

GØDSKNING EFTER N-MIN-METODEN 2025



GØDSKNING EFTER N-MIN-METODEN 2025

er udgivet af

SEGES Innovation P/S

Planter & Miljø

Agro Food Park 15

8200 Aarhus N

Kontakt

Camilla Lemming, Planter & Miljø

+45 6126 2169

Februar 2025

Redaktion

Camilla Lemming, Planter & Miljø

Design og layout

Connie Vyrtez Pedersen, Planter & Miljø

Denne publikation er finansieret af:

STØTTET AF

Planteafgiftsfonden

Denne publikation må kopieres efter aftale med SEGES.

INDHOLD

N-min generelt.....	3
Hvad er N-min?	3
Hvad kan N-min metoden bruges til?	3
Hvor er N-min metoden mest velegnet?.....	3
Hvordan måles N-min?	3
Hvornår måles N-min?	4
Hvor meget kvælstof skal tilføres?.....	4
Bemærkninger til tabel 2A og 2B.....	4
Landbrugsafgrøder.....	5
Frilandsgrønsager	5
Frigivelse af plantetilgængeligt kvælstof fra organisk stof i husdyrgødning, afgrøderester, slam eller lignende i vækstperioden	5
Mængden af organisk kvælstof	6
Husdyrgødning.....	6
Afgroderester	6
Dyrkningshistorie mere end 2 år forud for afgrøden	6
Udnyttelse af det frigivne kvælstof	6
Eksempler på udregning af gødningstilførsel	7
Eksempel 1	7
Eksempel 2	8
Praktiske forhold	9
Opbevaring og forsendelse	9
Analyseresultat.....	9
Jordbor og emballage	9

N-MIN GENERELT

Hvad er N-min?

I jorden findes kvælstof dels bundet i organisk form i f.eks. planterester og humus og dels i uorganisk form som nitrat og ammonium. Planterne kan kun optage den uorganiske del.

Nitrat og ammonium kan tilføres i handelsgødning, men det dannes også, når planterester og humus nedbrydes. Nedbrydningen af organisk materiale til uorganisk materiale kaldes mineralisering.

N-min (mineralsk kvælstof) er den mængde nitrat- og ammoniumkvælstof, der findes i rodzonen, altså det planteudnyttelige kvælstof i jorden på prøvetagningstidspunktet:

$$N\text{-min (kg/ha)} = \text{nitratkvælstof} + \text{ammoniumkvælstof i rodzonen}$$

Hvad kan N-min metoden bruges til?

Anvendelse af N-min-metoden tager sigte på at beregne den økonomisk optimale kvælstofmængde specifikt for den enkelte mark.

For at kunne gødske afgrøderne bedst muligt er det vigtigt at have viden om tre ting:

- Hvad er planternes totale kvælstofbehov?
- Hvor meget plantetilgængeligt kvælstof er der i jorden før gødningstilførsel, dvs. hvor stor er N-min?
- Hvor meget plantetilgængeligt kvælstof der frigives i vækstperioden fra tilført organisk stof, f.eks. i form af husdyrgødning.

Planternes kvælstofbehov kendes fra mange forsøg. Jordens N-min-indhold kan måles, og frigivelsen af plantetilgængeligt kvælstof fra organisk gødning kan skønnes ved enkle beregninger. Når man har disse oplysninger, kan kvælstoftilførslen afstemmes herefter.

Hvor er N-min metoden mest velegnet?

N-min metoden anvendes mest sikkert på ensartede marker. N-min metoden har størst værdi, hvor der kan forventes store kvælstofmængder i jorden. F.eks. efter tidligere års husdyrgødningsanvendelse herunder specielt dybstrøelse og efter afgrøder med stor kvælstofeftervirkning (grønsagsafgrøder samt græs og mellemafgrøder, der er pløjet i efteråret forud, raps, ærter og hestebønner). Desuden er metoden velegnet ved dyrkning af højtærtafgrøder specielt hvor proteinindholdet er vigtigt.

