

# Miljø- og klimaeffekter ved forlængelse af omdriftstiden på arealer med kløver og lucerne i renbestand

---

Rådgivningsnotat fra DCA – National Center for Fødevarer og Jordbrug

Jørgen Eriksen<sup>1</sup>, Jim Rasmussen<sup>1</sup>, Elly M. Hansen<sup>1</sup>, Paul Henning Krogh<sup>2</sup> og Yoko L. Dupont<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut for Agroøkologi, <sup>2</sup>Institut for Ecoscience

# Datablad

---

Titel:	Miljø- og klimaeffekter ved forlængelse af omdriftstiden på arealer med kløver og lucerne i renbestand
Forfatter(e):	Professor Jørgen Eriksen, seniorforsker Jim Rasmussen og seniorforsker Elly M. Hansen, Institut for Agroøkologi, AU, seniorforsker Paul Henning Krogh og seniorforsker Yoko L. Dupont, Institut for Ecoscience, AU
Fagfællebedømmelse:	Seniorforsker Ingrid K. Thomsen, Institut for Agroøkologi, AU og seniorforsker Marianne Bruus, Institut for Ecoscience
Kvalitetssikring, DCA:	Specialkonsulent Susanne Hansen, DCA Centerenheden, AU
Rekvirent:	Landbrugsstyrelsen, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri (FVM)
Dato for bestilling/levering:	19.04.2023 / 23.05.2023
Journalnummer:	2023-0510866
Finansiering:	Besvarelsen er udarbejdet som led i "Rammeaftale om forskningsbaseret myndighedsbetjening" indgået mellem Miljøministeriet, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri og Aarhus Universitet under ID nr. 6.35 i "Ydelsesaftale Planteproduktion 2023-2026".
Ekstern kommentering:	Nej.
Eksterne bidrag:	Nej.
Kommentarer til bestilling:	<p>Dette rådgivningsnotat ligger i forlængelse af rådgivningsnotatet: "Kristensen T., Thomsen I.K., Hansen E.M., Rubæk G.H. og Eriksen J. 2020. Afledte effekter ved miljø- og klimavenlig landbrugspraksis på græsarealer. Rådgivningsnotat fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet leveret: 09.10.2020.</p> <p>Besvarelsen er første gang leveret 15.05.2023, nærværende notat er revideret som følge af en præcisering af den udvaskningsreducerende effekt af kløver i renbestand. Dette notat erstatter den tidligere leverede besvarelse.</p> <p>Notatet præsenterer resultater, som ved notatets udgivelse ikke har været i eksternt peer review eller er publiceret andre steder. Ved en evt. senere publicering i tidsskrifter med eksternt peer review vil der derfor kunne forekomme ændringer.</p>
Citeres som:	Eriksen J., Rasmussen J., Hansen E.M., Krogh P.H. og Dupont Y.L. 2023. Miljø- og klimaeffekter ved forlængelse af omdriftstiden på arealer med kløver og lucerne i renbestand. 7 sider. Rådgivningsnotat fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet, leveret: 23.05.23.
Rådgivning fra DCA:	Læs mere på <a href="https://dca.au.dk/raadgivning/">https://dca.au.dk/raadgivning/</a>

# Baggrund

Landbrugsstyrelsen har bedt AU om svar på følgende (fra bestillingen):

*Som svar på Landbrugsstyrelsens bestilling om afledte effekter ved bioordningen miljø- og klimavenlig græs leverede Aarhus Universitet den 30. september 2020 et kort notat, jf. AU Journal 2020-0143581, der bl.a. indeholder svar på spørgsmål om hvilke afledte effekter, der vil være forbundet med tilskudsordningen.*

*Bioordningen miljø- og klimavenlig græs yder tilskud til en årlig forlængelse af omdriftstiden på visse græsarealer. I hele ansøgningsåret skal arealet opretholdes med græs og arealet må ikke jordbearbejdes. Det er en forudsætning for at kunne søge ordningen, at arealet i en sammenhængende periode på to eller flere sammenhængende år op til støtteåret både har været udlagt med græs (omdriftsgræs eller permanent græs) og ikke er jordbearbejdet. Desuden skal arealet have være støtteberettiget til grundbetaling.*

