

Notat

SEGES Innovation
Plante- & MiljøInnovation

Kvælstofudledning på markskala	Ansvarlig	MADM
	Oprettet	03-08-2022
	Side	1 af 17

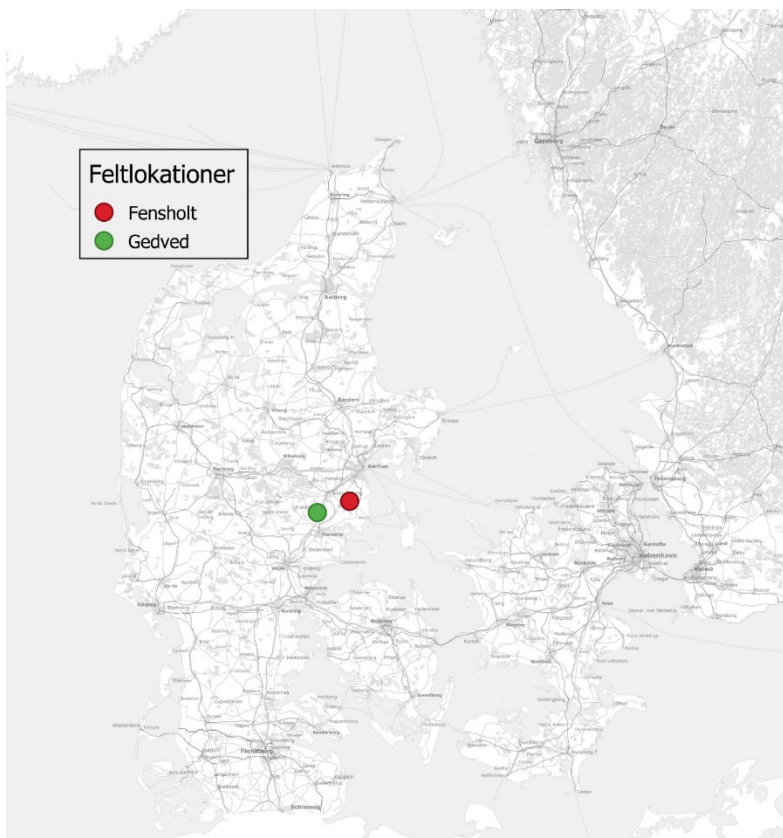
Projekt: 4307 T-rex

Indhold

Feltlokationer	1
<i>Målinger og prøvetagning</i>	3
N-transporten via dræn	3
N-udvaskning fra rodzonen	6
N-min til bestemmelse af rodzone udvaskning	6
Vandprøver fra piezometerrør til bestemmelse af udvaskningen fra rodzonen.....	12
Retention	16
Referencer	17

Feltlokationer

Som led i projektet Terrænnær redox og retentionskortlægning til differentieret målrettet virkemiddelindsats inden for ID15 oplande (T-Rex) er der indsamlet data til demonstration af variationen i kvælstofudledningen på markskala. Data er indsamlet på forsøgsmarker i Gedved ved Horsens Fjord og Fensholt ved Norsminde Fjord (se figur 1). Gældende for begge prøvelokationer er at jordtypen er domineret af moræneler, og at der er dræn på markerne. Der formodes således at være en høj udvaskning af kvælstof (N), hvis der ikke sker en tilbageholdelse af N inden drændybden, som oftest er omkring 1m.



Figur 1: Feltstudie lokationer, hvor der er indsamlet data. Bemærk at lokationen Gedved består af to marker Gedved1 og Gedved2, mens Fensholt kun består af en mark

Tabel 1 viser en oversigt over grunddata for hver af de tre prøvetagningsmarker.

Lokation	Totalt areal (ha)	Drænet areal (ha)	Dominere jordtype
Gedved1	35	20	JB4
Gedved2	27	22	JB4
Fensholt	38	28	JB6

En usikkerhed som gør sig gældende på alle tre marker, er afgrænsningen af det drænedede areal. Af tabel 1 fremgår det, at det for alle tre marker kun var dele af markerne som afvandede til dræn. Præcis hvor stort det drænedede areal er for hvor hver mark er svært at bedømme. Endvidere viser drænkort fra markerne (Figur 2) at det er flere sammenfaldne drænsystemer, hvilket gør det svært at sige nøjagtigt, hvor vandet løber hen når det rammer drænene, samt hvorvidt der tilføres vand fra oplands drænsystemer. De drænedede arealer er således estimeret via GIS-kort efter bedste evne.

A



B



Figur 2: Forsøgsmarker og drænsystemer. a) Gedved 1 og Gedved 2, hvor Gedved 1 er mærket med rød og Gedved2 med grønt. b) Fensholt markeret med rød

Målinger og prøvetagning

N-retentionen i de øvre jordlag er et udtryk for hvor meget af det N som udvaskes fra rodzonen, der ender med at blive tilbageholdt i de dybere jordlag.

For at kunne bestemme N-retentionen over drændybden er det nødvendigt at kende N-udvaskningen fra rodzonen og N-transporten via dræn da N-retentionen over dræne er givet ved:

$$N - retention = \frac{N_{udvaskning\ fra\ rodzonen} - N_{udledning\ via\ dræn}}{N_{udvaskning\ fra\ rodzonen}}$$

Både N-transporten via dræn og N-udvaskningen fra rodzonen er derfor blevet beregnet på baggrund af de indsamlede data (Tabel 2).

Tabel 2: data indsamlet på markene Gedved og Fensholt til demonstration af variationen i kvælstofudledningen på markskala:

Måleprogram	Prøve type	Udtagnings periode
Drænmålinger	TN i drænvand	December 2019 – April 2022
	Vandføring i dræn	Januar 2020 – April 2022
Piezometerrør	Vandstand i jorden	December 2019 – Maj 2022
	NO ₃ -N i jordvandet	December 2019 – Maj 2022
N-min prøver	N-min i jorden	December 2019 og November 2020

N-transporten via dræn

N-transport i dræne er blevet beregnet ved hjælp af N målinger i drænvandet og vandføringsmålinger. Vandføringen er blevet målt kontinuert via flowmeter, og der er således flowdata for Gedved1, Gedved2 og Fensholt perioden januar 2020 til 15. maj 2021.

N-prøverne i drænvandet er udtaget på dagsbasis men er blevet puljet inden analyse. En måling angiver således en gennemsnitsværdi for den puljede periode, som oftest er svarende til en uge. Der har ved alle markerne (Gedved1, Gedved2 og Fensholt) været perioder hvor det ikke var muligt at udtage en daglig

drænvandsprøve, og der er således periode for hvilke der ikke er nogen N målinger i drænvandet. For at kunne beregne N-transporten er det dog nødvendigt at kende den gennemsnitlige daglige N-koncentration og der er derfor fortaget en flow proportional interpolation af N-koncentration i drænvandet for de perioder, hvor der ikke foreligger nogle prøver.

