



NaturErhvervstyrelsen

Vedrørende notat om ”Periodisering af effekten ved trinvis udfasning af normreduktionen

NaturErhvervstyrelsen har i mail af 13. november 2015 bedt DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug om at redegøre for periodisering af effekten ved en trinvis udfasning af normreduktionen.

Det vedhæftede notat er udarbejdet af Peter Sørensen og Christen D. Børgesen, begge seniorforskere ved Institut for Agroøkologi. Notatet er koordineret med DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi.

Besvarelsen er led i Aftale mellem Aarhus Universitet og Fødevareministeriet om udførelse af forskningsbaseret myndighedsbetjening m.v. ved DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug 2015-2018.

Med venlig hilsen

Susanne Elmholt
Seniorforsker, koordinator for myndighedsrådgivning

DCA - Nationalt Center for
Fødevarer og Jordbrug

Susanne Elmholt

Seniorforsker

Dato: 23. november 2015

Direkte tlf.: 87157685

Fax: 8715 6076

E-mail:

susanne.elmholt@agrsci.dk

Journal nr.:

Afs. CVR-nr.: 31119103

Reference: sel

Side 1/1

Periodisering af effekten ved trinvis udfasning af normreduktionen

Peter Sørensen og Christen Duus Børgesen, Institut for Agroøkologi

NaturErhvervstyrelsen (NAER) har i mail af 13. november 2015 bedt DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug om at redegøre for periodisering af effekten ved en trinvis udfasning af normreduktionen.

NAER har uddybet bestillingen på følgende vis: ”AU skriver i tilbagerulningsnotatet af 11. november 2015, at effekten i 2010/11 vil være ca. 12.600 tons N i rodzonen og ca. 3.600 tons i havmiljøet.

Tilbagerulningen af normreduktionen sker dog fra 2015/2016 og frem. Det er ikke besluttet om tilbagerulningen skal ske ved 1/3, 2/3 eller 3/3; alternativt 1/2 og 1/2. Derfor kan der være flere scenarier for tilbagerulningen. Derfor er der behov for at få beregnet effekt (rodzone/havmiljø) af:

- 1. en første års effekt i 2015/2016 ved tilbagerulning af 1/3 normreduktion, og økonomisk optimal gødningstildeling¹ fra 2016/2017; og effekterne de følgende år frem til 2020/2021.*
- 2. en første års effekt i 2015/2016 ved tilbagerulning af 2/3 normreduktion, og økonomisk optimal gødningstildeling fra 2016/2017; og effekterne de følgende år frem til 2020/2021.*
- 3. en første års effekt i 2015/2016 ved tilbagerulning af 1/2 normreduktion, og økonomisk optimal gødningstildeling fra 2016/2017; og effekterne de følgende år frem til 2020/2021.”*

Besvarelse

Effekten af tilført N i på N-udvaskningen fra rodzonen kan opdeles i en effekt, der fremkommer i udvaskningsåret efter ændringer i N tilførslen, samt i en eftervirkningseffekt i de følgende år. Derudover vil der være en yderligere forsinkelse i transporten af N fra rodzonen og ud i vandmiljøet. Ved en eventuel kommende tilbagerulning af normreduktionen vil både tidsforløb for eftervirkning og transport fra rodzone til vandmiljø have betydning for, hvor hurtigt den øgede N-norm får en effekt på vandmiljøet. Vi har i det følgende vurderet det tidsmæssige forløb for udvaskning fra rodzonen ved ændret N norm baseret på NLES4 modellens estimat (Kristensen et al., 2008), kombineret med en model for omsætningen af organisk stof i jorden set over en længere tidsperiode (Sørensen og Børgesen, 2015). Efter aftale med NaturErhvervstyrelsen den 18. november 2015 indgår forsinkelsen fra rodzone til vandmiljø ikke i denne redegørelse. Det skal bemærkes, at den efterspurgte periodisering ikke indgår i virkemidlerne i baselinerapporten (Jensen et al., 2014) og virkemiddelkataloget (Eriksen et al., 2014), hvor virkemiddeleffekter på udvaskningen typisk

fremkommer over en lang årrække. Virkemidlerne angives som en samlet gennemsnitlig effekt, hvor år til år variationer er neutraliseret ved gennemsnitlige betragtninger.