*I notatet svarede AU om klimaeffekten ved kulstofopbygning:*

*"Specifikt i forhold til emission af klimagasser forøges effekten ved øget varighed af græsarealet. Som eksempel i et femårigt sædskifte vil der det første år ske en kulstoflagring svarende til 200 kg C/ha som gennemsnit af sædskiftearealet, og alle efterfølgende år yderligere 30 kg C/ha/år. Efter en fuld rotation antages således at være lagret 350 kg C/ha på hele sædskiftearealet, svarende til 257 kg CO<sub>2</sub>-ækv./ha (Olesen et al., 2013)", jf. AU Journal 2020-0143581.*

*I relation til miljøeffekten ved forlængelsen af omdriftstiden på græsarealer, har Landbrugsstyrelsen lagt kvælstofeffekten for græsarealer i virkemiddelkataloget 2020 til grund:*

*"Udvaskningsreduktionen ved dyrkning af græs og kløvergræs i perioden indtil ompløjning blev i virkemiddelkataloget fra 2014 (Hansen et al., 2014a) vurderet til mindst på niveau med udvaskningsreduktionen ved dyrkning af en kornafgrøde med efterafgrøde (dvs. mindst 12-45 kg N/ha)", jf. Virkemidler til reduktion af kvælstofbelastningen af vandmiljøet, DCA Rapport nr. 174. august 2020. <https://dcapub.au.dk/djfpdf/DCArapport174.pdf>*

*Som grundlag for at vurdere, om afgrøderne lucerne- og/eller kløver i renbestand kunne opnå adgang til bioordningen miljø- og klimavenlig græs, er der behov for at afdække, hvilke miljø- og klimaeffekter i relation til reduceret kvælstofudvaskning og øget kulstofopbygning, der vil være forbundet med at forlænge omdriftstiden med et år på arealer med henholdsvis ren lucerne og ren kløver, samt om der vil være andre afledte positive eller negative effekter.*

*Bestilling til AU*

- *Det ønskes afklaret, hvilken kulstofopbygning, og hvilken kvælstofeffekt, der vil være forbundet med at forlænge omdriftstiden på arealer med ren kløver og ren lucerne.*

- *Evt. andre positive eller negative effekter bedes beskrevet og om muligt kvantificeret, herunder i forhold til biodiversitet i jordbundsfaunaen, forebygge udvaskning af kvælstof, opbygge jordens frugtbarhed og pulje af organisk materiale.*

*Der ønskes en kortere besvarelse af ovenstående.*

## Besvarelse

### **Kulstofopbygning og kvælstofeffekt forbundet med at forlænge omdriftstiden på arealer med ren kløver og ren lucerne**

I Olesen et al. (2013) blev der på baggrund af forsøg med græs og kløvergræs taget udgangspunkt i, at flerårige afgrøder i sædskiftet giver en opbygning af jordens kulstofpulje i størrelsesordenen 0,3-1,9 t C/ha/år med 1 t C/ha/år som en typisk værdi (på sædskifteniveau i et 5-årigt sædskifte 200 kg C/ha/år). Det er efterfølgende bekræftet i forsøg med kvægsædskifter, at forøgelsen af antal år med kløvergræs giver en stigning i jordens kulstofindhold (Jensen et al., 2022), men også at raten for denne forøgelse vil være aftagende fra tidspunkt for ændring af management til der ca. 20 år senere indtrådte en ny ligevægt for jordens kulstofindhold.

Der findes ikke tilsvarende langvarige forsøg for lucerne og kløver i renbestand, og kulstoflagringspotentialet vurderes derfor ud fra kulstofinput i over- og underjordisk plantemateriale. Lucerne og kernza (flerårigt hvedegræs) blev undersøgt som repræsentanter for dybt-rodede arter (Piexoto et al., 2022), og der blev fundet kulstofinput og rhizo-deposition af samme størrelsesorden for begge arter, mens den potentielle mikrobielle stabilisering var højere for lucerne. Det tyder på, at lucerne i kulstofmæssig forstand som minimum kan sidestilles med græsafgrøder. Kusliene et al. (2014) sammenlignede rajgræs og hvidkløver og rapporterede rodbiomasser af samme størrelsesorden for begge arter, om end lidt højere for græs end hvidkløver i 0-15 cm, hvilket tyder på, at også kløver i kulstofmæssig forstand kan sidestilles med græsafgrøder.

