

|                                 |           |            |
|---------------------------------|-----------|------------|
| Beregning af kvælstofudvaskning | Ansvarlig | skh        |
|                                 | Oprettet  | 11-01-2021 |
|                                 | Side      | 1 af 13    |

Projekt: 4171 StyrN

## Promilleafgiftsfonden for landbrug

STØTTET AF



### Beregning af kvælstofudvaskning

Beregning af nitratudvaskning i Mark Online tager udgangspunkt i N-LES5 modellen, da modellen anvendes til kortlægningen af kvælstofretention og til den officielle evaluering af vandmiljøindsatsen. Det er N-LES5 modellen og kortlægningen af kvælstofretention, der i kombination på oplandsniveau sikrer sammenhæng med den målte kvælstofudledning til det marine vandmiljø.

Nitratudvaskningen skal beregnes i forbindelse med mark- og gødningsplanlægningen, dvs. i en planlægningssituation inden det aktuelle års vejrforhold kendes. Nitratudvaskningen beregnes derfor med afstrømningstal, der afspejler den gennemsnitlige nitratudvaskning set over en lang periode med varierende vejrforhold. Der anvendes afstrømningstal, der er et gennemsnit for perioden 1990-2019.

Der ønskes en beregning af både udvaskningspotentialet udtrykt på en relativ skala (nitratindeks), den absolutte udvaskning (kg N/ha ud af rodzonen) og den absolutte kvælstofudledning (kg N/ha ud til det marine vandmiljø).

Nitratindekset angiver udvaskningspotentialet på en relativ skala, hvor udvaskningen i vinterhvede med forfrugt vinterhvede gødet med handelsgødning efter gældende kvælstofnorm er reference (= nitratindeks 100). Med nitratindekset udtrykkes effekten af afgrøde, dyrkningshistorie, plantedække og gødskning, dvs. de forhold (ikke naturgivne), som landmanden har indflydelse på.

Man kommer fra nitratindeks til absolut udvaskning (kg N/ha) ved at gange med en udvaskningsfaktor. Udvasningsfaktoren udtrykker effekten af de naturgivne forhold, dvs. perkolation (afstrømning), jordtype (lerindhold) og kvælstofindhold i jorden. Udvasningsfaktoren er uafhængig af de dyrkningsrelaterede forhold og kan således fastsættes én gang for alle for en given mark (ved et normalklima). Udvasningsfaktoren er det tal, man skal gange med 100 for at få den absolutte udvaskning i vinterhvede (reference-situationen).

Nitratudvaskning (kg N/ha) = Nitratindeks x Udvasningsfaktor

[Link til litteratur om N-LES5 modellen og datagrundlaget bag afstrømningstal mv.:](#)

[N-LES5](#). DCA rapport nr. 163, 2019.

[Jordbundsdata og typejordkort](#) – Bilag 4.2 i DCA rapport nr. 031, 2013.

[Link til regnearket Tabeller N-LES5:](#)

[T:\2020\160 Planteinnovation\4171 GUDP PAF StyrN skh\01 Arbejdsmappe\AP1\Nitratudvaskning\skh20200610 Tabeller NLES5.xlsx](#)

## N-LES5 modellen

I modellen indgår der overordnet 5 forskellige effekter, der har betydning for udvaskningens størrelse:

$$\text{Udvaskning} = \text{Trendeffekt} + (\text{Kvælstofeffekt} + \text{Afgørdeeffekt}) \times \text{Afstrømningseffekt} \times \text{Jordefeffekt}$$

Kvælstofeffekten omfatter følgende deleffekter:

- Total-N i overjord (0-25 cm)
- Mineralsk N tilført i handelsgødning og organisk gødning forår i høståret
- Mineralsk N tilført handelsgødning og organisk gødning efterår i høståret (efter 1/9)
- Mineralsk N afsat under afgræsning
- N fra kvælstoffiksering i høståret
- N fra kvælstoffiksering i de to foregående år
- Organisk N tilført forår i høståret
- Organisk N tilført de to foregående år

Afgørdeeffekten omfatter følgende deleffekter:

- Efterårsplantedække (vinterafgrøde) i høståret (udvaskningsåret)
- Afgørde i høståret
- Efterårsplantedække (vinterafgrøde) i forfrugtåret
- Forfrugt
- Forforfrugt

Jordefeffekten beskrives ved lerprocenten i 0-25 cm.

Afstrømningseffekten beskrives ud fra følgende

- Afstrømning fra april til august i høståret (udvaskningsår)
- Afstrømning fra september til marts i høståret (udvaskningsår)
- Afstrømning fra september til marts i forfrugtåret
- Sandjord (kun JB1 og JB3) eller muldjord (alle andre JB)

## Afgørdeeffekt

I N-LES5 indgår i alt 36 forskellige parameterværdier, der anvendes til at beregne afgørdeeffekten. Der findes en parameterværdi for hver afgørdekategori. Afgørderne er inddelt i afgørdegrupper.

