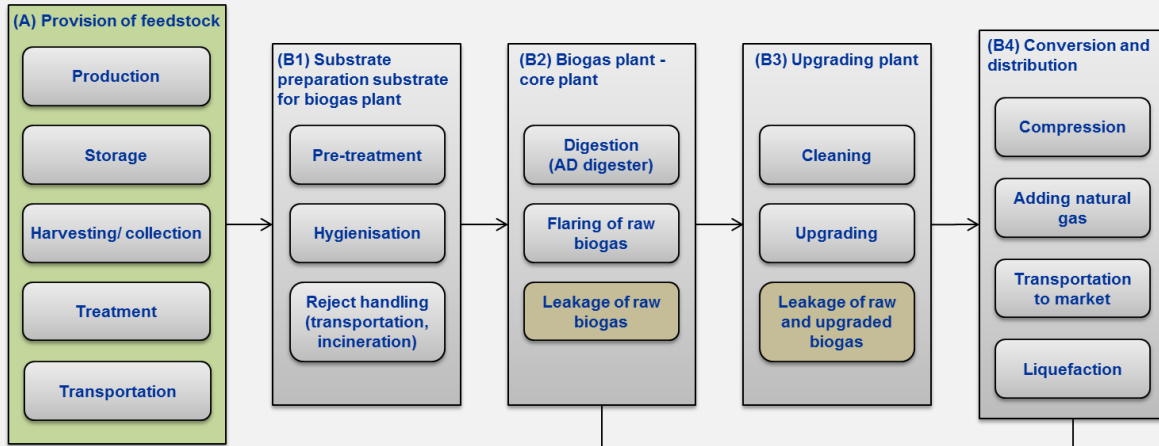
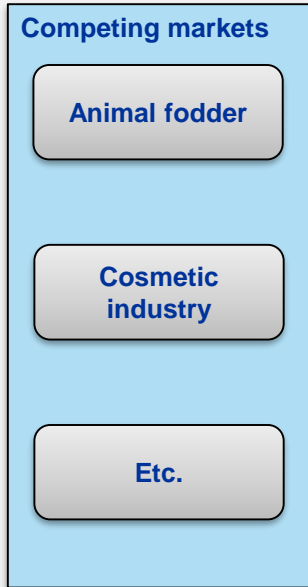
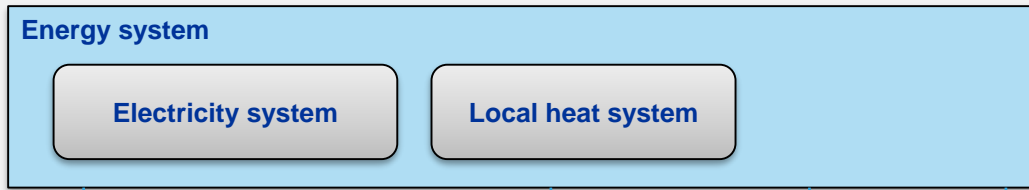
RP3: Kvantitativa systemanalyser för förbättrad resurseffektivitet för olika biogaslösningar