NLES4 modellen er opstillet som en empirisk baseret model, hvor der indgår flere N-responsfunktioner. Der er således en effekt af første års tildeling af mineralsk kvælstof i foråret (N i handelsgødning og ammonium-N i husdyrgødning + fikseret N), en effekt af tildeling af mineralsk N i efteråret, samt en effekt af det gennemsnitlige årlige N-niveau gennem de seneste fem års tilførsel. I beregningen af det gennemsnitlige N-niveau indgår total-N i handels- og husdyrgødning tilført det pågældende år samt de seneste fire år. Desuden indgår biologisk N-fiksering i samme periode. Effekten af N-niveau kan tolkes som en samlet effekt af både mineralsk og organisk bundet N, der stammer dels fra organisk N i husdyrgødning, dels fra tilført N i handelsgødning, der er blevet indbygget i afgrøderester og mikrobiel biomasse. Det er karakteristisk for de organiske tilførsler, at kvælstoffet frigives over en årrække.

NLES4 kan ikke fordele eftervirkningseffekten (effekten af N-niveau) på de enkelte år efter tilførslen. Vi har derfor foretaget en tidsmæssig fordeling af udvaskningen fra rodzonen på basis af en mineraliseringsmodel for organisk-N i husdyrgødning (Sørensen og Børgesen, 2015). I tabel 1 er angivet, hvor stor en procentdel af det organiske N, der forventes mineraliseret over de fem år, som NLES4 opgør det generelle N niveau. Det antages, at NLES4-udvaskningen på det femårige sigte hovedsagligt skyldes mineralisering af organisk N, herunder også tilført uorganisk N indlejret i afgrøderester og mikrobiel biomasse, og at mineraliseringen følger omtrent samme forløb som beskrevet for organisk N i husdyrgødning (se eksempel i figur 1). Grundlaget for mineraliseringsmodellen er beskrevet i Sørensen og Børgesen (2015), og det skal bemærkes at det er en simpel model, der dog følger samme forløb som andre modeller (C-tool, Daisy og Fasset), hvor den største effekt ses de første år efter tilførslen, og effekten herefter klinger af. Modelbeskrivelsen giver således en realistisk tidsmæssig beskrivelse af et gennemsnitligt mineraliseringsforløb. Det skal bemærkes at alle modeller for omsætning af organisk stof i jorden er forbundet med en betydelig usikkerhed, og det gælder også den anvendte model.

Mineraliseringsmodellen i tabel 1 beregner, at 56 % af det organiske N er mineraliseret efter 5 år. Det betyder, at en del af mineraliseringseffekten i modellen først kommer senere end 5 år efter tilførslen. For data anvendt i NLES4, der stammer fra bedrifter, kan forventes, at gennemsnitligt N-niveau har været på omtrent samme niveau, også i en længere periode end de 5 år. I NLES4 stammer 409 af de indgående observationer fra bedrifter i Landovervågningen og 94 fra drænvandsundersøgelser ud af i alt 1467 observationer. De øvrige data har ofte en kortere tidshorisont på 2-5 år. En del af N-niveau effekten i NLES4 vil derfor stamme fra perioden forud for de sidste 5 år. Det er usikkert, hvor lang tids effekter der reelt er indbygget i NLES4-modellens N-niveau effekt.