### Afgørdegrupper og afgørdekategorier

De forskellige afgørder og plantedækker er inddelt i forskellige kategorier, der har hver sin parameter-værdi:

- Afgørde i høståret – 13 kategorier
- Efterårs- og vinterplantedække i høståret (udvaskningsåret) – 9 kategorier
- Forfrugt – 4 kategorier
- Efterårs- og vinterplantedække i forfrugtåret – 10 kategorier
- Forforfrugt (inddeling efter forforfrugt er indeholdt i ovenstående kategorier)

Afgørdekategorierne er i flere tilfælde afhængige af afgørdefølget, enten den forudgående afgørde eller næste års afgørde eller begge dele. Alle landbrugsafgørderne er grupperet i 10 grupper. Alle afgørder i en gruppe kategoriseres på samme måde. Gruppeinddelingen tager udgangspunkt i de 10 afgørdekategorier for afgørden i høståret, der ikke følger efter græs, kløvergræs, brak eller frøgræs. De 10 afgørdegrupper er vist i nedenstående tabel. Afgørdegrupperne er tabellagt for alle afgørder (afgørdekoder), så alle landbrugsafgørder entydigt er koblet med et gruppenr.

Afgrødegrupper (Tabel 3 i regnearket Tabeller\_N-LES3 - AfgrGrpTab).

| Gruppe nr. | Afgrøder (både afgrøde, forfrugt, forforfrugt og næste års afgrøde)  | Afgrøde-kategori |
|------------|----------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1          | Vintersæd (både til modenhed og helsæd)                              | M1               |
| 2          | Vårsæd (både til modenhed og helsæd)                                 | M2               |
| 3          | Bælgsæd-korn blandinger                                              | M3               |
| 4          | Kløvergræs, græs (fodergræs) og lucerne (både i og uden for omdrift) | M4               |
| 5          | Frøgræs                                                              | M5               |
| 6          | Brak (græsdække)                                                     | M6               |
| 7          | Sukkerroer, foderroer og hamp                                        | M7               |
| 8          | Majs og kartofler (alle typer)                                       | M8               |
| 9          | Vinterraps                                                           | M9               |
| 13         | Bælgsæd og vårraps                                                   | M13              |

Både forforfrugt, forfrugt, afgrøde og næste års afgrøde tildeles et gruppenr. ud fra ovenstående tabel. I det følgende er afgrødegrupper benævnt på følgende måde:

Afgrødegruppenr. = AfgrGrpNr

Forfrugtgruppenr. = ForfrGrpNr

Forforfrugtgruppenr. = ForforGrpNr.

Næste års afgrøde-gruppenr. = NAAfgrGrpNr

Se Tabel 1, kolonne C i regnearket 'Tabeller N-LES5': Tabel med afgrødegrupper, efterafgrødegrupper og afstrømningsafgrøder

Efterafgrøder, mellemafgrøder og udlægsafgrøder har deres egen gruppeinddeling:

| Gruppe nr. | Udlægs- og efterafgrøder                              |
|------------|-------------------------------------------------------|
| 0          | Ingen efterafgrøde, mellemafgrøde eller udlægsafgrøde |
| 21         | Efterafgrøder (alle typer)                            |
| 22         | Mellemafgrøder                                        |
| 23         | Udlæg til frøgræs                                     |
| 24         | Udlæg af kløvergræs og fodergræs (alle typer)         |

Efterafgrøder og udlægsafgrøder i både høståret (udvaskningsåret) og efter forfrugten året før tildeles et gruppenr.

Se Tabel 1, kolonne D i regnearket 'Tabeller N-LES5': Tabel med afgrødegrupper, efterafgrødegrupper og afstrømningsafgrøder

I det følgende benævnes disse efterafgrødegrupper på følgende måde:

Efterafgrødegruppenr. efter afgrøden i høståret = EfgrGrpNr

Efterafgrødegruppenr. efter forfrugten = ForfrEfgrGrpNr

Tidlig såning af vintersæd indgår også i afgrødeeffekten. Tidlig såning har samme effekt som en mellem-afgrøde. Tidlig såning benævnes i det følgende TidlSaaNr og kan antage værdien 0 eller 1 (nej/ja).

I det følgende er specificeret algoritmer til opslag af afgrødekategori og dermed parameterværdierne for afgrødeeffekter.

Afgrødekategori for afgrøde i høståret (til opslag af parameterværdi)

Hvis der ikke er angivet nogen afgrøde i høståret, så kan udvaskningen ikke beregnes.

Kategori<sub>Afgrøde</sub> = HVIS(OG(AfgrGrpNr=1;ELLER(ForfrGrpNr=4; 5; 6));M10;  
HVIS(OG(AfgrGrpNr=8;ELLER(ForfrGrpNr=4; 5; 6));M11;  
HVIS(OG(AfgrGrpNr =4;ELLER(ForfrGrpNr=4; 5; 6));12;LOPSLAG(AfgrKode;AfgrGrpTab;2;FALSK))))

Afgrødekategori for vinterplantedække i høståret/udvaskningsåret (til opslag af parameterværdi)

Hvis næste års afgrøde ikke er angivet, så regner vi med vårsæd (gruppenr. 2) som default.