Den flow proportionale interpolation af N-koncentrationen i drænvandet er beregnet på følgende vis

$$\begin{aligned} N - \text{konc}_{\text{interpoleret}} &= N - \text{konc}_{T_0} \pm \Delta N - \text{konc}_{T_0;T_n} \\ &* (\text{dalige relative afstømnin i periden } T_0 - T_n/100) \quad [1] \end{aligned}$$

Hvor $N - \text{konc}_{T_0}$ er den sidste målte N-koncentration inden en periode uden målinger, $N - \text{konc}_{T_n}$ er den første målte N-koncentration efter perioden uden målinger, og $\Delta N - \text{konc}_{T_0;T_n}$ er forskellen mellem N-koncentrationen målt før og efter perioden uden målinger.

Den endelige N- dræntransport er herefter beregnet på dagsbasis og summeret for det agrohydrauliske år som løber fra 1. april til 31. marts i det efterfølgende år. N-transporten i dræn på dagsbasis er beregnet på følgende vis.

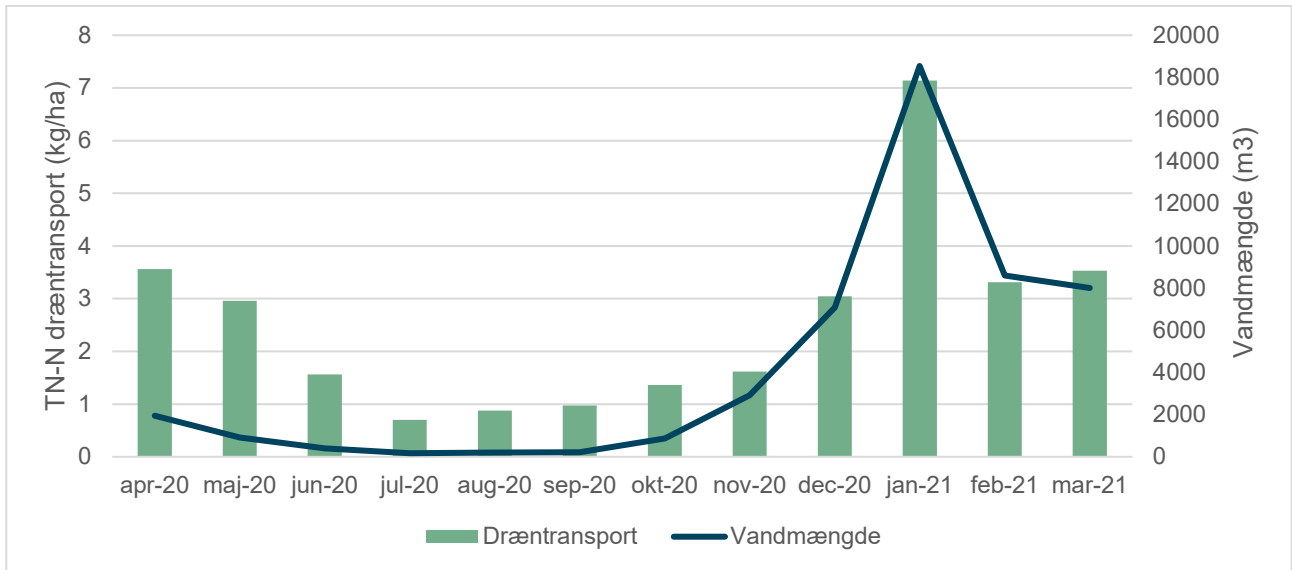
$$N - \text{transport } \text{kg/dag} = (\text{Flow } (l/\text{dag}) * N - \text{konc}(mg/l)) * 10^{-6} \quad [2]$$

I det følgende gennemgås resultaterne for hver af de tre forsøgsmarker for det agrohydrauliske år 2020/2021. Der ikke lavet en opgørelse for 2019/2020 da måling af vandføringen først opstartede den 9. januar 2020, hvor det ikke er muligt at lave en fuld opgørelse.

Gedved1

For marken Gedved1 blev TN-dræntransporten beregnet til 19 kg/ha svarende til en total transport på 374 kg TN. Det skal dog bemærkes at der ikke er taget nogen dræn-N prøver i perioden 1 april og 17 oktober 2020. Derfor er opgørelsen kun gældende for vinterhalvåret af drænperioden 2020/2021. Det årlige vandmængde perioden 1. april 2020 og frem til 31. marts 2021 blev opgjort til 49.867 m³. Det ses af figur 3 at transporten var størst i vinterhalvåret hvor vandmængden også var størst. Den gennemsnitlige N-koncentration i drænvandet er for perioden 1. april 2020-31. marts 2021 opgjort til 8 mg/l.

Som det fremgår af figur 3, betyder de manglende N-prøver mellem april og oktober at N-dræntransporten undervurderes, da drænene løb gennem hele drænsæsonen. Alligevel forventes TN-transporten på 19 kg/ha at være retvisende da vandmængden er relativt lille imellem april og oktober 2020.



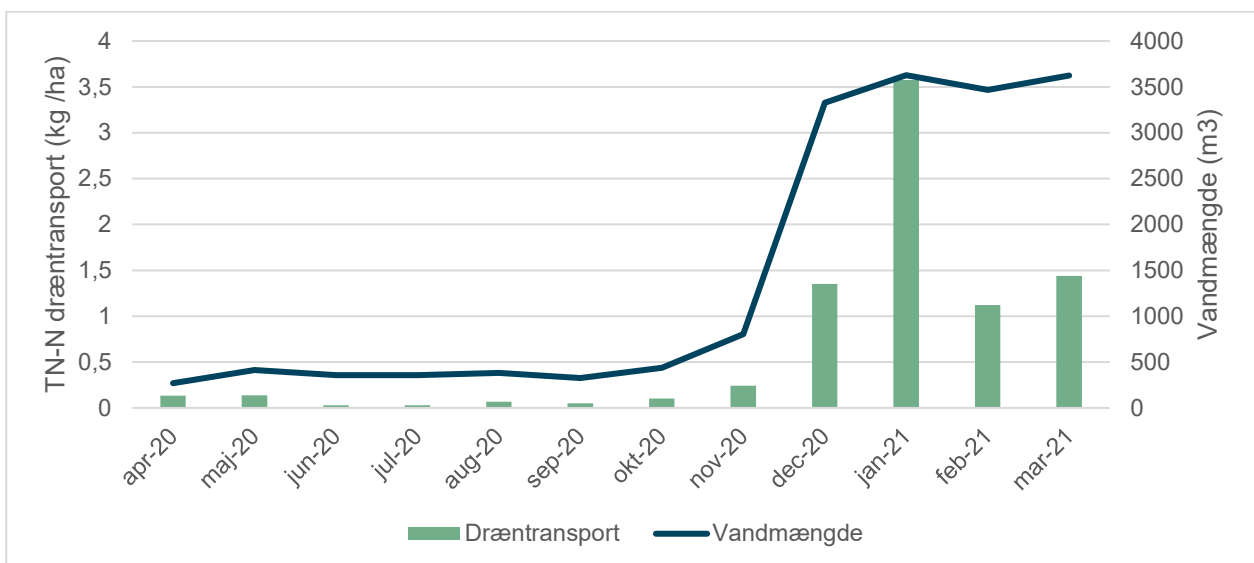
Figur 3: Målt vandmængde og beregnet TN-transport i dræne ved Gedved 1 opgjort på månedens basis for drænsæsonen 2020/2021