- kritiska faktorer och osäkerhetshantering

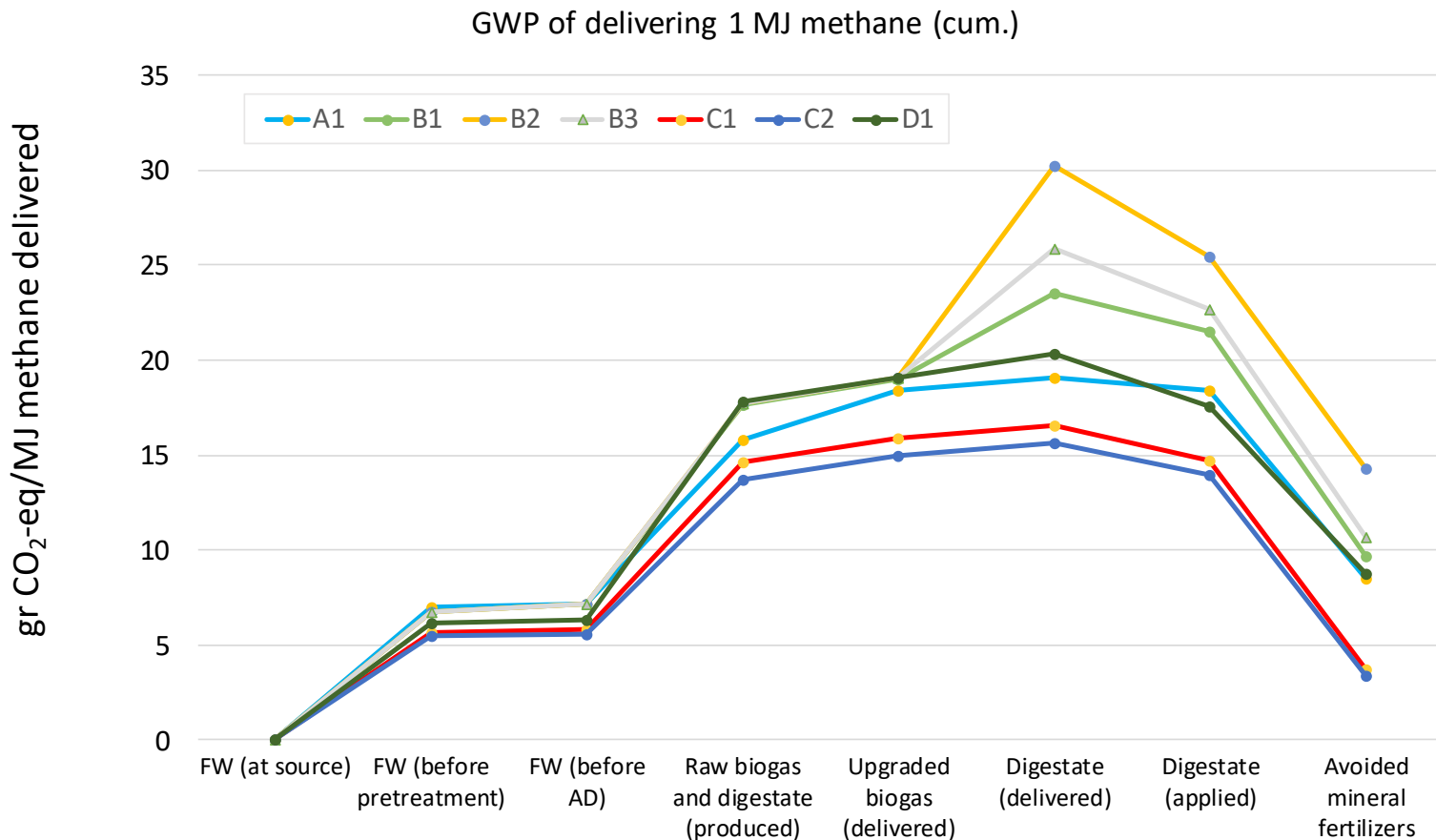
Upplägg för RP3

- Har studerat flera fall, t ex:
 - Biogasproduktion kopplat till pappersindustrin
 - Matavfallsbaserade biogasanläggningar
 - Biogas i ett livsmedelskluster
 - Skogn: pappersindustri, fiskrester, LBG, ...
 - 4 studiefokus:
 - ✓ Miljö, LCA
 - ✓ Ekonomi, aktörsfokus
 - ✓ Energi; anläggning → LC
 - ✓ Näringsämnen, slutna regionala flöden
- LBG vs CBG