Kategori<sub>VPHøstår</sub> = HVIS(OG(AfgrGrpNr<>4; NAAfgrGrpNr=1; Eller(EfgrGrpNr=22; TidlSaa=1)); W9;  
HVIS(OG(AfgrGrpNr <>4; NAAfgrGrpNr=1); W1;  
HVIS(OG(ELLER(AfgrGrpNr=1;2;3;9;13);ELLER(NAAfgrGrpNr=2;3;7;8;13); EfgrGrpNr =0); W5;  
HVIS(OG(AfgrGrpNr=8;ELLER(NAAfgrGrpNr=2;3;7;8;13); EfgrGrpNr=0); W3;  
HVIS(ELLER(AfgrGrpNr=6; EfgrGrpNr=21); W4;  
HVIS(ELLER(AfgrGrpNr=7; NAAfgrGrpNr=5;9; EfgrGrpNr>22); W6;  
HVIS(OG(ELLER(AfgrGrpNr=4;5);ELLER(NAAfgrGrpNr=2;3;4;5;7;8;13)); W6;  
HVIS(OG(AfgrGrpNr=4; NAAfgrGrpNr=1); W7;  
HVIS(OG(ELLER(AfgrGrpNr=4;5);ELLER(NAAfgrGrpNr=2;3;7;8;13); W8; W2))))))

Afgrødekategori for forfrugt (til opslag af parameterværdi)

Hvis forfrugt ikke er angivet, så kan udvaskningen ikke beregnes.

Kategori<sub>Forfrugt</sub> = HVIS(ForfrGrpNr=4;MP3;  
HVIS(OG(ForfrGrpNr<>4; ForforfrGrpNr=4); MP4;  
HVIS(ForfrGrpNr=1; MP1;MP2)))

Afgrødekategori for vinterplantedække i forfrugtsåret (til opslag af parameterværdi)

Hvis forforfrugt ikke er angivet, så regner vi med, at der skal være vintersæd (gruppenr. 1) som default.

Kategori<sub>VPForfrugt</sub> = HVIS(AfgrGrpNr=9; WP8;  
HVIS(ForfrGrpNr=7; WP6;  
HVIS(OG(ForfrGrpNr=8; ForfrEfgrGrpNr=0); WP7;  
HVIS(OG(ELLER(ForfrGrpNr=5;6); AfgrGrpNr<>1); WP5;  
HVIS(ELLER(ForfrEfgrGrpNr=21;23); WP4;  
HVIS(OG(ELLER(ForfrGrpNr=4; ForfrEfgrGrpNr=24); AfgrGrpNr<>1); WP3;  
HVIS(OG(ForfrGrpNr=4; AfgrGrpNr=1); WP10;  
HVIS(OG(ELLER(AfgrGrpNr=1;2;3;7;8;13);ELLER(ForfrEfgrGrpNr=0;22); ForforfrGrpNr=4;ELLER(For-  
frGrpNr=2;3;7;8;13)); WP9;  
HVIS(AfgrGrpNr=1; WP1; WP2))))))

Parameterværdierne slås op ud fra afgrødekategorier i tabellen N-LES5\_parametre, se tabel 4 i regnearket Tabeller\_N-LES5..

Samlet afgrødeeffekt (C)

Den samlede afgrødeeffekt er summen af 4 deleffekter:

$$C = P_{\text{AfgrødeHøstår}} + P_{\text{VPHøstår}} + P_{\text{AfgrødeForfrugt}} + P_{\text{VPForfrugt}}$$

Afgrødeparametre til N-LES5 (ligger i Tabel 4 i regnearket Tabeller N-LES5).

| Afgørdeparametre           |                 | Vinterplantedækkeparametre (høstår) |                 | Forfrugtparametre            |                 | Vinterplantedækkeparametre (forfrugtår) |                 |
|----------------------------|-----------------|-------------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|-----------------------------------------|-----------------|
| $P_{\text{AfgørdeHøstår}}$ |                 | $P_{\text{VPHøstår}}$               |                 | $P_{\text{AfgørdeForfrugt}}$ |                 | $P_{\text{VPForfrugt}}$                 |                 |
| Kategori                   | Parameter-værdi | Kategori                            | Parameter-værdi | Kategori                     | Parameter-værdi | Kategori                                | Parameter-værdi |
| M1                         | 0               | W1                                  | 0               | MP1                          | 0               | WP1                                     | 0               |
| M2                         | -6,744          | W2                                  | -2,055          | MP2                          | 2,847           | WP2                                     | 9,704           |
| M3                         | -7,279          | W3                                  | -0,456          | MP3                          | 0,664           | WP3                                     | 10,601          |
| M4                         | -13,493         | W4                                  | -15,959         | MP4                          | 1,160           | WP4                                     | 9,354           |
| M5                         | -17,478         | W5                                  | -3,792          |                              |                 | WP5                                     | 13,241          |
| M6                         | -11,192         | W6                                  | -14,596         |                              |                 | WP6                                     | 5,483           |
| M7                         | -0,640          | W7                                  | -1,049          |                              |                 | WP7                                     | -1,572          |
| M8                         | 3,534           | W8                                  | -21,060         |                              |                 | WP8                                     | 7,413           |
| M9                         | -7,319          | W9                                  | -7,979          |                              |                 | WP9                                     | 7,396           |
| M10                        | -1,248          |                                     |                 |                              |                 | WP10                                    | 10,975          |
| M11                        | 19,524          |                                     |                 |                              |                 |                                         |                 |
| M12                        | -6,229          |                                     |                 |                              |                 |                                         |                 |
| M13                        | -2,866          |                                     |                 |                              |                 |                                         |                 |