Vi har derfor også gennemført beregninger, hvor mineraliseringen og dermed effekten af N-niveau er fordelt på et 10 årigt forløb (resultater ikke vist her). Den kumulerede mineralisering af organisk N beregnes i modellen til 63 % efter 10 år. Ved fordeling på 10 år vil effekten efter 5 år være 95 % af den fulde effekt (resultater ikke vist), og vi har valgt at fastholde fordelingen af mineraliseringen på 5 år i det følgende. Da NLES4 er fastlagt til at opnå ligevægt i N niveauet efter fem år, således at NLES4 udvaskningsberegningen er konstant efter de fem år med konstant N gødskningsniveau, anvendes de

fem års mineralisering som fordelingsnøgle for merudvaskningen over de fem år. Herved antages, at stigningen i udvaskningen stammer fra den øgede mineralisering af organisk bundet kvælstof.

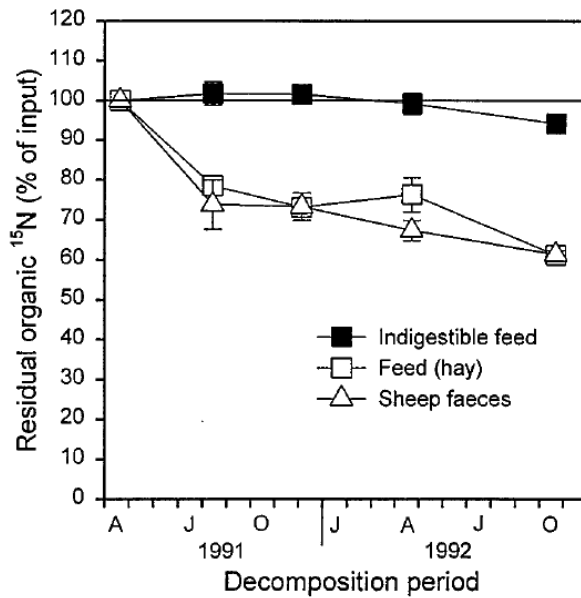


Fig. 1. Eksempel på genfindelse af mærket organisk N i jorden (0-10 cm) efter tilførsel af ¹⁵N-mærket husdyrgødning (fæces, hvide trekanter) og rajgræshø (hvide firkanter). Målingerne er foretaget over 1,5 år. Jorden blev holdt fri for vegetation i måleperioden (Sørensen og Jensen, 1998).

Tabel 1. Modelberegnet mineralisering af tilført organisk N med husdyrgødning efter Sørensen og Børgesen, 2015 (linje 1-3) og fordeling af det generelle N niveau betydning for udvaskningen i år 1 til 5 efter tilførsel af gødningen, baseret på at effekten af N-niveau i NLES4 er fordelt over 5 år.

	År efter tilførsel				
	1*	2	3	4	5
Beregnet mineralisering af tilført organisk N (% af tilført organisk N) (data fra Sørensen og Børgesen, 2015)	22	19	8	4	3
Kumuleret mineralisering (% af tilført organisk N)	22	41	49	53	56
Kumuleret relativ fordeling af mineralisering over 5 år (%)	39**	73	87	95	100
NLES4 udvaskning ved effekt af N niveau fordelt på 5 år					
Udvaskningsandel af tilført mineralsk gødning i år 1 (N-forår)	0,09				
Udvaskningsandel af det generelle N niveau (N-niveau)	0,04	0,04	0,02	0,01	0,01
Kumuleret effekt på udvaskningen af N-forår og N-niveau	0,13	0,17	0,19	0,19	0,20
Kumuleret samlet effekt på udvaskningen (% af fuld effekt)	66	85	93	97	100

* År 1 er tilførselsåret. **Beregnet som: 22/56*100

I tabel 2 er vist eksempler på fordelingen af effekter på landsplan i forskellige scenarier af tilbagerulning af N-normer, hvis langtidseffekten i NLES4 (N-niveau effekten) fordeles på et 5 årigt forløb.

Metoden anvendt til periodisering af udvaskningen betyder en årsforskydning af effekten af ændringer i N gødsningen på udvaskningen. Anvendes metoden, hvor der sker en reduktion i N gødsningen til et lavere N niveau, vil det tilsvarende tage fem år før effekten slår fuldt igennem på udvaskningen. Således giver periodiseringen kun årsforskydning af udvaskningen over fem år, mens den totale NLES4 modelberegnete udvaskning fortsat vil være den samme set over den samlede periode. I Børgesen et al. (2015) beregnes den fulde effekt det første år.