Metoden er som hovedregel mindre velegnet på grovsandet jord, og den kan ikke anvendes på humusjord.

Metoden anvendes i korn og forårssåede afgrøder, men den bør ikke anvendes i vinterraps og græs, da disse afgrøder har en



kraftig og varierende kvælstofoptagelse i efterårs- og vintermånedene.

Hvordan måles N-min?

N-min måles ved at udtage jordprøver til planternes roddybde. På grovsandet jord (JB 1 og 3) er roddybden maksimalt 50 cm, på finsandet jord (JB 2 og 4) maksimalt 75 cm og på lerjord (JB over 4) maksimalt 100 cm. For visse grønsager dog mindre.

Hvis roddybden er 100 cm (f. eks. korn på lerjord), kan man evt. nøjes med at udtage prøven til 75 cm dybde. Hvis roddybden er 75 cm (f. eks. korn på finsandet jord), kan man evt. nøjes med at udtage prøverne i 50 cm dybde. Hvis roddybden er 50 cm (f. eks. blomkål på ler), kan man evt. nøjes med at udtage prøven til 25 cm.

Hvis man vælger at udtage prøven til en mindre dybde end roddybden, skal analyseresultatet omregnes. Fremgangsmåden fremgår af tabel 1:

TABEL 1. OMREGNING AF N-MIN-INDHOLD FRA PRØVETAGNINGSDYBDE TIL RODDYBDE

FRA: PRØVEDYBDE	0-25 cm	0-50 cm	0-75 cm
TIL: RODDYBDE	0-50 cm	0-75 cm	0-100 cm
ALLE JB NR.	1,5	1,4	1,3

Eksempel: Der er målt 45 kg N-min i 0-50 cm's dybde. Indholdet i roddybden 75 cm beregnes til at være $45 \times 1,4 = 63$ kg N-min/ha.

Der skal udtages mindst 16 delprøver pr. prøve, der blandes sammen til 1 fællesprøve, der sendes til analyse..

Gennem planteavlkontoret kan rekvireres specielle jordbor, der er velegnede til prøvetagning. Der udleveres også en detaljeret beskrivelse af fremgangsmåden for prøveudtagningen. Hvis der er tale om en jord med højt humusindhold, bør man anmode laboratoriet om en rumvægtsbestemmelse.

Hvornår måles N-min?

Jordprøverne udtages så tæt på gødsknings tidspunktet som muligt. Dette vil for landbrugsafgrøder ofte være omkring midten af marts måned. For grønsagsafgrøder ofte senere.

Prøvetagningstidspunktet betyder noget for N-min-indholdet. Derfor skal værdierne korrigeres til det tidspunkt, hvor jorden er frostfri (dog tidligst til medio februar). Fremgangsmåden ved korrektionen er anført under "Bemærkninger til tabel 2A og 2B".

Hvor meget kvælstof skal tilføres?

Fra forsøg kender man summen af jordens N-min-indhold og den økonomisk optimale kvælstofmængde. Denne størrelse kaldes afgrødens kvælstofforsyningsnorm. Kendes jordens N-min indhold samt frigivelsen af plantetilgængeligt kvælstof fra tilført organisk gødning, kan man let regne ud, hvor meget kvælstof der yderligere skal tilføres:

$$\text{Optimal gødsning} = \frac{\text{Kvælstofforsyningsnorm} - \text{N-min} - \text{N-frigivelse}}{\text{kg N/ha} \quad \text{kg N/ha} \quad \text{kg N/ha} \quad \text{kg N/ha}}$$

Værdierne for kvælstofforsyningsnormen for en række landbrugs-

afgrøder og grønsagsafgrøder dyrket på mineraljord kan aflæses i tabel 2A og 2B.