## Kvælstofeffekt

### Effekt af kvælstofindhold i jorden (0-25 cm)

Indholdet af total-N i jorden (NT) slås op i en tabel ud fra et typejord nr. Der er defineret 52 forskellige typejorde. I definitionen indgår georegion (landet er inddelt i 5 georegioner), JB i overjorden og jordart i underjorden (C-horisonten). Der anvendes et 4-cifret tal til at identificere hver typejord. Første ciffer angiver georegion. De to midterste cifre angiver JB. Det sidste ciffer angiver jordart i C-horisonten.

Markens typejord slås op ud fra typejordskortet (GIS tema). Nummer på typejorden er 4-cifret, dog 3-cifret for lavbundsjord. Opslaget foretages med en 5-cifret ident, der er typejordnr. + 1, da det er total-N i horisont 1 (A horisonten), der skal anvendes. I typejordstabellen er der data for 3 horisonter for hver jordtype. Se tabel 2 i regnearket 'Tabeller\_N-LES5'. Enheden er ton total-N pr. ha.

Parameterværdien for effekt af total-N i jorden ( $P_{\text{Njorden}}$ ) er 0,456793

Beregning af effekt af kvælstofindhold i jorden:

$$= P_{\text{Njorden}} \text{ NT}$$

### Effekt af tilført mineralsk N

Der skal beregnes 4 tilførsler af mineralsk N:

- Mineralsk N tilført i handelsgødning og organisk gødning forår (1/1 – 31/8 2020),  $MN_{\text{Forår}}$
- Mineralsk N tilført i handelsgødning og organisk gødning efterår (1/9 – 31/12 2020),  $MN_{\text{Efterår}}$
- Mineralsk N afsat under afgræsning (1/1 – 31/12 2020),  $MN_{\text{Udb}}$
- Mineralsk N tilført i handelsgødning og organisk gødning samt afsat under afgræsning i forfrugtåret (1/1 – 31/12 2019) og i forforfrugtåret (1/1 – 31/12 2018),  $MN_{\text{Forfrugtår}} + MN_{\text{Forforfrugtår}}$

### Effekt af N fra kvælstoffiksering

Der skal beregnes 2 tilførsler af N fra kvælstoffiksering:

- N fra kvælstoffiksering i høståret,  $FN_{\text{Høstår}}$
- N fra kvælstoffiksering i forfrugtår og forforfrugtår,  $FN_{\text{Forfrugtår}} + FN_{\text{Forforfrugtår}}$

### Effekt af tilført organisk N

Der skal beregnes 2 tilførsler af organisk N:

- Organisk N tilført forår (1/1 – 31/8 2020),  $GN_{\text{Forår}}$
- Organisk N tilført og organisk N afsat under afgræsning i forfrugtåret (1/1 – 31/12 2019) og i forfrugtåret (1/1 – 31/12 2018),  $GN_{\text{Forfrugtår}} + GN_{\text{Forforfrugtår}}$

Parameterværdier til beregning af kvælstofeffekt (ligger i Tabel 4 i regnearket Tabeller N-LES5):

| Parameter             | Beskrivelse                                                                                                                                | Parameter-værdi |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| $P_{\text{Njord}}$    | Total-N i jord                                                                                                                             | 0,456793        |
| $P_{\text{Forår}}$    | Mineralsk N forår                                                                                                                          | 0,049570        |
| $P_{\text{Efterår}}$  | Mineralsk N efterår (efter 1/9)                                                                                                            | 0,157044        |
| $P_{\text{Udb}}$      | Mineralsk N afsat ved afgræsning i høstår                                                                                                  | 0,038245        |
| $P_{\text{Fix}}$      | N fra kvælstoffiksering i høstår                                                                                                           | 0,016314        |
| $P_{\text{GN}}$       | Organisk N forår                                                                                                                           | 0,014099        |
| $P_{\text{Forfrugt}}$ | Mineralsk N forfrugtår og forforfrugtår,<br>Organisk N forfrugtår og forforfrugtår,<br>N fra kvælstoffiksering forfrugtår og forforfrugtår | 0,026499        |

### Samlet kvælstofeffekt (N)

Kvælstofeffekten (N) er summen af 9 deffekter:

$$N = P_{\text{Njord}} NT + P_{\text{Forår}} MN_{\text{Forår}} + P_{\text{Efterår}} MN_{\text{Efterår}} + P_{\text{Udb}} MN_{\text{Udb}} + P_{\text{Forfrugt}} (MN_{\text{Forfrugtår}} + MN_{\text{Forforfrugtår}})/2 + P_{\text{Fix}} FN_{\text{Høstår}} + P_{\text{Forfrugt}} (FN_{\text{Forfrugtår}} + FN_{\text{Forforfrugtår}})/2 + P_{\text{GN}} GN_{\text{Forår}} + P_{\text{Forfrugt}} (GN_{\text{Forfrugtår}} + GN_{\text{Forforfrugtår}})/2$$

