



Grönt kväve

**Mineralgödselkväve tillverkad av
förnybara råvaror till det svenska
jordbruket**

Förord

Bakgrund

Inom satsningen ”Goda affärer på förnybar energi” finns 25st goda exempel – Framtidsföretag. Dessa 25 företag som alla intresserade landsbygdsföretagare kan besöka kommer att erbjudas hjälp med forskning och utveckling på energi.

Den 20 februari genomfördes en workshop hos LRF i Stockholm dit alla framtidsföretag var inbjudna att delta. Inför workshopen fick alla framtidsföretag en enkät med frågor om sitt energiföretagande. Bland annat ställdes en fråga om vilka områden som framtidsföretagaren var engagerad i eller intresserad av, resultatet visas i diagrammet nedan.

På workshopen arbetade deltagarna i grupper och fick i uppgift att skriva ner idéer eller problem de såg inom ett område i taget. .

Efter workshopen har JTI arbetet med att sammanställa de idéer som uppkom under workshopen och undersökt vad som är möjligt att gå vidare med i form av projekt.

Fou-projekt inom ramen för Goda affärer på förnybar energi

Nio stycken utvecklingsprojekt inom framtidsföretag beslutades genomföras. Projekten syftar till att öka lönsamheten bland landsbygdsföretag och samtidigt minska beroendet av fossila bränslen.

JTI har fått i uppdrag att genomföra projekten. Idéerna har inhämtats utifrån de workshops som hållits med deltagarna i framtidsföretag

En av de frågeställningar som framkom var vilka möjligheter det finns att framställa ”grönt kväve” med hjälp av förnybar energi. Jti har undersökt vilken kunskap som finns i dagsläget och sammanställt i denna rapport.

Mineralgödselkväve tillverkad av förnybara råvaror till det svenska jordbruket

Andras Baky, JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik

Inledning

Mineralgödselkväve framställs i dag till allra största del från ammoniak (NH_3). Ammoniak är en baskemikalie som produceras i stora kvantiteter. År 2011 producerades ca 135 Mton kväve i ammoniak, vilket motsvarar drygt 164 Mton NH_3 . Den största andelen av ammoniak används vid produktion av mineralgödsel, drygt 80 % av världsproduktionen av ammoniak används för att producera gödselmedel (Al-Rudainy m fl., 2011).

Det svenska jordbruket använder i dag ca 5,9 TWh direkt energi som diesel, el, eldningsolja samt fasta och flytande biobränslen (Ahlgren m fl., 2011). Utöver denna direkta energianvändning har jordbruket även en indirekt energianvändning. Den indirekta energianvändningen är den energi som används för att utvinna, producera och distribuera de förnödenheter (mineralgödsel, ensilageplast, kalk, utsäde mm.) som jordbruket använder till sin produktion men sker utanför det enskilda företaget. Indirekt energianvändning är i storleksordningen 3,3 TWh och mineralgödsel utgör 56 % av den indirekta energianvändningen (Ahlgren m fl., 2011).

Försäljningen av mineralgödselkväve i Sverige har varierat mellan 142-187 kton under åren 2005-2012 och i medeltal under den tidsperioden har 163 kton sålts årligen. Till Sveriges trädgårds- och jordbruk såldes säsongen 2011/12 148 kton N (SCB, 2013). 91 kton såldes som enkla gödselmedel och 57 kton N i sammansatta gödselmedel (Jordbruksverket, 2013).

Ur energi och klimatperspektiv är det intressant för jordbruket att finna vägar till att producera mineralgödselkväve från råvaror som man själv kan tillhandahålla. Det skulle kunna minska jordbrukets sårbarhet genom att beroendet av importerad mineralgödsel minskar samtidigt som jordbruket blir mer resurseffektivt. Kväve i form av mineralgödsel är i dag uteslutande fossil till sitt ursprung. I längden är detta inte en hållbar produktion då fossil råvara är en ändlig resurs.