Bemærkninger til tabel 2A og 2B

1. Værdierne kan ikke benyttes på humusjorder.
2. Hvis marken er tilført husdyrgødning, slam eller anden organisk gødning inden for de seneste år, skal den ekstra kvælstoffrigivelse herfra beregnes. Fremgangsmåden er vist på side 6-8.
3. Prøven skal udtages før der tilføres gødning til marken - også husdyrgødning. Hvis der er udbragt husdyrgødning eller slam, bør der gå mindst 6 uger, før jordprøven udtages.
4. Det er vigtigt, at jordprøverne udtages, før kvælstofomsætningen i jorden tager fart, og overvintrede afgrøder for alvor begynder kvælstofoptagelsen. Dette vil i vintre uden dybfrossen jord betyde, at jordprøverne skal udtages ca. midt i marts måned.

Følgende korrektioner for udtagningstidspunkt foretages:

- På ubevoksede marker reduceres det målte N-min-indhold med 0,5 kg N/døgn efter det tidspunkt, hvor jorden er tøet op. Dog ikke længere tilbage end 15. februar (eks. jorden er optøet 1. februar. Eksempel: Prøver udtages 20. marts. Korrektion: 33 dage (fra 15. februar til 20. marts) x 0,5 kg N pr. dag = 17 kg N pr. ha)
 - På vintersædsarealer forhøjes det målte N-min-indhold med 0,75 kg N/døgn efter vækststart.
5. Som udgangspunkt gælder, at værdierne i tabel 2B for frilandsgrønsager gælder for N-min-målinger foretaget ved afgrødens "normale" etableringstidspunkt. Hvor afgrøden etableres løbende gennem sæsonen, anvender man resultatet af N-min-målingen foretaget umiddelbart for etablering. Man skal altså ikke korrigere måleresultatet tilbage, som anført for landbrugsafgrøder.
 6. I tabel 2A er forfrugten korn. Hvor forfrugten er en anden end korn, henvises til afsnittet "Indhold af organisk kvælstof i afgrøderester".
 7. Korrektion for kvælstofoptagelse i den overvintrende afgrøde:
For vintersædsafgrøderne vurderes kvælstofoptagelsen i den overvintrende afgrøde.

Det vurderes om kvælstofoptagelsen på prøvetagningstidspunktet er:

normal	(afvigelse = 0 kg N/ha)
over normal	(afvigelse = +10 kg N/ha)
under normal	(afvigelse = 0 kg N/ha)

Ved beregning af gødningsbehovet korrigeres behovet derfor 10 kg N ned, hvis N-optagelsen om efteråret i vintersæd er større end normalt.

LANDBRUGSAFGRØDER

TABEL 2A. KVÆLSTOFFORSYNINGSNORM FOR LANDBRUGSAFGRØDER, FORFRUGT KORN

Afgrøde	Udbytte-norm på JB 2+4, hkg pr. ha	Kvælstof-forsynings-norm kg N pr. ha	Udbytte-korrektion, kg N pr. udbytte-enhed
Fabriksroer*	655	155	0,1
Fodersukkerroer*	12.600	240	0,01
Havre	52	135	1,5
Kartofler, spise-	407	200	0,2
Kartofler, lægge-	346	156	0,2
Kartofler, stivelse	526	232	0,2
Korn og bælg-sæd, helsæd under 50% bælg-sæd	47	89	0,5
Oliehør	15	116	0
Silomajs*	10.200	183	0,015
Spindhør	92	78	0,015
Vinterbyg	60	186	1,2
Vinterhvede m. proteinkorr	70	214	1,5
Vinterhvede u. proteinkorr	70	186	1,5
Vinterrug	65	164	1,2
Vintertriticale	61	203	1,2
Vårbyg, uden proteinkorrektion	53	147	1,5
Vårbyg, med proteinkorrektion	53	175	1,5
Maltbyg	53	147	1,5
Vårbyg, helsæd**	5.900	151	0,01
Vårhvede, brødhvede	48	194	1,7
Vårraps	22	156	1,5

* Udbytte i FE pr. ha.