Kvælstofeffekten er korrigeret for en effekt af det plantedække, der er om efteråret i udvaskningsåret. Der er to kategorier af Efterårsafgrøde, nemlig henholdsvis afgrøder med stort kvælstofoptag om efteråret (græs, kløvergræs, sukkerroer, foderroer og vinterraps udlagt) og afgrøder med lavt eller moderat kvælstofoptag om efteråret (alle øvrige).

$$\text{Kategori\_Efterårsafgrøde} = \text{Hvis}(\text{Eller}(\text{Eller}(\text{AfgrGrpNr}=4;5;7); \text{NAAfgrGrpNr}=9); \underline{1}; \underline{2})$$

Parameterværdier for kategorier af efterårsafgrøde ( $P_{\text{EAI}}$ ), (Tabel 4 i regnearket Tabeller N-LES5):

| Kategori               | Beskrivelse                              | Parameter-værdi |
|------------------------|------------------------------------------|-----------------|
| 1 ( $P_{\text{EA1}}$ ) | Efterårsafgrøder med stort kvælstofoptag | 1,000000        |
| 2 ( $P_{\text{EA2}}$ ) | Alle øvrige afgrøder                     | 1,205144        |

$$\text{Korrigeret kvælstofeffekt} = P_{\text{EAI}} N$$

## Jordeffekt

Jordeffekten (S) afhænger alene af jordens lerindhold i 0-25 cm.

Lerindholdet (Ler%) angives som vægtprocent (%).

Parameterværdien  $P_{LER}$  er 0,001849 (ligger i Tabel 4 i regnearket Tabeller N-LES5)

Jordeffekten (S) beregnes som:

$$S = \exp(P_{LER} \text{ Ler}\%)$$

Værdi for lerindhold findes ud fra typejordskortet (ligesom total-N i jord). Så identen for opslaget er type-jord nr. + 1 (5-cifret), da det er lerindholdet i horisont 1 (A horisonten), der skal anvendes.

## Afstrømningseffekt

Afstrømningseffekten (P) afhænger af afstrømningen (perkolationen) ud af rodzonen i 1 meters dybde i tre perioder. Parametrene er forskellige for sandjord (JB1 + JB3) og for muldjord (øvrige JB).

Afstrømning (mm) fra 1. april til 31. august,  $A_{AA}$

Afstrømning (mm) fra 1. september til 30. marts,  $A_{SM}$

Afstrømning (mm) fra 1. september til 30. marts i forfrugtsåret,  $A_{SMFfr}$

Parameterværdier til beregning af afstrømningseffekt (ligger i Tabel 4 i regnearket Tabeller N-LES5):

| Parameter    | Beskrivelse                                             | Parameter-værdi |
|--------------|---------------------------------------------------------|-----------------|
| $P_{AAS}$    | Afstrømning april-august på sandjord                    | 0,001194        |
| $P_{AAM}$    | Afstrømning april-august på muldjord                    | 0,000798        |
| $P_{SMS}$    | Afstrømning september- marts på sandjord                | 0,001107        |
| $P_{SMM}$    | Afstrømning september- marts på muldjord                | 0,000745        |
| $P_{SMSFfr}$ | Afstrømning september-marts i forfrugtsåret på sandjord | 0,000856        |
| $P_{SMMFfr}$ | Afstrømning september-marts i forfrugtsåret på muldjord | 0,000638        |

Afstrømningseffekt på sandjord (JB1 + JB3):

$$P = [1 - \exp(-P_{AAS} A_{AA} - P_{SMS} A_{SM})] \exp(-P_{SMSFfr} A_{SMFfr})$$

Afstrømningseffekt på muldjord (øvrige JB):

$$P = [1 - \exp(-P_{AAM} A_{AA} - P_{SMM} A_{SM})] \exp(-P_{SMMFfr} A_{SMFfr})$$

Udvaskningen fra rodzonen beregnes som udgangspunkt med en normalafstrømning, der er beregnet som den gennemsnitlige afstrømning fra 1990-2017. Normalafstrømningen er fastlagt for hver typejord for forskellige grupper af afgrøder – se afsnit om afstrømningsdata.

## Udvaskning fra rodzonen

Udvaskningen fra rodzonen (L) beregnes:

$$L = P_{\text{Trend}} (\text{År} - 1991) + \{(I_{\text{tc}} + P_{\text{VAi}} N + C)^K\} (P S) P_{\text{Bias}} \quad (\text{som kg N/ha})$$

$P_{\text{Trend}}$  er parameterværdi for trendeffekt

År er høstår (kalenderåret)

$I_{\text{tc}}$  er intercept (konstant)

$P_{\text{EAI}}$  er parameterværdi for efterårsafgrøde.

N er kvælstofeffekt

C er afgrødeeffekt

K er potens, som kvælstofeffekt + afgrødeeffekt er hævet til.