Som tidligere nævnt, er der en usikkerhed som gør sig gældende for den beregnede dræntransport for Gedved1, Gedved2 og Fensholt er at det ikke vides præcis hvordan drænsystemerne er afgrænset inden på de enkelte marker.

Gedved2

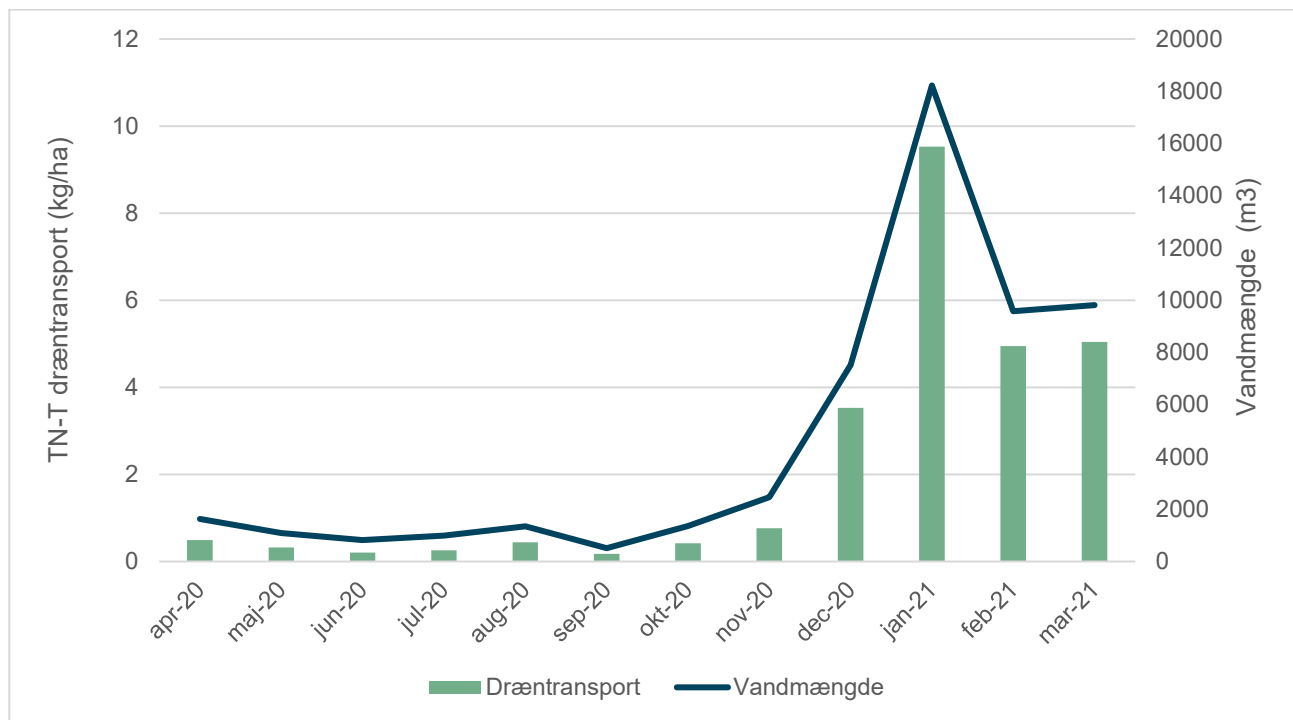
For marken Gedved2 blev TN-dræntransporten beregnet til 8 kg/ha svarende til en årlig total transport på 183 kg TN. Den årlige vandmængde i perioden 1. april 2020 og frem til 31. marts 2021 blev opgjort til 22.254 m³. Det ses af figur 4 at transporten var størst i vinterhalvåret, hvor vandmængden også var størst. Den gennemsnitlige N- koncentration i drænvandet er for perioden 1 april 2020- 31 marts 2021 opgjort til 8 mg/l.

Figur 4: Målt vandmængde og beregnet N-transport i dræne ved Gedved 2 opgjort på månedens basis for drænsæsonen 2020/2021



For marken Fensholt blev TN-dræntransporten beregnet til 19 kg/ha svarende til en årlig total transport på 737 kg TN. Det årlige vandmængde i perioden 1 april 2020 og frem til 31 marts 2021 blev opgjort til 55.348 m³.

Det bør bemærkes at der i perioden d. 20. juni til 31. august 2020 blev målt N-koncentrationer på mellem 77,4-308,4 mg/l. Da disse værdier, er ekstreme er der valgt at se bort fra målingerne, og der er i stedet lavet en flow proportional interpolation af N-koncentrationen i drænene for den gældende periode. Den gennemsnitlige N- koncentration i drænvandet er for perioden 1. april 2020- 31. marts 2021 opgjort til 13 mg/l.



Figur 5: Målt vandmængde og beregnet N-transport i drænene ved Fensholt opgjort på månedens basis for drænsæsonen 2020/2021

N-udvaskning fra rodzonen

N-udvaskningen fra rodzonen er i følgende beregnet via metoderne mineralske indhold af N i jordprøver (N-min) udtaget i efteråret og vandprøver udtaget fra piezometerrør, som var filtersalt i 1-1,5 m dybde.

N-MIN TIL BESTEMMELSE AF RODZONE UDVASKNING

Som led i GUDP-projektet [Emissionsbaseret kvælstof- og arealregulering](#) (2014-2017), er der udarbejdet en empirisk model, som på baggrund af N-min prøver udtaget i efteråret kan estimerer den forventede N-udvaskning fra rodzonen (Børgesen, et al., 2018). Sammenlignes N-min modellen for prædiktion af udvaskningen fra rodzonen med den national kvælstofmodel (NLES5), opnås en bedre forklaringsgrad for R² på 0,69 mod NLES5 forklaringsgrad på R²=0,53. N-min modellen er således bedre til at prædiktere end NLES5 for de afgrøder som modellen for nuværende er kaliberet til jf. korn og majs (Børgesen, 2022).