** Udbyttensnorm på JB 5-6.

FRIGIVELSE AF PLANTETILGÆNGELIGT KVÆLSTOF FRA ORGANISK STOF I HUSDYRGØDNING, AFGRØDERESTER, SLAM ELLER LIGNENDE I VÆKSTPERIODEN

TABEL 3. ANSLÅET NEDBRYDNING AF OPRINDELIG TILFØRT ORGANISK KVÆLSTOF I HUSDYRGØDNING, SLAM ELLER LIGNENDE

Husdyrgødning tilført afgrøde i:	Procentdel af tilført organisk bundet N, der nedbrydes i 2020
2023/24 (1/8-31/7)	30
2022/23 (1/8-31/7)	14

FRILANDSGRØNSAGER

TABEL 2B. KVÆLSTOFFORSYNINGSNORM FOR FRILANDSGRØNSAGER

	Maksimal prøve-dybde, cm	Kvælstof-forsyning-norm, kg N/ha
Agurk	50	145
Asparges (1. år)	50	100
Asparges (2. år)	50	170
Bladselleri	50	225
Blomkål, sommer	75	275
Broccoli, sommer	75	220
Grønkål	75	205
Gulerødder, efterår	75	115
Hvidkål	75	305
Issalat, sommer	25	165
Jordbær (plantet maj eller august) 1. år	50	85
Jordbær 2. år	50	95
Kinakål, sommer	50	210
Knoldselleri	75	245
Løg, stik-	50	165
Løg, så-	50	150
Pastinak	75	185
Persille, rod-	75	185
Porre, efterår	75	225
Rosenkål	75	235
Rødbeder	75	200
Rødkål	75	285
Spinat	25	120

OBS: Bemærk, at rod-dybden for mange grønsagsafgrøder er mindre end for landbrugsafgrøder.

Organisk kvælstof i afgrøderester, husdyrgødning, slam og lignende frigives som plantetilgængeligt kvælstof i løbet af de følgende vækstsæsoner. Det kvælstof, der frigives som plantetilgængeligt kvælstof, skal trækkes fra ved beregning af gødningsbehovet.

Kvælstoffrigivelsen sker hurtigst det første år efter udbringning og langsommere de følgende år. Desuden er der forskel på, hvor hurtigt forskellige typer organisk stof nedbrydes. Totalt på årsbasis kan påregnes en frigivelse på mellem 20 og 35 pct. af den organiske kvælstofmængde. Omsætnings-hastigheden er lavest for fast husdyrgødning og kvælstoffattige afgrøderester, og den er højest for kvælstofrige afgrøderester som kløvergræs. 1. års nedbrydning af det organiske kvælstof vil normalt være større for gulle end for fast staldgødning. Den gennemsnitlige forventede årlige nedbrydning af tilført organisk kvælstof i husdyrgødning, slam eller lignende kan aflæses i tabel 3.

MÆNGDEN AF ORGANISK KVÆLSTOF

Husdyrgødning

Ved beregning af frigivelsen af plantetilgængeligt kvælstof anvendes mængden af organisk kvælstof. Man kan regne med nedenstående indhold af organisk kvælstof i nogle af de mest almindelige husdyrgødningstyper. Dog skal man være opmærksom på, at der kan være store forskelle fra sted til sted.

TABEL 4. NORMINDHOLD AF ORGANISK KVÆLSTOF I KVÆG- OG SVINEGØDNING

	Organisk N, kg pr. ton		
	Fast gødning	Gylle	Ajle
Svin	5,6	1,1	0,3
Kvæg	4,8	1,8	0,4

I tilfælde af, at der har været udegrise på arealet, kan man regne med, at 15 årssøer med smågrise producerer 100 kg organisk N pr. år. Man kan regne med, at 30 pct. af det tilførte organiske kvælstof udnyttes i første år efter tilførsel og 14 pct. i det andet år.

Afgrøderester

I tabel 2A er forfrugten korn. Hvis forfrugten er en anden end korn, kan man regne med nedenstående indhold af organisk kvælstof ved beregningen af frigivelsen af plantetilgængeligt kvælstof.