P er afstrømningseffekt (effekt af perkolation)

S er jordeffekt

$P_{\text{Bias}}$  er en biaskorrektur (konstant)

Øvrige parameterværdier og konstanter (ligger i Tabel 4 i regnearket Tabeller N-LES5):

| Parameter          | Beskrivelse          | Parameter-værdi |
|--------------------|----------------------|-----------------|
| $P_{\text{Trend}}$ | Trendeffekt          | -0,1108         |
| $I_{\text{tc}}$    | Intercept (konstant) | 23,5100         |
| K                  | Potens               | 1,5             |
| $P_{\text{Bias}}$  | Biaskorrektion       | 1,085           |

## Kvælstofudledning til det marine vandmiljø

Kvælstofudledningen til det marine vandmiljø i kg N/ha beregnes ved at gange kvælstofudvaskningen fra rodzonen med den reciprokke værdi af kvælstofretentionen ( $1 - \text{Kvælstofretention}/100$ ).

Kvælstofudledning (marint) = kvælstofudvaskning  $\times$  ( $1 - \text{Kvælstofretention}/100$ ).

Kvælstofretentionen er indtil videre kortlagt officielt på ID15 niveau. Hver mark er tilknyttet et ID15-opland og dermed en kvælstofretention (f.eks. ud fra markens midtpunkt).

## Afstrømningsdata

Udvaskningen fra rodzonen beregnes ud fra en normalafstrømning, der er den gennemsnitlige årlige afstrømning fra 1990-2019. Normalafstrømningen er fastlagt for hver typejord for 8 afgrødefølger. Disse 8 afgrødefølger kaldes i det følgende for 'afstrømningsafgrøder'. Neden er angivet de 8 afstrømningsafgrøder og det nummer, som de er blevet tildelt af Aarhus Universitet. Vi bibeholder de samme numre som ident.

Numre på afstrømningsafgrøde (er tilknyttet alle afgrøder i Tabel 1 i regnearket Tabeller N-LES5):

| Afstrømningsafgrøde     | Nr. |
|-------------------------|-----|
| Vårbyg med græsudlæg    | 1   |
| Græs 4 slæt årligt      | 2   |
| Vårbyg med bar jord     | 4   |
| Vinterhvede Vinterhvede | 6   |
| Vinterraps Vinterraps   | 7   |
| Majs – bar jord         | 10  |
| Kartofler – bar jord    | 11  |
| Vedvarende græs         | 12  |

Alle landbrugsafgrøder knyttes til en afstrømningsafgrøde ud fra hvilken afstrømningsafgrøde, der er mest repræsentativ for den pågældende afgrøde.

Den årlige afstrømning er opdelt i to perioder, nemlig 1. april – 31. august og 1. september – 30. marts.

Afstrømningen i de 8 afstrømningsafgrøder er beregnet med DAISY modellen. Der er anvendt klimadata fra DMI's 10x10 km grid. Det betyder, at der er specifikke afstrømningsdata for hver af de 609 gridceller. Hver gridcelle har en 5-cifret ident.

Afstrømningen afhænger endvidere af rodzonekapaciteten, som primært er bestemt af teksturen i overjorden og underjorden. For at håndtere forskelle i rodzonekapacitet i forbindelse med beregningen af afstrømningsdata er der defineret en række typejorde. Der er opbygget et datasæt med 52 typejorde (typejordskort) med oplysninger om tekstur, humusindhold og volumenvægt i de tre horisonter (A, B og B) samt oplysninger om rodtybde og afdræning.

En typejord har en 4-cifret ident, dog 3-cifret for lavbundslande. Første ciffer angiver georegionen. Hele landet er inddelt i 5 georegioner. Hver klimagridcelle er entydigt knyttet til én georegion. De to næste cifre angiver JB-nummeret i overjorden. Det sidste ciffer angiver jordarten i C-horizonten. Inden for hver georegion er der udvalgt de 9-10 hyppigste kombinationer af A-, B- og C-horizontens JB-numre og C-horizontens jordart.

Opslag i afstrømningstabellen foretages ud fra gridcelle nr. (5 cifret ident) kombineret med typejord nr. (4 eller 3 cifret ident). Derudover er opslaget bestemt af afstrømningsafgrøden (1 eller 2 cifret ident). Tabellen med afstrømningsdata ligger som tabel 5 i regnearket Tabeller N-LES5.

Til hver udvaskningsberegning skal der foretages 3 opslag, nemlig sommerafstrømningen i høståret (1. april – 31. august), vinterafstrømningen i høståret/udvaskningsåret (1. september – 30. marts) og vinterafstrømningen i forfrugtåret (1. september – 30. marts). Hovedafgrøden i høståret definerer afstrømningsafgrøden for opslag af både sommerafstrømning og vinterafstrømning i høståret. Forfrugten definerer afstrømningsafgrøden for vinterafstrømningen i forfrugtåret.

Afstrømningsafgrøde for sommerafstrømning:

Afstrømningsafgrøden for sommerafstrømningen findes ud fra afgrøden i høståret (tabelopslag).