I den empiriske N-min model (se ligning 3), indgår desuden data om følgende parameter, som er afgørende for udvaskningen: jordtype, afgrødevalg, N-min indholdt i 1 m dybde, vinterafgrøder, afstrømningen og lerindholdet i overjorden (Børgesen, 2022).

$$\hat{\gamma} = \left\{ (\hat{\mu} + \beta_{jt,vafgr} Nmin + C)^1 \right\} \{P_{st} \times S\} \times \rho_i \quad [3]$$

hvor γ er nitratudvaskningen (fra prøven udtages i efteråret til og med marts det følgende år), $\hat{\mu}$ er interceptet for prædiktionen, $\beta_{jt,vafgr}$ er ændringen i nitratudvaskningen per ændring i N-min-indholdet i jorden den øverst m, hvilket er afhængig af vinterbevoksning (*vafgr*) og jordtypen (*jt*; JB-nr). Jordtyperne JB1-Jb4 er sandjorde og lerjorde er antaget som >jb4, dvs. med et lerindholdet >10%. C relaterer sig til indflydelsen af den høstede afgrøde, P_{st} er en relativ effekt af afstrømningen (mm) målt i perioden prøven er udtaget til og med marts året efter (se formel 4). S er effekten af lerindholdet i overjorden (se formel 5) og P_i er en faktor indføjet for at korrigerer modellen til at bias bliver nul.

$$P_{st} = \begin{cases} \left(1 - \exp\left(-\psi_s * (afstrømning_{sept} - marts)\right)\right) & \text{Sandjord (Jb1til Jb4)} \\ \left(1 - \exp\left(-\psi_l * (afstrømning_{sept} - marts)\right)\right) & \text{Lerjord (Jb5 - Jb7)} \end{cases} \quad [4]$$

$$S = \exp(-\alpha * lerindholdet(\%)) \quad [5]$$

Tabel 4: Oversigt over parameter som indgår i N-min modellen.

Intercept		
My $\hat{\mu}$	29.93	
Hovedafgrøde C		
Korn	0	
Majs	16.6	
Hældning $\beta_{jt,vafgr}$		
Vinterafgrøde	Sandjord (JB1-jb4)	Lerjord (Jb5-Jb7)
Vinterkorn	0.74	1.57
Barjord	0.63	1.48
Majs	2.25	1.65
Efterafgrøder	1.21	1.45
Afstrømning P_{afstr}		
Sandjord (Jb1til Jb4) ψ_s	0.00238	
Lerjord (Jb5-Jb7) ψ_l	0.00241	
Jordeffekt S		
α ler %	0.025	
Korrektionsfaktor p_i		
p_i	1,06	

Det bør bemærkes at der ikke blev udtaget jordprøver til bestemmelse af jordtype, da N-min prøverne blev udtaget, og derfor er lerindholdet estimeret ud fra jordbundskort. Alle N-min prøver som er udtaget på Fensholt marken er ifølge jordbundskortet beliggende i JB6 områder, mens der både er JB6 og JB4 områder på markerne Gedved1 og Gedved2 jf. figur 6. Lerindholdet for en JB6 jord ligge mellem 10 og 15% og mellem 5

og 10% for en JB 4 jord. Da det ikke vides hvor i de pågældende intervaller lerindholdet befinder sig, er det sat til middelværdierne på henholdsvis 12,5% for JB6 og 7,5% for JB4.



Figur 6: Jordbundstyper og N-min prøvetagningsplaceringer på forsøgsmarkerne ved a) Gedved 1 og Gedved2 samt ved b) Fensholt. Bemærk at Gedved1 er markeret med rød og Gedved2 er markeret med grøn.

Af tabel 1 fremgår det at faktoren C og $\beta_{jt,vafgr}$ er afhængige af afgrøde valgt. Derfor er afgrødevalget for høståret 2020/2021 opgjort for hver af de tre marker i tabel 5.

Tabel 5: Oversigt over afgrøde data for hver af de tre forsøgsmarker for høståret 2020/2021

	Gedved1	Gedved2	Fensholt
Hovedafgrøde	Korn	Korn	Korn
Vinterafgrøde	Barjord	Efterafgrøde	Vinterkorn

Af både ligning 3 og 4 fremgår det at afstrømningen har betydning for N-udvaskningen fra rodzonen. Afstrømningen er i udregningerne for de tre forsøgsmarker blevet sat lig med perkolationen. Perkolationsdata som benyttes i følgende udregninger stammer fra DK-modellen og er leveret af GEUS, som også er partner i T-rex projektet. Perkolationen er udtrykt som gennemsnit for hver mark pr. dag og kan ses i tabel 6.

Tabel 6: Perkolation i perioden 2 november 2020 til 31 marts 2021 for hver af de tre forsøgsmarker

	Gedved1	Gedved2	Fensholt
Perkolation (mm)	138	137	155

I det følgende gennemgås resultaterne for hver af de tre forsøgsmarker for det agrohydrauliske år 2020/2021. Der kunne laves en opgørelse for 2020/2021, grundet de manglende flow data fra 2019/2020, hvorfor det ikke er muligt at sammenholde data i året 2019/2020.

Gældende for alle tre forsøgsmarker er, at der først blev udtaget N-min prøver d. 2 november 2020. Derfor er

den beregnede udvaskning et udtryk for den forventede udvaskning mellem 2. november 2020 til 31. marts 2021.