Man kan regne med, at 30 pct. af det tilførte kvælstof i planterester frigives første år og 14 pct. andet år efter tilførsel.

TABEL 5. INDHOLD AF ORGANISK KVÆLSTOF I AFGRØDERESTER

Rod og stub	kg N pr. ha	Halm/top	kg N pr. ha
Brak, græs o. a.	0	Roetop, foder	105
Brak, flerårige bælgplanter	75	Roetop, fabrik	60
Frøgræs	20	Efterafgrøder:	
Græs, ren	90	- olieræddike/gul sennep etabl. medio aug.	50
Græs, vedv.	100	- gul sennep/olieræddike etabl. ca. 1. sept.	20
Kartofler, sildige	35	- græs	40
Kartofler, tidlige	40	Frøgræs	35
Kløvergræs, flerårig	160	Græs, ren	40
Raps, vår-	75	Græs, vedv.	50
Raps, vinter-	100	Kløvergræs	60
Lucerne	160		
Ærter, mark	70		
Roer, top fjernet	55		
Efterafgrøde, gul sennep	15		
Majs	30		

Dyrkningshistorie mere end 2 år forud for afgrøden

Frigivelse af kvælstof fra jorden afhænger udover afgrøder i forfrugsåret og året forud og tilførslen af organisk kvælstof ligeledes i 2 år forud, af dyrkningshistorien i en årrække forud. Dette indregnes ved at placere marken i den relevante gruppe i følgende tabel og indregne den angivne eftervirkning.

TABEL 6. EFTERVIRKNING I MARKEN UD FRA MARKENS DYRKNINGSHISTORIE

Dyrkningshistorie	Eftervirkning, kg n/ha
Kontinuert korn, ingen husdyrgødning	-18
Sædskifte, ingen husdyrgødning	0
Sædskifte, svine- eller afgasset gylle	18
Kvægbrug, kl.græs i sædsk., 170 N brug	36
Kvægbrug, kl.græs i sædsk., 230 kg N brug	71

Udnyttelse af det frigivne kvælstof

En del af kvælstoffrigivelsen sker i afgrødernes vækstperiode og en del sker uden for afgrødernes vækstperiode. Jo længere vækstperioden er, jo større gavn får afgrøden af det kvælstof, der frigives.

Den andel af det frigivne kvælstof, der udnyttes af de forskellige afgrøder er:

Korn og raps: 45-55 pct.

Roer: 75 pct.

Kartofler: 55-65 pct.

EKSEMPLER PÅ UDREGNING AF GØDNINGSTILFØRSEL

EKSEMPEL 1

Afgrøde	Maltbyg	
Forventet udbytte	65	hkg/ha
Prøvedato	15-mar	
Målt N-min, 0-75 cm	35	Kg N pr. ha
Lerjord		
Forfrugt	Vinterhvede	
Tilførsel af husdyrgødning	Ingen i de sidste 2 år	
Dyrkningshistorie	Planteavl, sædskifte	
	Kg N/ha	
Optimal kvælstofforsyning, basisudbytte	147	Tabel 2 a
Udbyttekorrektion: $(65-53) \times 1,5$ kg N/ha	18	Tabel 2 a
Optimal kvælstofforsyning i alt	165	
Målt N-min (til 75 cm, 15. marts)	35	
Korrigeret til 1 meter roddybe $(35 \times 1,3)$	46	Tabel 1
Kor. for udtagningstidspunkt $(28 \text{ dage} \times 0,5)$	14	Side 8
N-min	32	
Eftervirkning af planterest tilført med forforfrugt (0 kg N x 30 pct.)	0	Tabel 5
Eftervirkning af planterest tilført med forfrugt (0 kg N x 14 pct.)	0	Tabel 5
Eftervirkning af organisk stof med husdyrgødning til forforfrugt (0 x 30 pct.)	0	Tabel 4
Eftervirkning af organisk kvælstof med husdyrgødning til forforfrugt (0 x 14 pct.)	0	Tabel 4
Eftervirkning af dyrkningshistorie	0	Tabel 6
Eftervirkning i alt	-	
Udnyttet eftervirkning (0 x 45 pct.)	0	
Beregnet kvælstofbehov	133	

