

| | | |
|--|-----------|------------|
| Klimavenlig dyrkning af Vinterraps | Ansvarlig | atch |
| | Oprettet | 29-08-2022 |
| Projekt: 7859, Optimer udbyttet i dine sædskifteafgrøder | Side | 1 af 6 |

Klimavenlig dyrkning af Vinterraps

En signifikant del af Danmarks raps-produktion bruges til produktionen af biodiesel. Brugen af raps til biodiesel reguleres af VE-direktivet (2018/2001/EU). Et af formålene med direktivet er at sikre at biodiesel produceres bæredygtigt. Det er et krav at biodiesel skal reducere emissionerne sammenlignet med fossile kilder med min. 50%. Det er derfor vigtigt at dansk raps produceres så klimavenligt som muligt, hvis dansk raps fortsat skal kunne bruges til biodiesel.

I dette notat er der arbejdet med at belyse mulighederne for at reducere klimaaftrykket i forbindelse med dyrkning af vinterraps. Her fokuseres i første række på at undersøge mulighederne for at justere på kvælstofstrategi og kvælstoftyper og deres effekt på afgrødens klimaaftryk.

Generel praksis ved dyrkning af vinterraps

Der tages i dette notat, med tilhørende klimaberegninger, udgangspunkt i en generel praksis for dyrkning af vinterraps under tre forskellige produktionsformer. Konventionel dyrkning med brug af husdyrgødning, konventionel dyrkning uden brug af husdyrgødning, samt økologisk dyrkning af vinterraps. For den generelle praksis for dyrkning af vinterraps tages udgangspunkt i gødningsstrategier oplyst af Torkild Birkmose. For konventionelle bedrifter er der antaget 3 gødningstildelinger. En gødningstildeling i efteråret (Svinegylle for bedrifter med husdyrgødning og ammoniumnitrat for bedrifter uden husdyrgødning) samt to i foråret. Den første tildeling i foråret antages foretaget med svovlsur ammoniak for bedrifter med husdyrgødning, mens der anvendes NS 26-14 på bedrifter uden husdyrgødning. Den 2. tildeling i foråret antages foretaget med svinegylle (for bedrifter med husdyrgødning) eller ammoniumnitrat (for bedrifter uden husdyrgødning). For økologiske bedrifter er der antaget to tildelinger med svinegylle i foråret. Al rapshalmen antages at være efterladt i marken. Gødningsstrategierne er opgivet i Tabel 1. Der regnes på en JB 6 jord med gødningsnorm 192 når der er korrigeret for rapsens forfrugtsvirkning.

| Tabel 1 | Startgødning | Første tildeling forår | Anden tildeling forår |
|--|---------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Konventionel bedrift uden husdyrgødning | 40 kg N ammoniumnitrat | 65 kg N NS 26-14 | 87 kg N ammoniumnitrat |
| Konventionel bedrift med husdyrgødning | 70 kg N svinegylle | 40 kg N svovlsur ammoniak | 120 kg N svinegylle |
| Økologisk bedrift | | 60 kg N svinegylle | 70 kg N svinegylle |

Emissionskilder fra produktionen af vinterraps

Ved produktionen af vinterraps er der flere forskellige kilder til drivhusgasemissioner. Herunder er beskrevet hvilke emissionskilder der er medtaget i beregningerne.

Direkte emission af lattergas: Ved tilførsel af kvælstof på markerne i form af kvælstofgødning udledes lattergas, når kvælstof omdannes i de bakterielle processer nitrifikation og denitrifikation. I nitrifikationen omdannes NH_4^+ til NO_3^- under iltede forhold, mens NO_3^- omdannes til N_2 under iltfrie forhold ved denitrifikation. Begge processer udleder lattergas. På nuværende tidspunkt benyttes IPCC's emissionsfaktor på 1% for beregning af lattergasemission fra kvælstofgødning. Det vil sige at 1% af det tilførte kvælstof udledes som lattergas.