Gedved

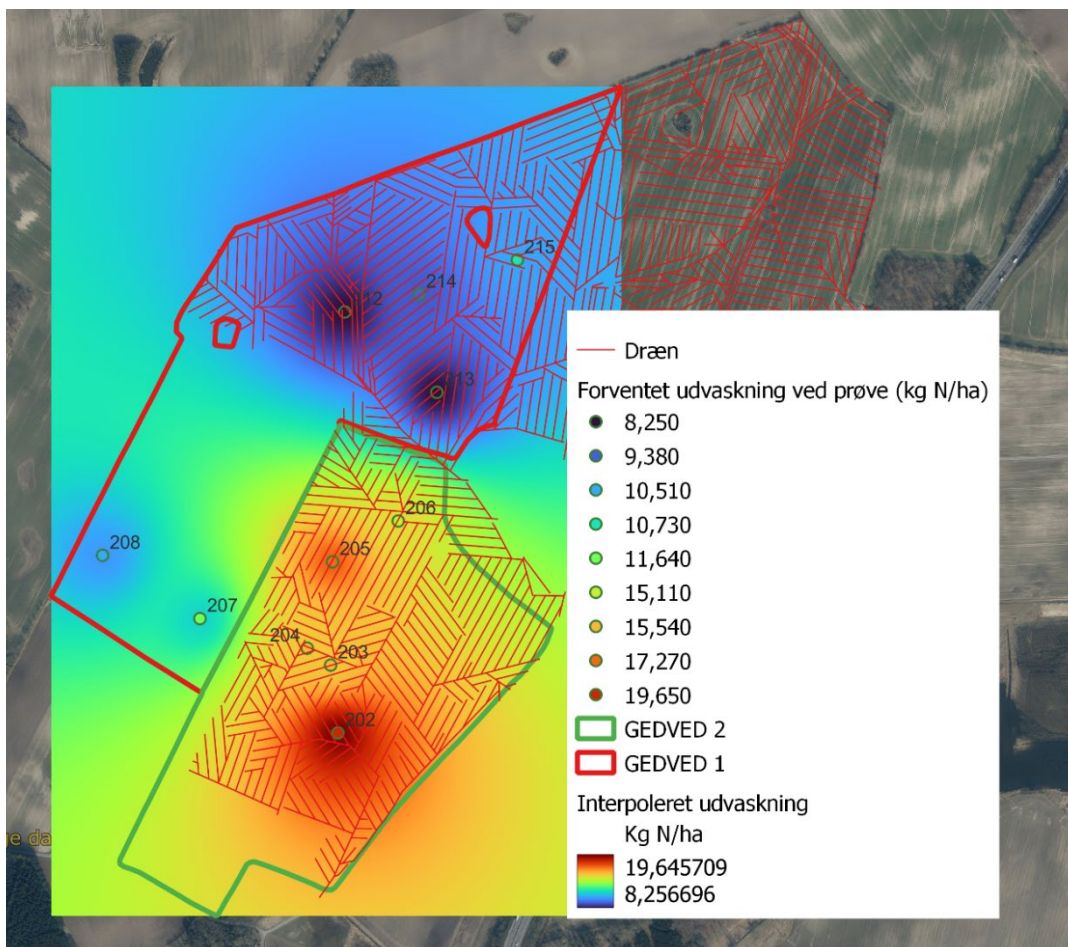
Tabel 7 viser de målte N-min værdier fra jordprøverne udtaget d. 2. november 2020, samt hvad den forventede udvaskning og den gennemsnitlige jordvands koncentration af N forventes af være ved hver prøve udtagningspunkt for Gedved 1 og Gedved 2. Det er tydeligt at der blev observeret langt højere N-min værdier for Gedved 2 sammenlignet med Gedved 1, hvilket forklarer hvorfor udvaskningstallene er højere for Gedved 2 sammenlignet med Gedved1 på trods af at Gedved 1 var udlagt til barjord i vinteren mens der var efterafgrøder på Gedved 2 jf. tabel 5.

Tabel 7: N-min i efterårsjordprøverne, og den forventede udvaskning fra rodzonen beregnet med afsæt i N-min prøverne, samt den beregnede gennemsnitlige jordvandskoncentration af N ved hvert af prøveudtagningsstederne for Gedved1 og Gedved2 for perioden 2. november 2020 til 31. marts 2021. Bemærk at gennemsnitsværdien for GEDVED 1 ikke inkluderer udtagningspunkterne 207 og 208, da disse punkter er beliggende uden for det drænedede areal jf. figur 7, og derfor ikke kan indgå når drændata sammenlignes med N-min dat fra marken.

Mark	Udtagningspunkt	N-min indhold ved udtagning (kg TN-N/ha)	Beregnet udvaskning fra rodzonen (kg TN-N/ha)	N-koncentration i jordvandet (mg TN-N/l)
Gedved 2	202	50	20	14
	203	28	16	11
	204	28	16	11
	205	34	17	13
	206	26	15	11
	Gennemsnit	33	17	12
Gedved 1	207	28	12	8
	208	20	11	8
	212	6	8	6
	213	6	8	6
	214	13	9	7
	215	22	11	8
	Gennemsnit	16	9	7

På baggrund af de beregnede værdier ved hvert af udtagningspunkterne er der lavet en omvendt afstandsvægtet (IDW) interpolation af N-udvaskningen fra rodzonen i QGIS jf. figur 7. Dette er gjort for at vise hvor stor forskel der er i udvaskningen af N på mark niveau.

Det kan diskuteres om der er nok udtagningspunkter fordelt over de to marker til at lave en retvisende interpolation, og det er særligt gældende for det udrænedede markareal af Gedved 1 se figur 7. Ikke destomindre indikerer interpolationen at der forventes en højere udvaskning i den sydelig del af område end i den nordlige del.



Figur 7: Beregnet og interpoleret udvaskning fra rodzonen ved Gedved 1 og Gedved 2.

Fensholt

Tabel 8 viser de målte N-min værdier fra jordprøverne udtaget d. 2. november 2020, samt hvad den forventede udvaskning og den gennemsnitlige jordvandskoncentration af N forventes at være ved hver prøve udtagningspunkt for Fensholt.