Om jordbruket själv tillhandahåller råvaran för att tillverka mineralgödsel eller andra kväveprodukter blir jordbruket självförsörjande med kväve som växtnäring. I det korta perspektivet är det med största sannolikhet inte ekonomiskt lönsamt att producera kväve från förnybara råvaror. Förutom att som i dag använda fossil energi för att producera mineralgödsel kan produktion ske genom att biomassa förgasas eller rötas till metan och ersätter naturgas som syntesgas. Elektrolys av vatten kan vara en annan väg att producera den vätgas som används i processen för att producera den främsta byggstenen ammoniak. Förnybar elektricitet kan produceras via vindkraft, solkraft eller kraftvärmeproduktion. Det finns även möjlighet att använda alger och andra fotosyntetiserande växter för att producera vätgas som sedan skulle kunna användas för att producera kväve.

Möjligheter för det svenska jordbruket att bli självförsörjande av mineralgödselkväve kan framkomliga vägar vara att tillhandahålla råvara till förgasning, rötning eller kraftvärmeproduktion (elen används till elektrolys av

vatten som ger vätgas). Jordbrukets har även möjlighet att bli elproducent via vind- och solkraft.

Att producera Ammoniumnitrat (AN) är en väg framåt och andra möjliga lösningar för jordbruket att utnyttja lättillgängligt N är att använda ammoniak som en direkt källa till växtnäring antingen genom att injicera vattenfri ammoniak eller genom att sprida ammoniak löst i vatten, ca 25 % lösning. Ett alternativ är att producera urea som internationellt är världens vanligaste gödselmedel.

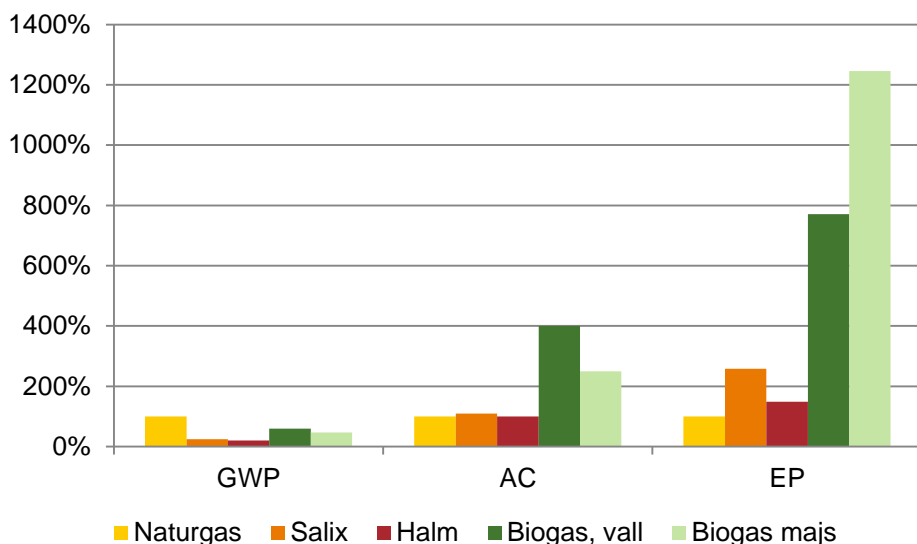
Produktion av mineralgödselkväve

Mineralgödselkväve i form av AN produceras i dag till största del från naturgas, men även en viss andel kol och olja används. Naturgas är både råvarubasen och bränsle till processen. Naturgasen förgasas och syntesgasen används för att producera vätgas som i sin tur utgör ena byggstenen i ammoniak (NH_3). Ungefär hälften av den ammoniak som produceras och används för tillvekning av AN processas vidare till salpetersyra (HNO_3). Ammoniaken tillsammans med salpetersyran processas till AN.

Produktion av mineralgödselkväve tillverkad från NH_3 som har sitt ursprung i förgasning av biomassa har studerats av Ahlgren m fl., (2008, 2011 & 2012). Salix och vetehalm var de biomassor som studerades. Beräkningarna visar på att det finns en potential att producera 3 900 kg AN från 1 hektar Salix och 1 615 kg AN från halm bärgad från 1 hektar. Potentialen är den beräknade nettoproduktionen efter det att biomassans eget behov av kväve är tillgodosett.