Produktionen af kvælstofgødning: Der er emissioner forbundet med at producere kvælstofgødning. Hvis der gødes med en handelsgødning antages emissionen at være 3,8 kg $\text{CO}_2\text{e}/\text{kgN}$ for ammoniumnitratgødninger, mens der antages en værdi på 2,8 kg $\text{CO}_2\text{e}/\text{kgN}$ for svovlsur ammoniak. Husdyrgødning anses i dette henseende som et affaldsprodukt. Dermed antages emissionen fra produktionen af husdyrgødning at være 0.

Afgrøderest: Efter høst af vinterrapsen vil der stadig være afgrøderester tilbage i marken i form af rod, stub, evt. halm mm. Afgrøderesterne indeholder kvælstof, hvilket også giver anledning til en udledning af lattergas når kvælstoffet omdannes af bakterier i jorden. Også her regnes med en emissionsfaktor på 1%.

Udvaskning: Når kvælstof udvaskes, regnes også med at en del af den udvaskede kvælstof udledes som lattergas. I dette tilfælde er der regnet med et afgrøde specifikt standardtal for udvaskning i vinterraps på 37 kgN/ha. Emissionsfaktoren for lattergas fra udvaskning er 0,75%.

Ammoniakfordampning: Ved udbringning af kvælstofgødning er der en naturlig fordampning af ammoniak. En del af det fordampede kvælstof antages at blive udledt som lattergas. Lattergasemissionen forbundet med ammoniakfordampning beregnes som den tilførte mængde total N ganget med emissionsfaktoren for ammoniakfordampning på 0,05 kg $\text{NH}_3\text{-N}/\text{kgN}$.

Pesticider: Ved beregning af emissionen forbundet med produktionen af pesticider benyttes et afgrødespecifikt standardtal på 4 kg $\text{CO}_2\text{e}/\text{ha}$ for vinterraps.

Kalk: Brugen af kalk er kilde til en emission af CO_2 , da kalk indeholder kulstof. Ved beregning af emissionen forbundet med kalkning benyttes et standardtal på 170 kg CaCO_3/ha hvilket giver en emission på 75 kg $\text{CO}_2\text{e}/\text{ha}$.

Brændstof: Ved afbrænding af brændstof til markoperationer udledes CO_2 . For beregning af klimaaftrykket fra brændstofforbruget benyttes et standardtal for dieselforbruget i vinterraps på en JB 6 jord på 71 L/ha.

Kulstofbalance: Det der påvirker kulstofbalancen på marken ved dyrkning af vinterraps er bruges af organiske gødninger, udbyttet, og om halmen bjærges eller efterlades i marken. Jo større tilførsel af kulstof til jorden, jo større kulstoflagring og hermed positiv indvirkning på kulstofbalancen.

Virkemidler til en klimavenlig produktion af vinterraps

For at producere klimavenlig raps er der forskellige virkemidler der kan overvejes. I det følgende er der beskrevet hvilke virkemidler der er overvejet i forhold til at producere klimavenligt raps. Det er desuden beskrevet hvilke virkemidler hvor effekten ikke er mulig at udregne.

Brug af nitrifikationshæmmere: Ved at tilsætte nitrifikationshæmmere til al kvælstofgødning reduceres den direkte emissionen af lattergas. Nitrifikationshæmmerne hæmmer de bakterier i jorden der omdanner ammonium til nitrat, hvorved lattergasemissionen bremses. Effekten af nitrifikationshæmmere antages at være 40% på al kvælstof tilført på ammoniumform.

Nedmuldning el. bjærgning af rapshalmen: Ved bjærgning af rapshalmen fjernes kvælstof fra markerne og der vil derfor ses en mindsket lattergasemission. Ved bjærgning af halmen fjernes også en stor del kulstof, hvorfor kulstoflagringen vil mindskes. Som udgangspunkt er det dog et klimavirkemiddel at efterlade halmen i marken, hvilket i stor udstrækning gøres den dag i dag. I de følgende klimascenarier er der dog regnet på bjærgning af halmen, for at illustrere klimaeffekten.

Hvis det i fremtiden bliver praksis at bjærge halmen for at bruge den til biogas, og herefter tilbageføre afgasset biomasse, kan konklusionen eventuelt blive en anden. Det er der dog ikke regnet på, på nuværende tidspunkt.