Bælgplanter tilfører kvælstof til jorden via den biologiske kvælstoffiksering, og græsmarksbælgplanter som kløver og lucerne kan fikserer flere hundrede kg kvælstof om året (Rasmussen et al., 2012), hvoraf en del afsættes til jordpuljen (Rasmussen et al. 2007). Det afsatte kvælstof bindes i jordens organiske stof, men en del frigøres løbende, hvor det er tilgængeligt for enten naboplanter eller tabt. Kusliene et al. (2015) fandt, at nitratudvaskningen fra hvidkløver i renbestand var væsentlig højere (17-25 kg N/ha/år) end fra en kløvergræsblanding (2-7 kg N/ha/år), mens tilsvarende målinger af udvaskning under lucerne ikke er undersøgt under danske forhold. Det skal derfor forventes at renbestande af kløver eller lucerne øger risikoen for kvælstoftab.

Samlet set er forsøgsmaterialet sparsomt, men den umiddelbare vurdering er, at kulstoflagringen for lucerne og hvidkløver i renbestand vil ligge indenfor det interval, der tidligere er estimeret for græs og kløvergræs (Olesen et al., 2013). For kvælstofudvaskning er det vurderingen, at kløver i renbestand giver en forøget risiko for udvaskning sammenlignet med f.eks. kløvergræs. Denne øgning skal dog ses i forhold til udvaskningen fra den afgrøde, som ville have været alternativet til forlængelse af omdriftstiden for kløver. En ikke-forlænget omdriftstid vil således betyde risiko for udvaskning ved f.eks. pløjning af den flerårige afgrøde (Hansen et al., 2020). Risikoen afhænger dog af den efterfølgende afgrøde og bl.a. dennes gødskning (Hansen et al., 2018). Der findes ikke direkte sammenlignende målinger, men det skønnes, at for kløver i

renbestand vil udvaskningsreduktionen ikke være på niveau med reduktionen ved dyrkning af en kornafgrøde med efterafgrøde jf. spørgsmål i bestillingen.

### **Effekter i forhold til biodiversitet i jordbundsfaunaen**

Jordbundsdyrene bidrager til økosystemtjenesterne: næringsstoffrigivelse, jordstruktur, infiltration, vandøkonomi og regulering af skadeorganismer (Brussard 2012). Når disse tjenester forringes, forringes jordbunds-sundheden (European Commission 2021). Afgørende for nedbrydernes diversitet er tilførsel af organisk materiale fra rhizo-deposition og phyllo-deposition, som både skaber levested og fødegrundlag, samt fravær af jordbearbejdning. De fleste studier af kløver og lucerne er ikke foretaget i renkultur, men i blandinger og udlæg, så her bruges kløvergræs som basis for at vurdere et ekstra år med kløver eller lucerne i renbestand. Dog er det vist at kløver alene kan have en større regnormebiomasse end græs og kløvergræs (Eekeren et al. 2010) og at hvidkløver har flere regnorme end rødkløver (Crotty et al. 2015). I flerårige afgrøder, som lucerne og kløver, vil der ske en populationsopbygning af jordbundsdyr, da der forinden har været ringere betingelser, som følge af intensivt landbrug med vår- og vinterafgrøder og jordbearbejdning. Jordbundsdyrenes antal kan firdobles i antal i løbet af de første år af flerårige afgrøder sammenlignet med vårafgrøder. Ved at forlænge med 1 år vil opbygningen kunne vedligeholdes og eventuelt fortsætte og de jordbunds-sundhedsmæssige fordele, der allerede er opnået, vil fortsætte og endog kunne øges da klimaks ikke opnås efter kun 2 år med flerårige afgrøder. Således vil de anektiske dybdegravende regnorme øges i antal (Krogh et al. 2021) og de vil samtidig effektivt omsætte phyllo-depositionen fra afgrøderne, ikke mindst fra lucernen, hvor der tilføres planterester 3-4 gange i løbet af sæsonen ved slæt. Den funktionelle diversitet øges for regnormene, idet de store epi-anektiske, lang orm, og endo-anektiske, stor regnorm, orme trives bedre i det upløjede system. Mikroledydernes diversitet og antal øges som følge af langvarige afgrøder (Krogh 1994; Demšar et al. 2006) og med det, deres rolle som alternative byttedyr for overfladelevende nytterovdyr, der også lever af skadedyr.