Produktion av minergödselkväve framställd via biogas har studerats av Ahlgren m fl. (2010) och Al-Rudainy m fl. (2011). Beräkningar från Ahlgren m fl. (2010) visade på att rötning av 1 hektar vall kan ge upp till 1 680 kg kväve som AN och rötning av 1 ha majs kan ge 3 510 kg kväve via reformering av metan i biogas.

Att producera vätgasen som används vid ammoniaksyntesen genom elektrolys av vatten är en annan möjlig lösning att tillverka kväve som är förnybar till sitt ursprung. I detta fall är det hur och från vad elen produceras som är avgörande för processen. Intressant elproduktion är bl. a vindkrafts el alternativt el från solenergi. I Ahlgren m fl. (2011) undersöktes möjligheten att producera AN via elektrolys i vatten. Elektriciteten producerades dels som stor- eller småskalig vindkraft, via kraftvärmeproduktion där halm alternativt Grot användes till förbränningen samt termisk förgasning.



Figur 1. Bidraget till miljöpåverkan klimat (GWP), försurning (AC) och övergödning (EP) i förhållande till AN producerad från naturgas, beräknad från Ahlgren m fl. (2008) och Ahlgren m fl. (2010).

Störst bidrag till klimatpåverkan kommer från AN tillverkad från naturgas (Figur 1). Orsaken är att naturgasen som både är råvara och bränsle i processen är fossil till sitt ursprung. Den stora klimatpåverkan uppstår när NH_3 syntetiseras till salpetersyra (HNO_3). I den processen sker det stora utsläpp av lustgas (N_2O) och ger en betydande del av klimatpåverkan som belastar AN.

Användning av kvävegödsel

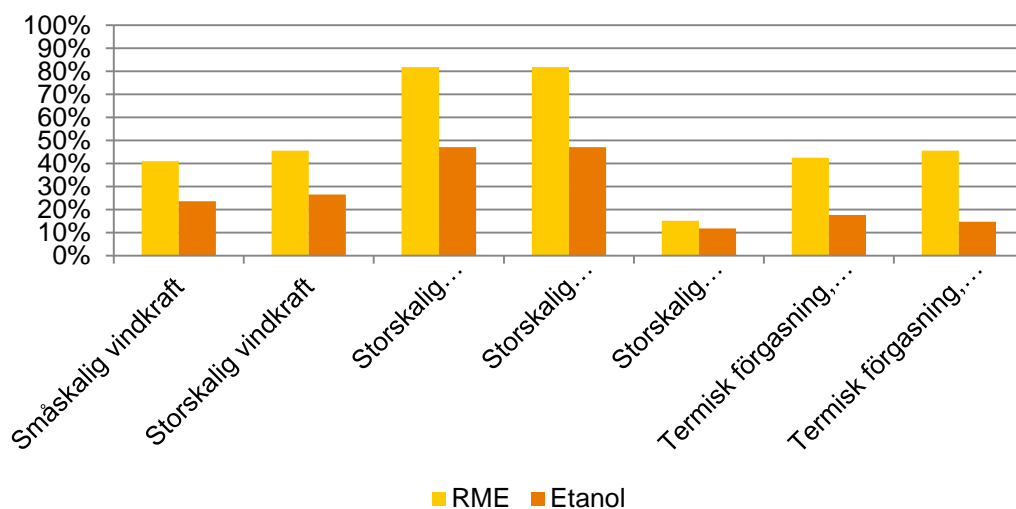
Användningen av kvävegödsel inkluderar många aspekter; det uppkommer olika kostnader beroende på spridningsteknik, olika typer av kvävegödsel har olika gödslings effektivitet och kan också ge upphov till spridningsförluster till luft och vatten. Nedan redogör vi kort för en initial litteraturstudie som är hämtad från en ansökan till SLF år 2013 inlämnad av SLU, JTI och LTH.