Øget andel af ammonium-gødning: Ved at erstatte al ammoniumnitrat gødning med svovlsur ammoniak øges ammoniumandel i gødningen fra 50% til 100%. Dette vil bevirke at nitrifikationshæmmere vil virke på al det tilførte kvælstof og ikke kun de 50% som er på ammoniumform, når der tilføres ammoniumnitrat. Øges andelen af ammonium i gødningen samtidigt med tilsætning af nitrifikationshæmmere, vil nitrifikationshæmmernes effekt derfor være større.

Produktionen af svovlsur ammoniak produceres også generelt med et lavere klimaaftryk end ammoniumnitrat, hvorfor der også vil være en effekt at hente på denne post ved at øge andelen af ammoniumgødninger. Det vurderes dog ikke realistisk udelukkende at bruge svovlsur ammoniak pga. restriktioner på udbringningstidspunkter, og udfordringer med tilførsel af for meget svovl. Der er dog stadig regnet på et scenarie hvor al handelsgødning tilføres som ren ammoniumgødning for at synliggøre klimaeffekten, hvis en passende ammoniumgødning skulle udvikles i fremtiden.

Udbringningstidspunkt for kvælstof

Der spekuleres i om udbringningstidspunktet for kvælstofgødning kan øge/mindske lattergasemissionen. Udbringning af kvælstof på våd jord kan øge lattergasemissionen, da iltfrie forhold vil fremme denitrifikationen som normalt er den største kilde til lattergasemission. Våde forhold i marken kan dog både opstå i efteråret såvel som i foråret, så en egentlig anbefaling af øget udbringning af kvælstof i efteråret, kan ikke gives. Det afhænger af klimaforholdene. Udbringningstidspunktet er dog heller ikke noget der kan medregnes i klimaberegninger. Her regnes med en lattergasemission på 1% af det tildelte kvælstof – så her er udbringningstidspunktet underordnet. Det er derfor ikke medtaget som virkemiddel i de nedenstående beregninger.

Udbringningsmetode for husdyrgødning

Husdyrgødning kan udbringes på forskellige måder, som påvirker klimaet forskelligt. Ved at nedfælde gylle er der vist en øget lattergasudledning, men en mindsket ammoniakfordampning, kontra gylle udbragt på overfladen. Det er heller ikke medtaget i de nedenstående klimaberegninger på grund af den gældende emissionsfaktor.

Beskrivelse af scenarier

For at illustrere de forskellige virkemidlers effekt på klimaaftrykket af vinterraps, er der opstillet forskellige scenarier. Der er arbejdet med tre forskellige bedriftstyper – Konventionel uden husdyrgødning (scenarie 1-4), konventionel med husdyrgødning (scenarie 5-7) og økologisk produktion (scenarie 8-9).

Konventionel produktion uden brug af husdyrgødning – normudbytte 44 hkg/ha

Scenarie 1: Udgangspunktet. Kvælstoftildelingen antages som vist i tabel 1. Halmen efterlades i marken.

Scenarie 2: Gødningstildelingen er som udgangspunktet i scenarie 1 med den forskel at der til al gødning er tilsat nitrifikationshæmmere. Halmen efterlades i marken.

Scenarie 3: Gødningstildelingen er som udgangspunktet i scenarie 1 med den forskel at der til al gødning er tilsat nitrifikationshæmmere. Halmen bjærges.

Scenarie 4: Gødningstildelingen er som udgangspunktet i scenarie 1, dog skiftes al handelsgødning til rene ammonium-gødninger. Al gødning tilsættes nitrifikationshæmmere. Halmen efterlades i marken.

Konventionel produktion med brug af husdyrgødning – normudbytte 44 hkg/ha

Scenarie 5: Udgangspunktet. Kvælstoftildelingen antages som vist i tabel 1. Halmen efterlades i marken.

Scenarie 6: Gødningstildelingen er som udgangspunktet i scenarie 5 med den forskel at der til al gødning er tilsat nitrifikationshæmmere. Halmen efterlades i marken.

Scenarie 7: Gødningstildelingen er som udgangspunktet i scenarie 5 med den forskel at der til al gødning er tilsat nitrifikationshæmmere. Halmen bjærges.