### **Effekter for bestøvere**

Kommer kløver og lucerne i blomst, vil der forventes en positiv effekt på blomsterbesøgende insekter, da der herved vil være en føderessource (pollen og nektar), i modsætning til vindbestøvede græsser. Blomstertætheden i renbestande af kløver og lucerne forventes at være lavere i første år end efterfølgende år, og dermed vil den gavnlige effekt af lucerne og kløver være større i det skitserede system end i etårige systemer. Desuden afhænger blomstringen af frekvensen af slæt, med forskellig effekt for forskellige plantearter. Rødkløver og lucerne sætter flere blomster ved 2 slæt pr. år (afpuksning og høst), sammenlignet med 4 slæt pr. år, mens det forholder sig omvendt for hvidkløver (Cong et al. 2020).

Blomster af ærteblomstfamilien, inklusive lucerne og kløver, har asymmetriske blomster, hvor pollen og nektar kun er tilgængelig for insekter af en vis størrelse eller relativt langtungede insekter. Lucerne tiltrækker i Danmark særligt sommerfugle og i nogen grad honningbier, mens kløver tiltrækker honningbier og humlebier (Cong et al. 2020). Hvidkløver er den langt vigtigste kilde til pollen (proteinernæring) for honningbier i danske landskaber, mens rødkløverpollen kan udgøre en fødekilde i sensommeren (Dupont et al. 2022). Humlebier er talrige i blomstrende rødkløvermarker, og den mest langtungede humlebi, havehumle, har en præference for rødkløver. Historisk tilbagegang af humlebier menes bl.a. at hænge sammen med faldende forekomst af dyrket arealer med rødkløver (Dupont et al 2011, Bommarco et al 2012). Et øget areal af kløver og lucerne, forventes derfor at understøtte humlebier, honningbier og sommerfugle, forudsat at planterne sætter blomst.