Larsson (1976) studerade de tekniska aspekterna med att hantera flytande kvävegödsel på gård avseende leverans, lagring, hantering på gård samt spridning i fält. Det konstaterades att det mycket väl gick att använda existerande lantbruksspruta för att sprida flytande gödselmedel och stora kapaciteter kunde nås. Det identifierades ett behov av teknikutveckling på ramp, hjul samt utrustning för styrning och dosering. Slutsatsen i projektet var dock att tekniken fungerade väl och att pris och växtnäringaspekter styr mer än tekniktillgång.

Yngvesson (1991) redovisade en jämförelse mellan att sprida flytande ammoniak och kalkammonsalpeter ($\text{N}28$). Två försök genomfördes varav ett med höstvet där medlen spreds i växande gröda och ett med vårvete, där gödseln nedmyllades före sådd. Slutsatsen blev att väl myllat före sådd är flytande ammoniak fullt jämförbart med andra N-gödselmedel. Även Nilsson (1989) visade på små skillnader i skörd och kvalitet i höstvet mellan NH_3 och $\text{N}28$, med en viss fördel för NH_3 . Nedmyllning av NH_3 är avgörande för att minimera förluster av N. Även förhållandena i fält påverkar då det finns en risk för brännskador på grödan när NH_3 sprids under torra förhållanden (Nilsson, 1989).

Gruvaeus m fl. (2001) undersökte spridning av flytande N (Axess NS 27-3) jämfört med kalksalpeter och konstaterade att flytande N hade en kväveeffekt som i medeltal var lägre än kalksalpeter. Slutsatsen var att ca 10-15 % mer N i flytande form måste tillföras jämfört kalksalpeter för att nå samma kväveeffekt på de studerade grödorna.

Det finns en intressant koppling mellan kväve producerad från förnybar råvara eller energi och förnybara drivmedel från jordbruket som t ex. etanol och RME. Att producera exempelvis grödor som höstraps och vete med kväve med förnybart ursprung kan minska drivmedlens bidrag till klimatpåverkan. Ahlgren m fl. (2011) beräknade minskningen av bidraget till växthuseffekten när höstraps och höstvetet gödslades med AN tillverkad via olika förnybara energibärare (Figur 2).



Figur 2. Procentuellt minskade emissioner av växthusgaser från 1 MJ RME och 1 MJ etanol beroende av hur kvävegödsel till gröda är producerad. Emissioner anges i förhållande till gröda gödslad med kväve producerad från naturgas (100 %)

I dagsläget har produktion i mindre skala av olika kvävegödsel från förnybara råvaror svårt att konkurrera med mineralgödsel tillverkad av fossila råvaror. Stora anläggningar med hög kapacitet som använder en råvara som är förhållandevis billig. Kvävepriset i Sverige ligger i dagsläget omkring 11 kr per kg N (Jordbruksverket, 2012), vilket gör att produktionspriset troligen är lägre. Produktionspriset för kväve producerad med småskalig vindkraft (2 MW) och elektrolys i vatten gav ett kvävepris kring 40 kr per kg N. Storskalig förbränning med CHP gav däremot ett kvävepris på 8 kr per kg vilket är mer konkurrenskraftigt med kväve från naturgas (Ahlgren, 2011). Al-Rudainy m fl. (2011) kom fram till att en anläggning som producerar 16 000 ton NH_3 per år med metan från biogasanläggningar skulle kosta ca 43 % mer än konventionellt producerad NH_3 .