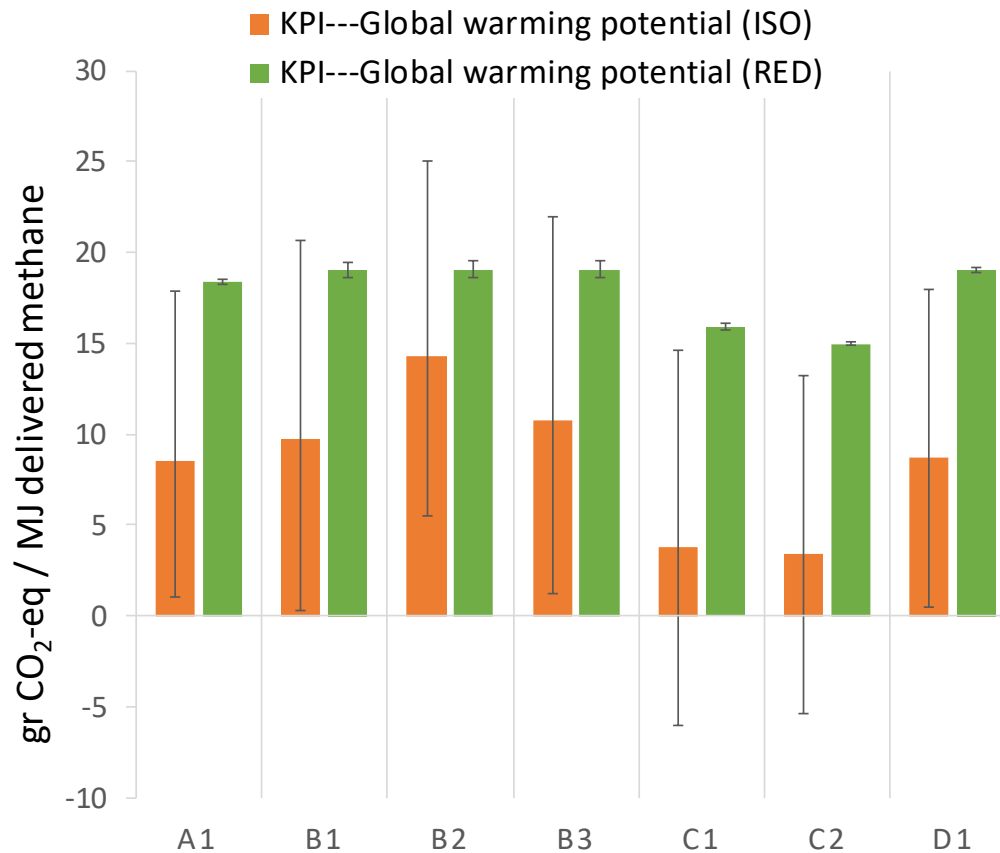
Societal level



Utsläpp av växthusgaser: anläggningar och scenarier