Afstrømningsafgrøde for vinterafstrømning:

Afstrømningsafgrøden for vinterafstrømningen findes også ud fra afgrøden i høståret uanset hvilken afgrøde, der er om efteråret. For alle vårkorn-afgrøder anvendes afstrømningsafgrøden 'Vårbyg med græsudlæg', da 'Vårbyg med bar jord' ikke reelt findes i praksis, da der efter vårkorn altid kommer enten udlæg, en efterafgrøde, spildkorn eller en vinterafgrøde. Disse valg er gjort i tabel 1(N-LES5 regnearket).

Afstrømningsafgrøde for vinterafstrømningen i forfrugtåret:

Afstrømningsafgrøden for vinterafstrømningen i forfrugtåret findes ud fra forfrugten, dvs. afgrøde i forfrugtåret (tabelopslag).

**Mark Online håndtering af afstrømningsdata**

For at beregne udvaskningen i Mark Online skal afstrømningsdata kunne slås op. For at gøre dette er der behov for følgende:

Hver mark skal knyttes til et af DMI's 10 x 10 km klimagrid (5 cifret gridnummer). Dette findes vist allerede i Mark Online (?).

Ud fra klimagrid tilknyttes en georegion til hver mark (1-5). Sammenkoblingen mellem klimagrid og georegion fremgår af tabel 6 i regnearket Tabeller\_N-LES5.

Ud fra typejordskortet (GIS tema) tilknyttes et typejord nr. til hver mark (4- eller 3-cifret ident).

Alle afgrøder knyttes til en afstrømningsafgrøde (er gjort i tabel 1 i regnearket Tabeller\_N-LS5).

Afstrømningsdata slås op med en ident, der kombinerer grid nr. + georegion nr. + typejord nr. + afstrømningsafgrøde.

Sommerafstrømningen står i kolonne n.

Vinterafstrømningen står i kolonne n+1.

## Beregning af nitratindeks og udvaskningsfaktor

Nitratindekset er et forholdstal, der angiver kvælstofudvaskningen på en relativ skala i forhold til kvælstofudvaskningen i en referenceafgrøde under de samme naturgivne forudsætninger. Nitratindekset udtrykker betydningen af dyrkningspraksis (afgrødevalg, sædskifte, plantedække efterår og gødskning), dvs. afgrødeeffekt (C) og kvælstofeffekt (N) i N-LES5 modellen. Derimod er jordeffekt (S) og afstrømningseffekt (P) ikke udtrykt eller indeholdt i nitratindekset. Nitratindekset har dermed den samme skala i hele landet uanset jordtype og nedbør. Man kan også sige, at nitratindekset er et udtryk for mængden af nitrat, der potentielt kan udvaskes. Nitratindekset afhænger alene af dyrkningsmæssige forhold, som landmanden har indflydelse på.

Effekten af naturgivne forhold, dvs. jordeffekt (S) og afstrømningseffekt (P) udtrykkes med en udvaskningsfaktor, som er det tal nitratindekset skal ganges med for at få den absolutte N-LES5 beregnede nitratudvaskning i kg N/ha.

Referenceafgrøden for nitratindekset er vinterhvede med forfrugt vinterhvede, forforfrugt vinterhvede og vinterhvede som efterårsplantedække. Det er endvidere forudsat, at vinterhveden er gødet udelukkende med handelsgødning og efter gældende kvælstofnormer.

Nitratindekset beregnes for hver mark pr. år.

For at beregne nitratindekset skal udvaskningen beregnes for referenceafgrøden.

### Beregning af udvaskning for referenceafgrøde

Ligesom ved beregning af nitratudvaskningen for den aktuelle afgrøde i marken indgår der overordnet 5 forskellige effekter i udvaskningsberegningen for referenceafgrøden:

$$\text{Udvaskning} = \text{Trendeffekt} + (\text{Kvælstofeffekt} + \text{Afgrødeeffekt}) \times \text{Afstrømningseffekt} \times \text{Jordeffekt}$$

### Afgrødeeffekt (C) referenceafgrøde

Afgrødeeffekten (C) for referenceafgrøden er pr. definition 0, da vinterhvede også er referenceafgrøde i N-LES5 modellen.

### Kvælstofeffekt (N) for referenceafgrøden

Da referenceafgrøden udelukkende gødskes med handelsgødning, så skal der kun regnes på to deleffekter, nemlig effekt af kvælstofindhold i jorden (0-25 cm) og effekt af tilført mineralsk N.

Effekt af kvælstofindhold i jorden er nøjagtig den samme beregning som for markens aktuelle afgrøde, så denne beregning genbruges.

### Effekt af tilført mineralsk N

Det forudsættes, at der kun tilføres handelsgødning om foråret. Der skal derfor beregnes 2 tilførsler af mineralsk N:

- Mineralsk N tilført i handelsgødning forår (1/1 – 31/8 2020),  $MN_{\text{Forår}}$
- Mineralsk N tilført i handelsgødning i forfrugtåret (1/1 – 31/12 2019) og i forforfrugtåret (1/1 – 31/12 2018),  $MN_{\text{Forfrugtår}} + MN_{\text{Forforfrugtår}}$

Tilført mængde N skal svare til kvælstofnormen for vinterhvede efter korn på den pågældende jordtype. I ovenstående tilfælde skal  $MN_{\text{Forår}}$  være lig med kvælstofnormen til vinterhvede efter korn i 2020.