Möjligheter och behov

Frågeställningar i samband med produktion av förnybart kväve som gödselmedel till jordbruket är många, bl. a. bör följande vara intressanta att utreda vidare

- Anläggningars skala: Ska jordbrukaren eller jordbrukarna själv producera exempelvis NH_3 och använd direkt eller ska jordbruket vara en leverantör av råvaror för storskalig produktion
- Vilka produkter är intressanta för jordbruket om kväve tillverkas förnybar råvara eller energi? Är det intressant att driva produktionen ända till AN i form av granuler eller stannar processen vid NH_3 alternativt urea.
- Sprida NH_3 som rent gödselmedel: vilka effekter har användning av vattenfri ammoniak eller ammoniak löst i vatten på kväveeffektivitet och emissioner av NH_3 och N_2O ?
- Sprida NH_3 tillsammans med organiska gödselmedel, optimera N/P-kvot.
- Teknik för att lagra, hantera och sprida vattenfri NH_3 eller NH_3 i vattenlösning
- Miljö och energibesparing om producerad NH_3 används direkt jämfört med att använda mineralgödsel.
- Arbetsmiljö för jordbrukaren om vattenfri NH_3 används. Hantering på gård både om NH_3 köps in, produceras på gården eller i liten skala gemensamt av flera gårdar.
- Grundläggande data finns för minskad klimatpåverkan vid produktion av biodrivmedel om kväve kommer från förnybara processer. Intressant är att relatera dessa till olika certifieringssystem som exempelvis hållbarhetskriterier för flytande och gasformiga drivmedel.
- Behov av mer detaljerade kostnadsberäkningar för anläggningar i mindre skala än dagens konventionella produktion av NH_3 och kvävegödsel i olika former.
- Prisutveckling och tillgång till kvävegödselmedel producerade från fossila råvaror

Referenser

- Al-Rudainy, B., Dehlin, G., Olsson, J., Sulerhia, O., Vrgoc, F., 2011, Framställning av ammoniak ur metan från biogasanläggningar, LTH, <http://www.chemeng.lth.se/ket050/Finalreport2011/Nymolla.pdf>
- Ahlgren, S., Bernesson, S., Nordberg, Å., Hansson, P.-A., 2010, Nitrogen fertiliser production based on biogas – Energy input, environmental impact and land use, *Bioresource Technology* 101 (2010) 7181-7184
- Ahlgren, S., Baky, A., Bernesson, S., Nordberg, Å., Norén, O., Hansson, P.-A., 2012, Consequential life cycle assessment of nitrogen fertiliser based on biomass – a Swedish perspective, 2012, *Insciences J.* 2012 2(4), 80-101; doi: 10.5640/insc.020480
- Ahlgren, S., Baky, A., Bernesson, S., Nordberg, Å., Norén, O., Hansson, P.-A., 2010, Ammonium nitrate fertilizer production based on biomass – Environmental effects from a life cycle perspective, *Bioresource Technology* 99 (2008) 8034-8041
- Ahlgren, S., Baky, A., Bernesson, S., Nordberg, Å., Norén, O., Hansson, P.-A., 2011, Green nitrogen – possibilities for production of mineral nitrogen fertilisers based on renewable resources in Sweden, Rapport 030, Institutionen för energi och teknik, SLU
- Jordbruksverket, 2012, Riktlinjer för gödsling och kalkning 2013, Jordbruksinformation 12 – 2012, Jordbruksverket
- Jordbruksverket, 2013, Försäljning av mineralgödsel 2011/12, Statistikrapport 2013:07, Jordbruksverket
- SCB, 2013, Försäljning av mineralgödsel för jord- och trädgårdsbruk under 2011/12, MI 30 SM 1301, Statistiska centralbyrån
- Gruvaeus, I., Pettersson, C.G., Carlgren, K., 2001, Flytande kväve till höstvet, Försöksrapport 2001. Ammanställning av resultat från växtodlingsförsök utförda 2000 i O, Pn, Ps R och S län samt medeltal för flera år.
- Larsson, L.-E., 1976, Hantering av klara gödsellösningar, Meddelande nr 363, Jordbrukstekniska Institutet, Uppsala,
- Nilsson, H., 1989, Är flytande ammoniak ett intressant kvävegödselmedel, Kristianstads läns hushållningssällskap, Malmöhus läns hushållningssällskap
- Yngvesson, N., 1991, Flytande ammoniak som kvävegödselmedel – ett prisvärt alternativ väl nedmyllad, Kristianstads läns hushållningssällskap, Malmöhus läns hushållningssällskap