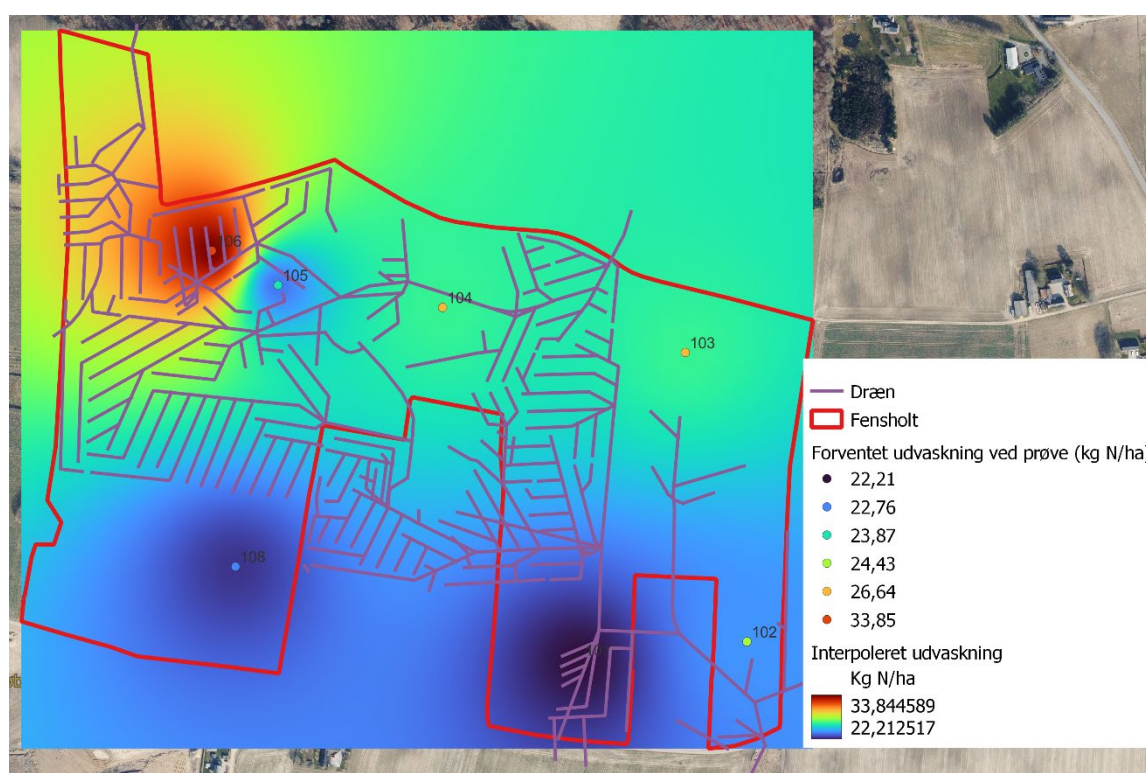
Tabel 8: N-min i efterår jordprøverne, og den forventede udvaskning fra rodzonen beregnet med afsæt i N-min prøverne, samt den beregnede jordvandskoncentration af N ved hvert af prøveudtagningsstederne ved Fensholt i perioden 2. november 2020 til 31. marts 2021. Bemærk at gennemsnitsværdien ikke inkluderer udtagningspunktet 108, da punktet er beliggende uden for det drænede areal jf. figur 8, og derfor ikke kan indgå når drændata sammenlignes med N-min data fra marken.

Udtagningspunkt	N-min indhold ved udtagning (kg TN-N/ha)	Beregnet udvaskning fra rodzonen (kg TN-N/ha)	N-koncentration i jordvandet (mg TN-N/l)
101	39	20	14
102	45	22	16
103	51	25	17
104	51	25	17
105	44	22	15
106	70	31	22
108	41	21	15

Gennemsnit	49	24	17
-------------------	-----------	-----------	-----------

Sammenlignes N-min indholdet i prøverne fra Fensholt med indholdet fra Gedved1 og Gedved 2 er der målt højere N-min koncentration i prøverne fra Fensholt jf. tabel 7 og 8. Dette kommer således også til udtryk i den beregnede rodzoneudvaskning, som også er højest ved Fensholt marken, til trods for at det er en leret jord og at der var vinterkorn på marken jf. tabel 5 og figur 6. Det bør dog bemærkes at perkolationen var noget højere for Fensholt end for både Gedved1 og Gedved2 jf. tabel 6. Den højere udvaskning fra Fensholt marken er således et udtryk for en højere tilstedeværelse af N-min i jorden samt en større vandmængde.

På figur 8 ses en IDW interpolation for Fensholt forsøgsmark som indikerer, at der er størst udvaskning fra rodzonen i det nordvestlige hjørne af marken. Det bør dog overvejes om 7 målepunkter er tilstrækkeligt når marken har et areal på 37,5 ha jf. tabel 1. Særligt er dette igen gældende for de områder som ligger uden for drænetværket lige som det var tilfældet for Gedved markerne.

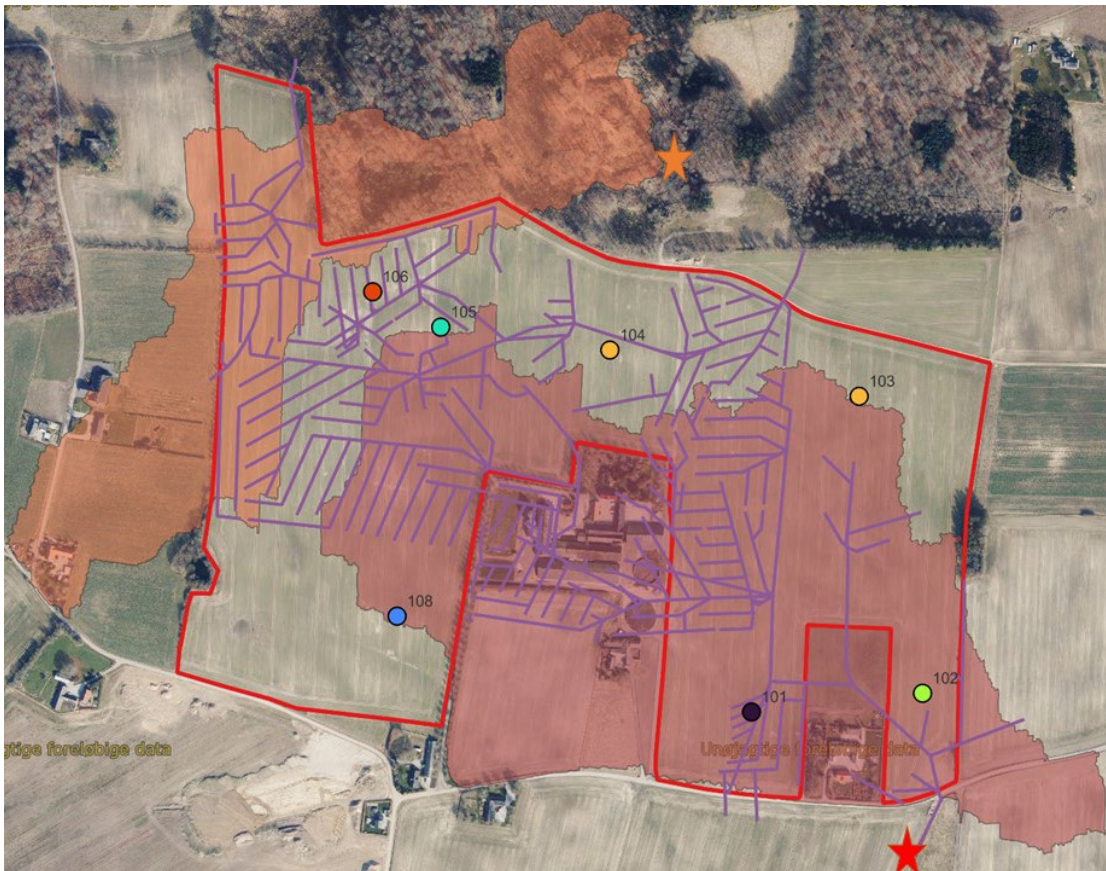


Figur 8: Beregnet og interpoleret udvaskning fra rodzonen ved

Andre usikkerheder som gør sig gældende for resultaterne for alle tre marker er den manglende viden om jordens lerindhold, den sene udtagningsdato for N-min prøverne og den manglende viden om hvordan vandet afdræner på markerne.