## Referencer

- Bommarco R., Lundin O., Smith H.G., Rundlöf M. (2012) Drastic historic shifts in bumble-bee community composition in Sweden. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*. 279:309-15.
- Brussaard, L. (2012). *Ecosystem Services Provided by the Soil Biota*. *Soil Ecology and Ecosystem Services*. D. Wall, R. Bardgett, V. Behan-Pelletier et al., Oxford University Press: 45-58.
- Cong W., Dupont Y.L., Søgaard K., Eriksen J. (2020) Optimizing yield and flower resources for pollinators in intensively managed multi-species grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 302:107062
- Crotty, F., Fychan, R., Scullion, J., Sanderson, R., Marley, C., 2015. Assessing the impact of agricultural forage crops on soil biodiversity and abundance. *Soil Biol. Biochem.* 91, 119-126.
- Dupont Y.L., Damgaard C., Simonsen V. (2011) Quantitative historical change in bumblebee (*Bombus* spp.) assemblages of red clover fields. *PLoS One*. 6(9):e25172
- Dupont Y.L., Greve M.B., Kryger P. (2022) Honningbiernes pollenforsyning i danske landskaber. Videnskabelig rapport. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy. 157:1-60.
- Demšar, D., Džeroski, S., Larsen, T., Struyf, J., Axelsen, J., Pedersen, M.B., Krogh, P.H., 2006. Using multi-objective classification to model communities of soil microarthropods. *Ecol. Model.* 191, 131-143.
- European Commission (2021). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. EU Soil Strategy for 2030: Reaping the benefits of healthy soils for people, food, nature and climate. COM/2021/699 final European Commission, 2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52021DC0699>
- Hansen, E.M., Thomsen, I.K., Petersen, S.O., Lærke, P.E., Pedersen, B.F., Rasmussen, J., Christensen, B.T., Jørgensen, U., Eriksen, J. (2018) Muligheder for reduktion af næringsstofftab i græsrigge sædskifter. Notat til Landbrugsstyrelsen 15. maj 2018. [https://pure.au.dk/portal/files/219070968/Besvarelse\\_Mulighed\\_for\\_reduktion\\_af\\_n\\_ringsstofftab\\_i\\_gr\\_srige\\_s\\_dskifter.pdf](https://pure.au.dk/portal/files/219070968/Besvarelse_Mulighed_for_reduktion_af_n_ringsstofftab_i_gr_srige_s_dskifter.pdf)
- Hansen, E.M., Thomsen, I.K., Lærke, P.E., Jørgensen, U., Boelt, B., Gislum, R., Rasmussen, J., Rubæk, G.H., Kudsk, P., Strandberg, B., Bruus, M., Hutchings, N.J., Pedersen, M.F. (2020) Afgrøder med stort kvælstofoptag. I: Eriksen, J., Thomsen, I.K., Hoffmann, C.C., Hasler, B., Jacobsen, B.H. (redaktører). *Virkemidler til reduktion af kvælstofbelastningen af vandmiljøet*. Aarhus Universitet. DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug. DCA rapport nr. 174, side 127-137. <https://dcapub.au.dk/djfpdf/DCArap-port174.pdf>
- Jensen J.L., Beucher A.M., Eriksen J. (2022) Soil organic C and N stock changes in grass-clover leys: Effect of grassland proportion and organic fertilizer. *Geoderma* 424: 116022.
- Krogh, P. H., Lamandé, M., Holmstrup, M., Eriksen, J. (2021). Earthworm burrow number and vertical distribution are affected by the crop sequence of a grass-clover rotation system. *European Journal of Soil Biology*, 103: 103294(103294). <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2021.103294>
- Krogh, P. H. (1994). 5. Monitoring the Soil Microarthropod Community in Organic, Integrated, and Conventional Farming Systems. In *Microarthropods as bioindicators. A study of disturbed populations*. PhD thesis Ministry of the Environment and Energy. National Environmental Research Institute, Silkeborg (pp. 81-94).

Kusliene G., Eriksen J., Rasmussen J. (2015) Leaching of dissolved organic and inorganic nitrogen from legume based grasslands. *Biology and Fertility of Soils* 51: 217-230.

Kusliene G., Rasmussen J., Kuzyakov Y., Eriksen J. (2014) Medium-term response of microbial community to rhizodeposits of white clover and ryegrass and tracing of active processes by <sup>13</sup>C and <sup>15</sup>N labelled exudates. *Soil Biology and Biochemistry* 76: 22-33.

Olesen J.E., Jørgensen U., Hermansen J.E., Petersen S.O., Eriksen J., Søgaard K., Vinther F.P., Elsgaard L., Lund P., Nørgaard J.V., Møller H.B. (2013) Effekter af tiltag til reduktion af landbrugets udledninger af drivhusgasser. DCA-rapport, nr. 27, 2013. Aarhus Universitet.

Peixoto L., Olesen J.E., Elsgaard L., Lønne Enggrob K., Banfield C.C., Dippold M.A., Nicolaisen M.H., Bak F., Zang H., Dresbøll D.B., Thorup-Kristensen K., Rasmussen J. (2022) Deep-rooted perennial crops differ in capacity to stabilize C inputs in deep soil layers. *Scientific Reports* 12: 5952.

Rasmussen J., Eriksen J., Jensen E.S., Esbensen K.H., Høgh-Jensen H. (2007) In situ carbon and nitrogen dynamics in ryegrass-clover mixtures: Transfers, deposition and leaching. *Soil Biology and Biochemistry* 39, 804-815.

Rasmussen J., Søgaard K., Pirhofer-Walzl K., Eriksen J. (2012) N<sub>2</sub>-fixation and residual effect of four legume species and four companion grass species. *European Journal of Agronomy* 36, 66-74.

van Eekeren, N., Bokhorst, J., Brussaard, L., 2010. Roots and earthworms under grass, clover and a grass-clover mixture. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, 1-6 August 2010, Brisbane, Australia, pp. 27-30.