Økologisk produktion – udbytte 30 hkg/ha

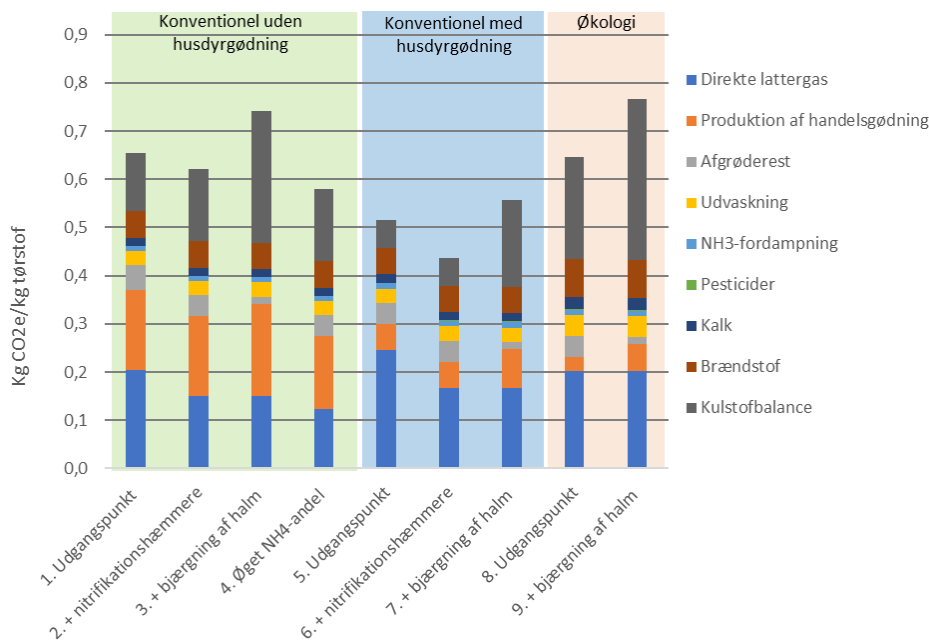
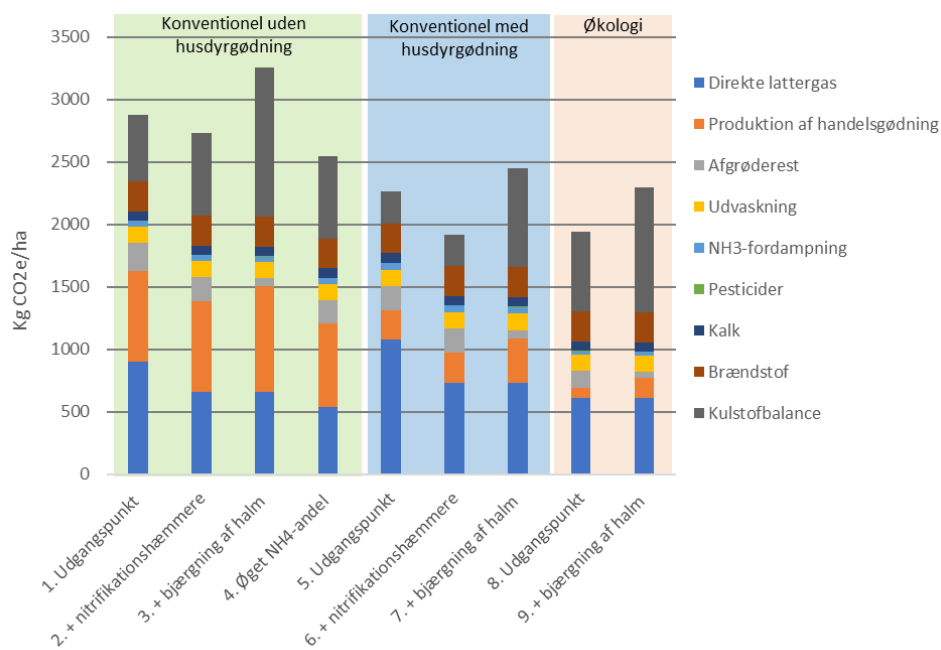
Scenarie 8: Udgangspunktet. Kvælstoftildelingen antages som vist i tabel 1. Halmen efterlades i marken.

Scenarie 9: Gødningstildelingen er som udgangspunktet i scenarie 8. Halmen bjærges.