EKSEMPEL 2

Afgrøde	Maltbyg	
Forventet udbytte	75	hkg/ha
Prøvedato	01-mar	
Målt N-min, 0-75 cm	65	Kg N pr. ha
Lerjord		
Forfrugt	Vinterhvede, forforfrugt roer, top nedmuldet	
Tilførsel af husdyrgødning	30 ton svinegylle i de sidste 2 år	
Dyrkningshistorie	Svinebrug, sædskifte	
	Kg N/ha	
Optimal kvælstofforsyning, basisudbytte	147	Tabel 2 a
Udbyttekorrektion: (75-53) x 1,5 kg N/ha	33	Tabel 2 a
Optimal kvælstofforsyning i alt	180	
Målt N-min (til 75 cm, 1. marts)	65	
Korrigeret til 1 meter roddybe (65*1,3)	85	Tabel 1
Kor. for udtagnings tidspunkt (13 dage x 0,5)	7	Side 8
N-min	78	
Eftervirkning af planterest tilført med forfrugt (0 kg N x 30 pct.)	0	Tabel 5
Eftervirkning af planterest tilført med forforfrugt (60 kg N x 14 pct.)	8	Tabel 5
Eftervirkning af organisk stof med husdyrgødning til forfrugt (30 ton x 1,1 kg/ton x 30 pct.)	10	Tabel 4
Eftervirkning af organisk kvælstof med husdyrgødning til forforfrugt (30 ton x 1,1 kg/ ton x 14 pct.)	5	Tabel 4
Eftervirkning af dyrkningshistorie	18	Tabel 6
Eftervirkning i alt	41	
Udnyttet eftervirkning (42 kg N x 45 pct.)	18	
Beregnet kvælstofbehov	84	

PRAKTISKE FORHOLD

Opbevaring og forsendelse

Omdannelsen af organisk kvælstof til ammonium og nitrat fortsætter i jordprøven efter udtagningen. Derfor skal prøven helst analyseres samme dag, som den er udtaget. Det kan f. eks. lade sig gøre, hvis man selv gennemfører analysen, eller hvis man bor i nærheden af laboratoriet.

Hvis det ikke er muligt at analysere prøverne samme dag, skal jordprøverne nedfryses straks efter prøvetagningen. Prøverne skal ligge i fryseren i mindst 1 døgn, før de sendes til laboratoriet. Til forsendelsen anvendes specielle isolerede kasser så jordprøverne holdes frosne, til de når frem til laboratoriet. Følgesedlen til laboratoriet sendes sammen med jordprøverne.

Send altid jordprøverne en af de 3 første dage i ugen.

Analyseresultat

Analyseresultatet foreligger ca. 1 uge efter, at laboratoriet har modtaget jordprøven. Resultatet opgives som kg N-min pr. ha til den dybde, hvor jordprøverne er udtaget eller som mg N pr. kg tør jord. N-min er summen af nitrat- og ammoniumkvælstof, dvs. plantetilgængeligt kvælstof.

Jordbor og emballage

Jordbor og kasser til forsendelse af frosne jordprøver kan rekvireres gennem planteavlkontorerne i de landøkonomiske foreninger. Her kan også fås hjælp til beregning af gødningsbehovet.

SEGES skaber løsninger til fremtidens landbrugs- og fødevarerhverv. Vi udvikler forretningsmuligheder i tæt samarbejde med vores kunder, forskningsinstitutioner og virksomheder over hele verden.

SEGES Innovation P/S
Agro Food Park 15
DK 8200 Aarhus N

+45 8740 5000
info@seges.dk
seges.dk

SEGES
INNOVATION