Det skal bemærkes, at tilsvarende forsinkede effekter må forventes, hvor man anvender begrænsninger i N-norm som virkemiddel til reduktion af N udvaskning. Som også tidligere bemærket er tilsvarende tidseffekter ikke indregnet i virkemidler/udviklinger i baseline og virkemiddelkataloget. Det bemærkes endvidere at den samlede effekt af normreduktion i 2021 vil være en anden end den angivne effekt på 12.600 t N/år, der er baseret på 2011, som følge af højere optimalt N niveau og ændringer i det dyrkede areal i 2021.

Der vil også være længerevarende, men små effekter af N tilførsel udover de første 5-10 år. Sådanne effekter indgår i NLES4 modellen via effekten af jordens N-indhold, og de indgår ikke i N-niveau parameteren. Disse effekter indgår derfor heller ikke i marginaludvaskningen, beregnet med NLES4.

Tabel 2. Tidslig fordeling af merudvaskning fra rodzonen ved forskellige scenarier for tilbagerulning af normreduktion i gødningsåret 2016/17 (høståret 2017). De angivne år er udvaskningsår, dvs. fra april til april måned.

Scenarie for tilbagerulning (%)	Udvaskning fuld effekt (t N/år)	2017-2018 (t N/år)	2018-2019 (t N/år)	2019-2020 (t N/år)	2020-2021 (t N/år)	2021-2022 (t N/år)
100	12.600 ^a	8.300	10.700	11.700	12.300	12.600
33	4.200	2.800	3.500	3.900	4.000	4.200
50	6.300	4.200	5.400	5.900	6.100	6.300
66	8.300	5.500	7.100	7.700	8.100	8.300
75	9.500	6.300	8.000	8.800	9.200	9.500

^aBaseret på Børgesen et al. (2015)

Referencer

Børgesen, C.D., Thomsen, I.K., Hansen, E.M., Kristensen, I.T., Blicher-Mathiesen, G., Rolighed, J., Jensen, P.N., Olesen, J.E. & Eriksen, J. (2015). Notat om tilbagerulning af tre generelle krav, Normreduktion, Obligatoriske efterafgrøder og Forbud mod jordbearbejdning i efteråret. DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug og DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. 11. november.

Eriksen, J. (red.), Jensen, P.N. (red.), Jacobsen, B.H. (red.) 2014. Virkemidler til realisering af 2. generations vandplaner og målrettet arealregulering. DCA rapport nr. 52. 327 pp.

Jensen, P.N. (redaktør), Blicher-Mathiesen, G., Rasmussen, A., Vinther, F.V., Børgesen, C.D., Schelde, K., Rubæk, G., Sørensen, P., Olesen, J.E. & Knudsen, L., 2014. Fastsættelse af baseline 2021. Effektvurdering af planlagte virkemidler og ændrede betingelser for landbrugsproduktion i forhold til kvælstofudvaskning fra rodzonen for perioden 2013-2021. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi – Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 43, 76 pp.

Kristensen, K., Waagepetersen, J., Børgesen, C.D., Vinther, F.P., Grant, R., Blicher-Mathiesen, G. (2008). Reestimation and further development in the N-LES – NLES3 to NLES4. DJF Plant Science no 139. 1-25.

Sørensen, P., Børgesen, C.D. (2015). Kvælstofudvaskning og gødningsvirkning ved anvendelse af afgasset biomasse. DCA rapport nr 65. 46 pp.

<http://web.agrsci.dk/djfpublikation/index.asp?action=show&id=1203>

Sørensen, P. & Jensen, E.S. 1998. The use of ¹⁵N labelling to study the turnover and utilization of ruminant manure N. *Biology and Fertility of Soils* 28, 56-63.