Klimaaftrykket for produktionen af vinterraps

Klimaaftrykket for produktionen af vinterraps er vist i figur 1 for de 9 forskellige scenarier. Øverst er klimaaftrykket opgjort pr ha, mens klimaaftrykket er beregnet og vist pr kg tørstof i den nederste figur.

For bedrifter uden husdyrgødning ses det, at den mest klimavenlige produktion opnås i scenarie 4 hvor der er anvendt nitrifikationshæmmere til al kvælstofgødning og al kvælstofgødning tildeles på ammoniumform. Her reduceres klimaaftrykket med 10% i forhold til udgangspunktet. Dette er et fremtidsscenario der kun kommer i spil, såfremt der udvikles ammoniumgødninger hvor svovlindholdet er lavere end det er for nuværende. Halmen er desuden efterladt på marken hvilket sikrer en øget kulstoflagring. Kommer scenarie 4 ikke i spil pga. svovlindholdet i ammoniumgødningerne, er det i stedet scenarie 2 der er det mest klimavenlige – altså at tilsætte nitrifikationshæmmere til al ammoniumgødning. Her reduceres klimaaftrykket for 1 ha vinterraps med 5%. At bjærge halmen (scenarie 3) er generelt ikke noget klimavirkemiddel, da det bevirker at kulstof fjernes fra marken og man får dermed en lavere kulstoflagring. Her ses en stigning i klimaaftryk på 14%.



Figur 1. Klimaaftrykket fra produktionen af 1 ha vinterraps fordelt på emissionskilder. Kulstofbalancen er medtaget. Øverst ses klimaaftrykket pr ha, men klimaaftrykket er opgjort pr kg tørstof nederst.

For bedrifter med husdyrgødning ses samme billede – at den mest klimavenlige produktion foregår med tilsatte nitrifikationshæmmere til gødningen. Her reduceres klimaaftrykket med ca. 15% på 1 ha vinterraps. At bjærge halmen er ikke noget klimavirkemiddel. Ser man bedrifter med husdyrgødning i forhold til bedrifter uden husdyrgødning, er det bedre for klimaet. Går man fra udgangspunktet uden husdyrgødning (scenarie 1) til at bruge husdyrgødning med nitrifikationshæmmere (scenarie 6), reduceres klimaaftrykket med omkring 30%. De store forskelle ligger i kulstofbalancen, produktionen af handelsgødning samt den direkte lattergasudledning. Ved at benytte husdyrgødning frem for handelsgødning, stiger den direkte udledning af lattergas, da der generelt tildeles mere total kvælstof i husdyrgødning pga. den lavere udnyttelsesprocent. Til gengæld falder emissionen forbundet med produktionen af handelsgødning ved brug af husdyrgødning, da husdyrgødning anses som et affaldsprodukt, og dermed antages emissionen fra produktionen at være 0. Slutteligt stiger kulstoflagringen ved brug af husdyrgødning, da

husdyrgødning er en organisk gødning, og dermed medvirker til en øget tilførsel af kulstof til jorden. Jo mere kulstof der tilføres, jo mere vil også lagres over en 100 årig periode.

For bedrifter med økologisk produktion af vinterraps er der kun regnet på effekten ved at bjærge kontra efterlade halmen i marken. Ved økologisk produktion er det ikke muligt at anvende nitrifikationshæmmere, hvorfor klimavirkemidlerne indenfor den økologiske produktion er begrænsede.

Det ses at klimaaftrykket for produktionen af 1 ha økologisk vinterraps er noget lavere end udgangspunktet for konventionel produktion. Dette skyldes den generelt lavere kvælstoftilførsel. Til gengæld er klimaaftrykket for produktionen af 1 kg økologisk vinterraps noget højere end konventionelt produceret vinterraps hvis der benyttes husdyrgødning. Dette skyldes de generelt lavere udbytter i økologisk produktion.

Hvis der skal produceres mere klimavenlig raps i Danmark, er det umiddelbart scenarie 6 der er det mest klimavenlige. Her benyttes husdyrgødning, halmen efterlades i marken, mens der er tilsat nitrifikationshæmmere til al ammoniumgødning.