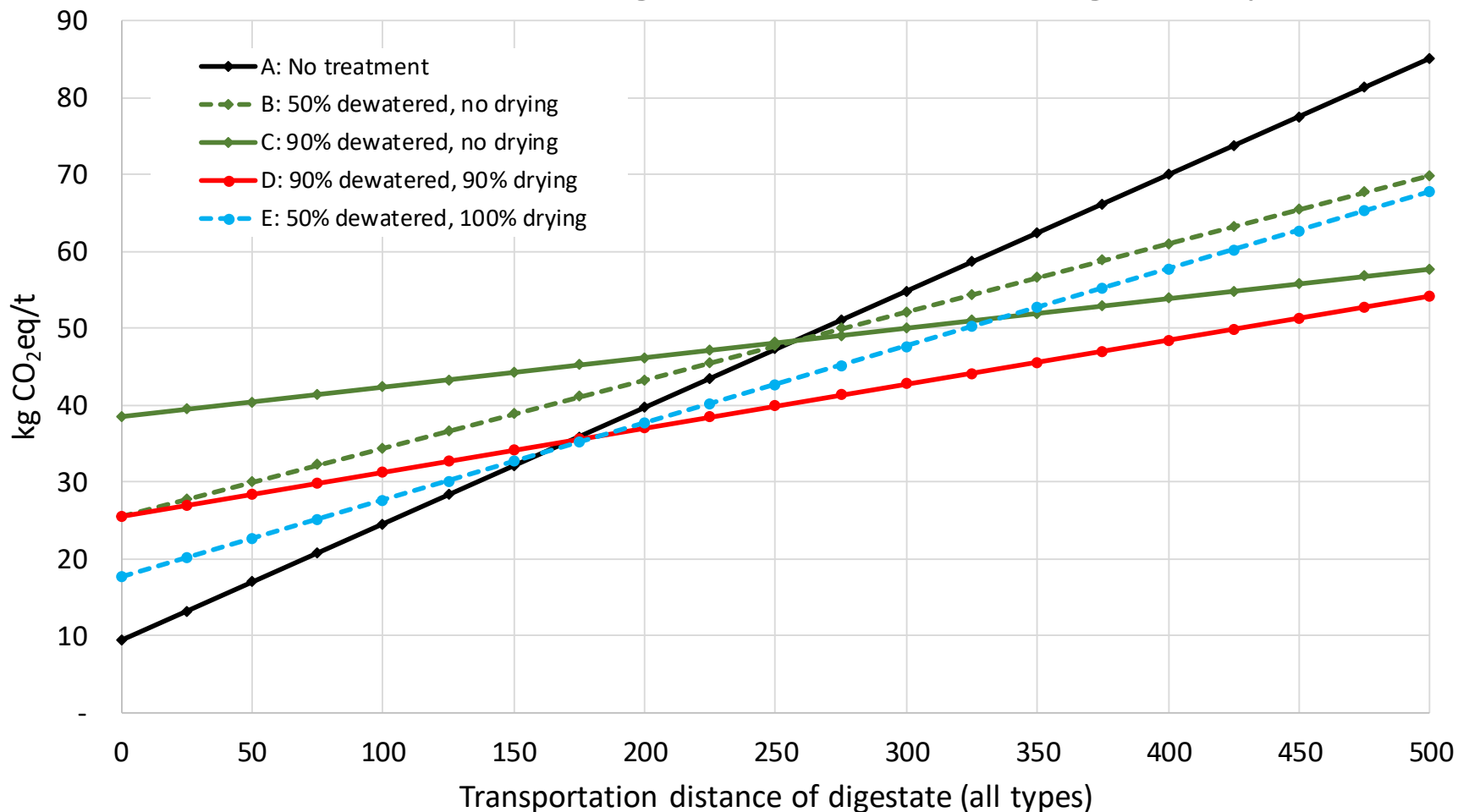
Utsläpp av växthusgaser: ISO, RED, inkl osäkerheter