Udfordringen med markafvandingen ses tydeligt på figur 9, som viser to vandoplade som begge er beliggende på Fensholt marken, men som ud fra typografien har meget forskellige udløbspunkter (angivet som stjerner på kortet). Dette giver således anledning til at antage at vand der kommer i drænene ikke

nødvendigvis udledes ved den opsatte målestation (den røde stjerne) da vi kan se der er dræn som løber ud oppe nord på i det orange område.



Figur 9: To vandoplade på forsøgsmarken Fenesholt. Bemærk at stjerne indikere det punkt hvor vandet løber til for henholdsvis det røde og orange vandoplade. Vandoplade er ekspoteret fra Scalgo live.

Vandprøver fra piezometerrør til bestemmelse af udvaskningen fra rodzonen.

Den anden metode som er benyttet til at bestemme udvaskningen fra rodzonen på de tre forsøgsmarker er vandprøver udtaget fra filtersatte piezometerrør i 1-1,5m dybde. Dette minder i store træk om den metode man benytter når man bruger sugeceller.

Piezometerrørene blev fordelt udover de tre forsøgsmarker i transekter med tre gentagelser i hver transekt. Disse kan ses på figur 10. Der er i drænsæsonen 2020/2021 udtaget vandprøver fra piezometerrørene på månedlig basis i perioden d. 13. oktober 2020 til den 17. april 2021.

A



B



Figur 10: Piezometertransketer på a) Gedved forsøgsmarker og b) Fensholt forsøgsmark

For at kunne beregne N-rodzoneudvaskningen er det dog nødvendigt at kende den gennemsnitlige daglige N-koncentration i jordvandet og der er derfor foretaget flow proportional interpolation, efter samme forskrift, som med N-koncentrationen i drænene. Dog med den forskel at den daglige relative afstrømning er udskifter med den daglige relative perkolation, se ligning 6.

$$\begin{aligned}
 N - konc_{interpoleret} &= N - konc_{T_0} \pm \Delta N - konc_{T_0;T_n} \\
 &* (\text{daglige relative perkolation i perioden } T_0 - T_n/100) \quad [6]
 \end{aligned}$$

Hvor $N - konc_{T_0}$ er den sidste målte N-koncentration inden en periode uden målinger, $N - konc_{T_n}$ er den første målte N-koncentration efter perioden uden målinger, og $\Delta N - konc_{T_0;T_n}$ er forskellen mellem N-koncentrationen målt før og efter perioden uden målinger.

Det har ikke været muligt at udtage prøver fra alle rør ved alle datoer, da nogen rør har været tomme. Derfor er der ikke lavet en beregning af N-koncentrationen i jordvandet for hver enkelt piezometerør. I stedet er målingerne fra piezometerne blevet puljet for hver transekt, så de angiver den gennemsnitlige N-koncentration i jordvandet for hver transekt ved hver prøvedato.

Den endelige N-udvaskning fra rodzonen er herefter beregnet på dagsbasis og summeret fra prøveudtagningen begyndte den 13. oktober 2020 og frem til d. 17. april. N-udvaskningen fra rodzonen på dagsbasis er beregnet på følgende vis.

$$N - \text{udvaskning fra rodzonen (kg/ha)} = (\text{perkolation (mm)} * N - \text{konc(mg/l)}) * 10^{-6} \quad [7]$$

I det følgende gennemgås resultaterne af den estimerede N-udvaskning fra rodzonen, beregnet med piezometermålingerne fra hver af de tre forsøgsmarker.

Af hensyn til sammenligning mellem N-min målingerne og piezometermålingerne vises den beregnede udvaskning fra rodzonen med piezometerne kun for perioden november til marts, da det er denne periode N-min målingerne dækker.

Gedved

Datagrundlaget var ved begge forsøgsmarkerne i Gedved meget begrænset. På Gedved1 var der anlagt 4 transekter (2, 3, 4 og 5), hvoraf transekt 5 var beliggende uden for det drænedede areal og derfor ikke er benyttet da det formodes at vand fra denne del af marken ikke løb til drænene. Herudover var piezometerrørene i transekt 3 tørlagt i næsten hel perioden, og der er derfor kun en enkelt måling fra transekt 3, hvilket gør det umuligt at lave en interpolation af koncentrationen i måleperioden. Der har således kun været muligt at benytte målinger fra transekt 2 og 4 til estimering af N-udvaskningen fra rodzonen for Gedved1.

På Gedved 2 var der anlagt 3 transekter (1,6 og 7), men der er ingen data for transekt 7, og den estimerede rodzoneudvaskning med piezometermålinger for Gedved 2 er derfor ligeledes kun baseret på data fra to transekter.

Det lille datagrundlag er derfor en væsentlig svaghed i forhold til hvorvidt piezometermålingerne reelt kan benyttes til at estimere den forventede N-udvaskning fra rodzonen på de to marker.

Ses der bort for overstående fremgår det at Gedved 1 havde en forventet rodzoneudvaskning af N på 5 kg NO₃-N/ha mens at tallet var 27 kg NO₃-N/ha for Gedved 2 jf. tabel 9. Af tabel 9 fremgår det desuden at udvaskningen fra rodzonen var størst for begge marker i december og januar. For Gedved 1 svarede udvaskningen henholdsvis til 30 og 68 % af den totale udvaskning fra november til marts, mens det for Gedved 1 svarede til 27 og 50% af den totale udvaskning.

Fensholt

Datagrundlaget for Fensholt forsøgsmark bestod af data fra 7 transekter jf. figur 10. Af disse befandt transekt 5 og 7 sig uden for de drænedede mark arealer og disse er derfor ikke inddraget i estimeringen af udvaskningen fra rodzonen. Den estimerede N-udvaskning fra rodzonen på Fensholt forsøgsmark er således baseret på data fra 5 transekter.

Den estimerede udvaskning varierede mellem 13 kg NO₃-N/ha til 24 kg NO₃-N/ ha afhængig af hvilken transekt der blev undersøgt. Dette gav en gennemsnitlig estimeret udvaskning på 19 Kg NO₃-N/ha for hele marken jf. tabel 10. Ligesom ved Gedved sås den største udvaskning fra rodzonen i december og januar, som udgjorde henholdsvis 31 og 41 % af den totale N-udvaskning fra rodzonen i perioden 2 november 2020 til 31 marts 2021.