$MN_{\text{Forfrugtår}}$  er kvælstofnormen til vinterhvede efter korn i 2019.

$MN_{\text{Forforfrugtår}}$  er kvælstofnormen til vinterhvede efter i 2018.

### Samlet kvælstofeffekt (N) for referenceafgrøden

Kvælstofeffekten (N) for referenceafgrøden er summen af 3 deleffekter:

$$N = P_{Nj\text{ord}} NT + P_{\text{Forår}} MN_{\text{Forår}} + P_{\text{Forfrugt}} (MN_{\text{Forfrugtår}} + MN_{\text{Forforfrugtår}})/2$$

Vinterhvede er en efterårsafgrøde med et lavt eller moderat kvælstofoptag om efteråret. Det skal der korrigeres for ved at gange kvælstofeffekten med parameteren  $P_{EA2}$ , der er 1,205144.

$$N_{\text{kor}} = P_{EA2} N = 1,205144 N$$

Parameterværdierne fremgår af tabel 4 i regnearket Tabeller\_N-LES5.

### **Jordeffekt (S) for referenceafgrøden**

Jordeffekten for referenceafgrøden er nøjagtig den samme som for markens aktuelle afgrøde, så beregningen genbruges.

Jordeffekten (S) afhænger alene af jordens lerindhold i 0-25 cm.

Lerindholdet (Ler%) angives som vægtprocent.

Parameterværdien  $P_{\text{LER}}$  er 0,001849

Jordeffekten (S) beregnes som:

$$S = \exp(P_{\text{Ler}} \text{Ler}\%)$$

### **Afstrømningseffekt (P) for referenceafgrøden**

Afstrømningseffekten (P) skal beregnes med udgangspunkt i afstrømningsafgrøden vinterhvede – vinterhvede. Afstrømningseffekten for referenceafgrøden kan således være forskellig fra afstrømningseffekten for den aktuelle afgrøde.

Afstrømningseffekten (P) afhænger af afstrømningen (perkolationen) ud af rodzonen i 1 meters dybde i tre perioder. Parametrene er forskellige for sandjord (JB1 + JB3) og for muldjord (øvrige JB).

Afstrømning (mm) fra 1. april til 31. august,  $A_{AA}$

Afstrømning (mm) fra 1. september til 30. marts,  $A_{SM}$

Afstrømning (mm) fra 1. september til 30. marts i forfrugtsåret,  $A_{SMFfr}$

Afstrømningseffekt på sandjord (JB1 + JB3):

$$P = [1 - \exp(-P_{AAS} A_{AA} - P_{SMS} A_{SM})] \exp(-P_{SMSFfr} A_{SMFfr})$$

Afstrømningseffekt på muldjord (øvrige JB):

$$P = [1 - \exp(-P_{AAM} A_{AA} - P_{SMM} A_{SM})] \exp(-P_{SMMFfr} A_{SMFfr})$$

Parameterværdierne fremgår af tabel 4 i regnearket Tabeller\_N-LES5.

### Beregning af udvaskning (L) for referenceafgrøden

Udvaskningen fra rodzonen (L) beregnes (samme formel som for den aktuelle afgrøde):

$$L = P_{\text{Trend}} (\text{År} - 1991) + \{(I_{tc} + P_{VAi} N + C)^K\} (P S) P_{\text{Bias}}$$

$P_{\text{Trend}}$  er parameterverdi for trendeffekt

År er høstår (kalenderåret)

$I_{tc}$  er intercept (konstant)

$P_{VAi}$  er parameterverdi for efterårsafgrøde (er altid 1,205144 for referenceafgrøden)

N er kvælstofeffekt (beregnes specifikt for referenceafgrøden)

C er afgrødeeffekt (er altid 0 for referenceafgrøden)

K er potens, som kvælstofeffekt + afgrødeeffekt er hævet til.

P er afstrømningseffekt (beregnes specifikt for referenceafgrøden)

S er jordeffekt (er den samme som for markens aktuelle afgrøde)

$P_{\text{Bias}}$  er en biaskorrektur

Parameterverdierne fremgår af tabel 4 i regnearket Tabeller\_N-LES5.

### Beregning af nitratindeks

Nøgletallene nitratindeks og udvaskningsfaktor beregnes således:

$$\text{Nitratindeks} = \text{Udvaskning i aktuell afgrøde} \cdot 100 / \text{Udvaskning i referenceafgrøde}$$

$$\text{Udvaskningsfaktor} = \text{Udvaskning i referenceafgrøde} / 100$$

### Output fra udvaskningsberegningerne

For hver mark præsenteres følgende beregningsresultater:

- |                                            |                         |
|--------------------------------------------|-------------------------|
| • Kvælstofudvaskning fra rodzonen, kg N/ha | (vises med 0 decimaler) |
| • Nitratindeks                             | (vises med 0 decimaler) |
| • Udvasningsfaktor                         | (vises med 2 decimaler) |
| • Kvælstofudledning marint (kg N/ha)       | (vises med 0 decimaler) |