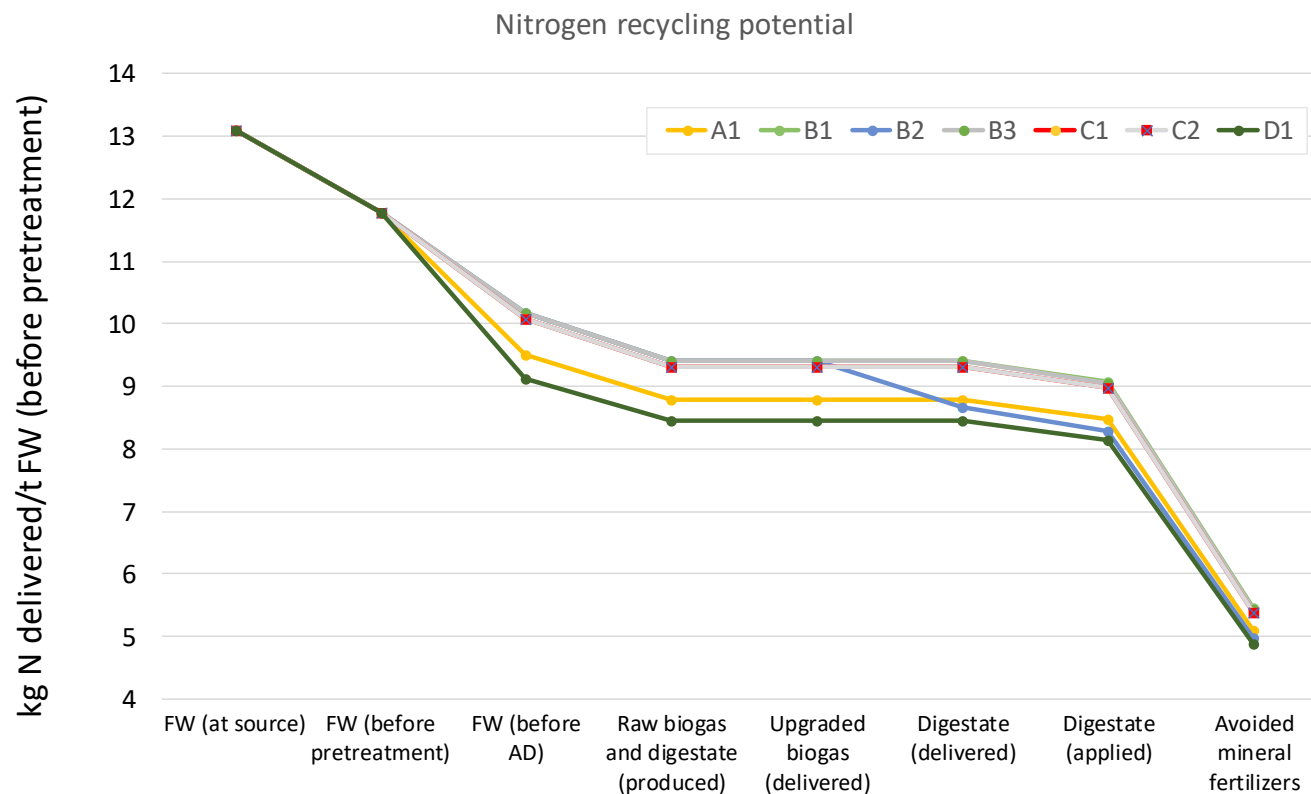
Utsläpp av växthusgaser:

En anläggning, olika digestathantering

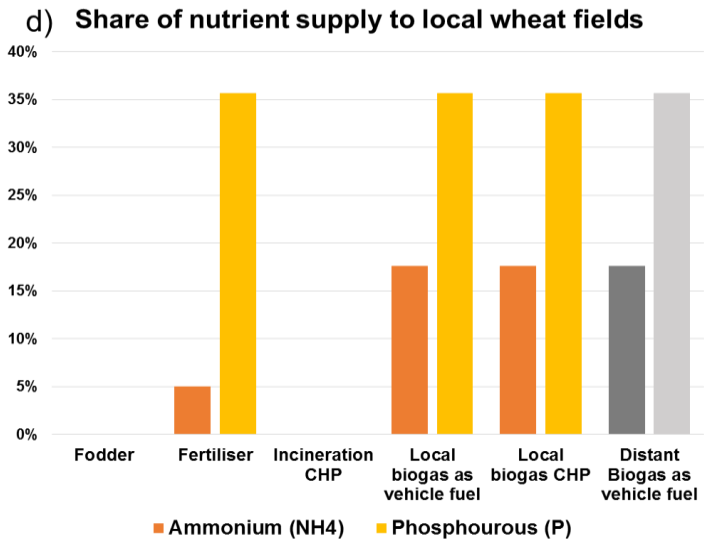
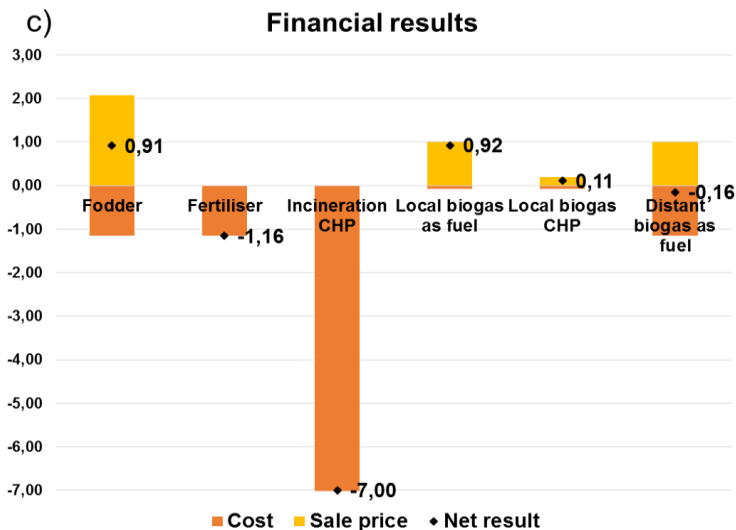
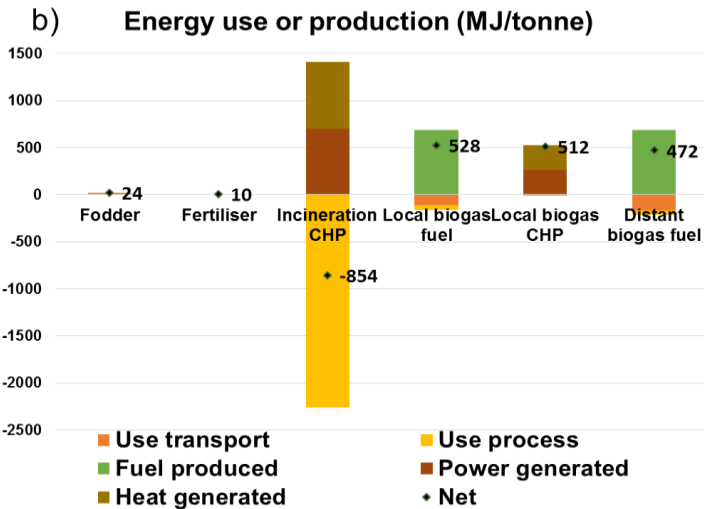
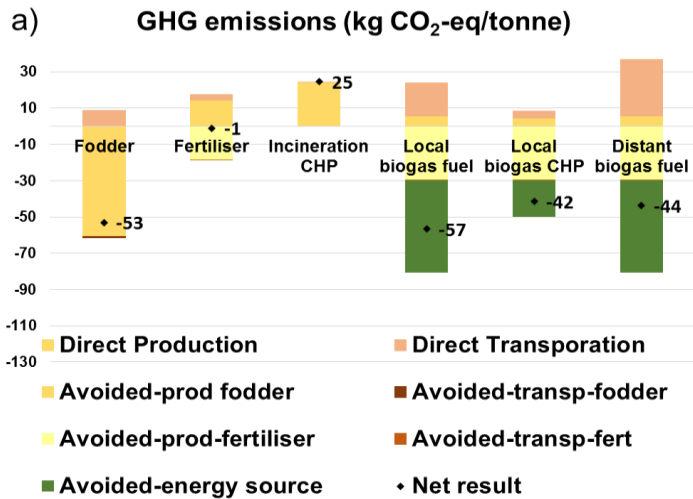
GWP-L3; treatment of digestate from 1 t FW; kg CO₂eq/t



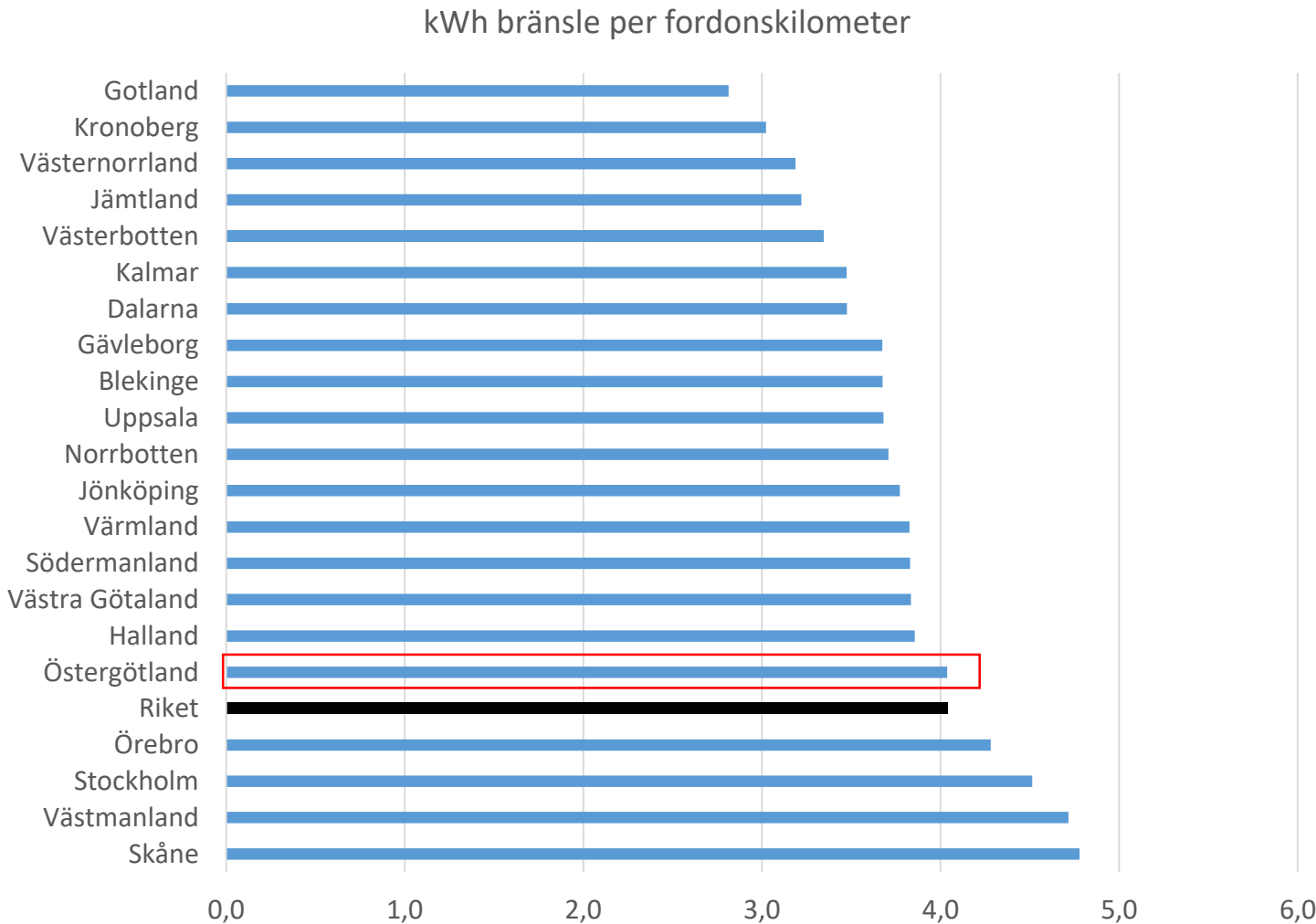
Olika scenarier för näringscirkulering



Olika scenarier för "Lidköping"

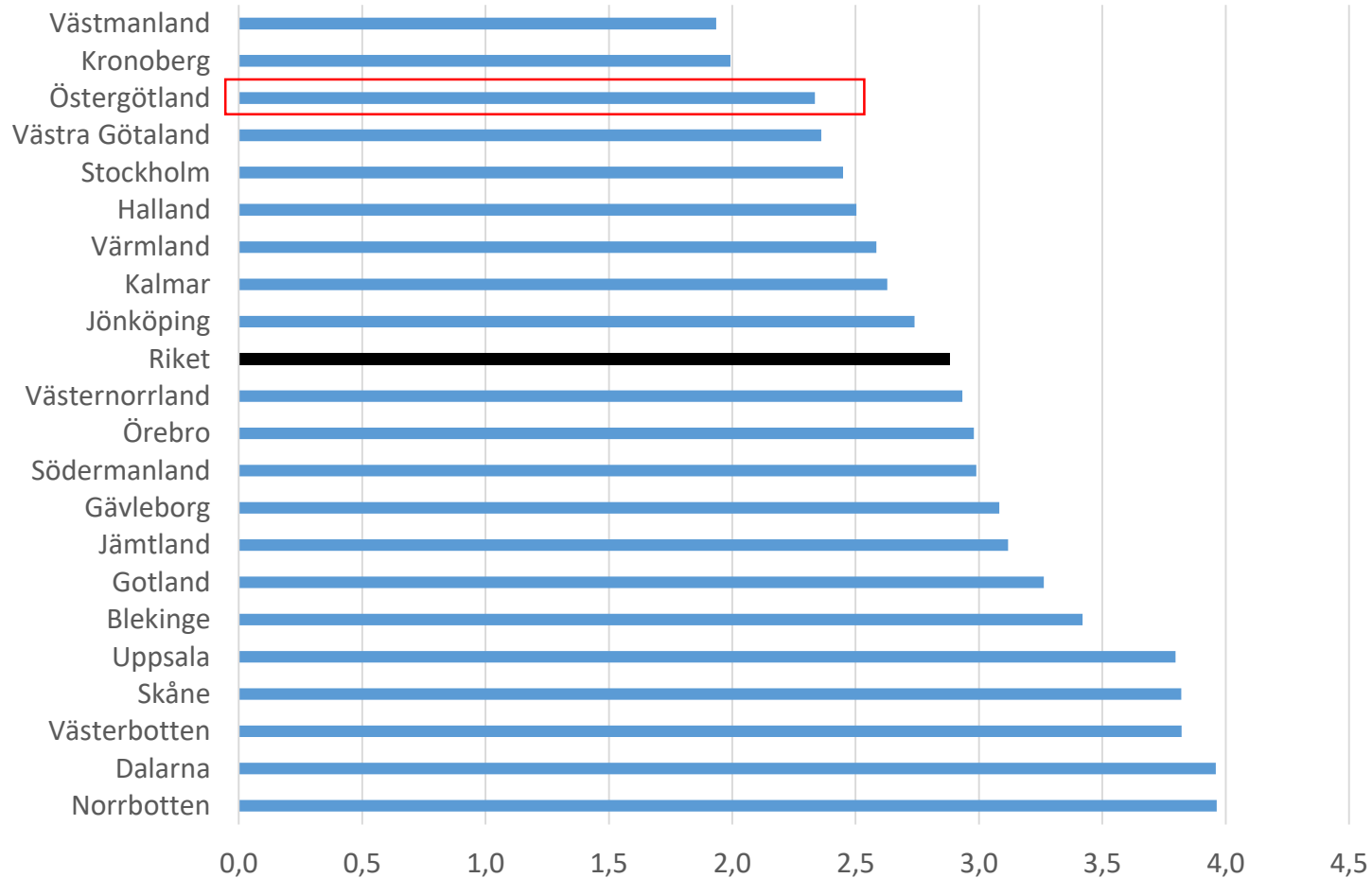


Val av indikatorer ...



Val av indikatorer ...

kWh primärenergi (WTW) per fordonskilometer



Frågor?



www.biogasresearchcenter.se