En usikkerhed som gør sig gældende for resultaterne for alle tre forsøgsmarker er hvorvidt en prøve månedligt er tilstrækkeligt til at N-udvaskning fra marken reelt kan estimeres. Det bør dog i den forbindelse nævnes at prøverne ikke oprindeligt var tiltænkt en estimering af N-udvaskning fra rodzonen, og at man derfor formodentlig ville have valgt en hyppigere prøvfrekvens, hvis dette havde være planlagt fra starten.

Endvidere er en anden udfordring ved brugen af filtersatte piezometer som alternative til sugeceller, at der er risiko for at opadgående grundvand kan trænge ind i rørene.

Tabel 9: Estimeret N-udvaskning fra rodzonen baseret på vandprøver fra piezometerrør filtersat i 1-1,5 m dybde for forsøgsmark Gedved 1 og Gedved 2. Data er opgjort på månedlig basis og summeret for perioden november-marts.

Mark	GEDVED 1				GEDVED 2			
	Estimeret udvaskning fra rodzonen (Kg NO ₃ -N/ha)		Udvaskning i perioden (%)		Estimeret udvaskning fra rodzonen (Kg NO ₃ -N/ha)		Udvaskning i perioden (%)	
Måleenhed								
Transekt			Gennemsnit				Gennemsnit	
Måned	2	4			1	6		
November	0	0	0	2	0	0	0	1
December	1	2	1	30	6	8	7	27
Januar	2	5	3	68	9	18	13	50
Februar	0	0	0	0	2	4	3	12
Marts	0	0	0	0	2	3	3	10
Total	3	7	5	100	21	33	27	100

Tabel 10: Estimeret N-udvaskning fra rodzonen baseret på vandprøver fra piezometerrør filtersat i 1-1,5 m dybde for forsøgsmark Fensholt. Data er opgjort på månedlig basis og summeret for perioden november-marts.

Måleenhed	Estimeret N-udvaskning fra rodzonen (Kg NO ₃ -N/ha)					Udvaskning i perioden (%)	
	1	2	3	4	6	Gennemsnit	
Transekt							
Måned							
November	0	2	0	1	0	1	3
December	0	6	0	5	0	2	12
Januar	5	3	10	5	5	6	31
Februar	6	6	11	9	7	8	41
Marts	2	2	2	3	2	2	13
Total	13	19	24	23	14	19	100

Differentieret kvælstof udledning på markskala	Ansvarlig	MAMD
	Oprettet	03-08-2022
	Side	16 af 17

Projekt: 4307 Terrænnær redox og retentionskortlægning til differentie-

Retention

Som nævnt tidligere er det nødvendig at kende både N-udvaskningen ud af rodzonen og dræntransporten for at kunne angive retentionen i de øvre jordlag. Inden retentionen beregnes bør det dog også undersøges hvad forholdet er mellem perkolationen og strømmingen i drænene da dette kan indikere hvorvidt man bør forvente en retention. Der kan således ikke forventes nogen synderlig retention hvis størstedelen af perkolationen ender i drænene.

Ses der på tabel 11 fremgår det således at der ikke bør forventes nogen retention i de øverste jordlag for Gedved 1 og Fensholt hvor drænene udgjorde henholdsvis 162% og 108% af perkolationen i perioden 2 november 2020 til 31 marts 2021.

Faktisk indikerer tallene at der er løbet mere vand til drænene end hvad der perkolerede fra de drænedede arealer af marken. Dette kan forklares på tre måder:

1. Der har været opadstigende grundvand på markerne
2. Der er løbet vand til fra andre arealer. Dette kan både være grundet opstrøms drænsystemer eller pga. topografien som har medført at vand på overfalden er løbet fra højtliggende arealer ned til de drænedede områder.
3. Afgræsningen af det drænedede markareal er sat for konservativt, og der er flere af de områder uden dræn som også afvander til de anlagte dræn.

Tabel 11: Oversigt over vandmængder i dræn og vandmængde der perkolerede for hver af de tre forsøgsmarker i perioden 2 november 2020 til 31 marts 2021

	Gedved 1	Gedved 2	Fensholt
Dræn mængde (m ³)	45.039	19.688	47.441
Perkolation (m ³)	27.732	31.146	43.726
Drænandel af perkolation (%)	162	63	108

Det er ikke muligt at afgøre hvilken af de tre overstående forklaringer der er korrekt pba. de data som er indsamlet i projektet, men det forekommer plausibelt at der på Gedved 1 tilføres vand fra opstrøms drænsystemer jf. figur 2a. Ligeledes virker det usandsynlig at der skulle være opadstigende grundvand på markerne, da der som tidligere nævnt var flere piezometer rør som var tørlagte ved prøvetagningerne. Da disse var filtersat i 1-1,5 m dybde og dræn som oftest ligger i 1 m dybde burde må det forventes at der også ville være vand som var trængt ind i piezometerrørene hvis der havde været opadstigende grundvand.

Ved Gedved 2 udgjorde drænene derimod under 100% af perkolationen jf. tabel 11, og det er således muligt at der kan have indtruffet N-retention på denne mark. Tages der udgangspunkt i de værdier som er opgjort i tabel 12 finder man at der med N-min metoden opnås en retention på 53% og mens der med udgangspunkt i piezometer data opnås en retention på 70%. Disse tal virker dog meget høje taget i betragtning af at 63% af perkolationen på Gedved 2 ender i dræn jf. tabel 11.

Ved eftersyn af tabel 9 kan der stilles spørgsmål ved hvorvidt der er blevet byttet om på data for Gedved 1 og Gedved 2. Data og udregningerne er blevet gennemgået op til flere gange, og der kan ikke umiddelbart findes nogen indikation af at der er byttet om på data i forbindelse med udregningerne. Det virker derfor plausibelt at der kunne være sket en labeling fejl i forbindelse med indsamling af data.

Tabel 12: Sammenstilling af data fra dræntransport, N-min rodzone udvaskning og Piezometer udvaskning, til bestemmelse af retentionen for forsøgsmarkerne Gedved 1, Gedved 2 og Fensholt for perioden 2 november 2020 til 31 marts 2021.

Mark	Dræntransport (kg TN-N/ha)	Rodzonen udvaskning N-min (kg TN-N/ha)	Rodzonen udvaskning Piezometer (NO ₃ -N/ha)	Retention N-min (%)	Retention Piezometer (%)
Gedved 1	19	9	5	-111	-280
Gedved 2	8	17	27	53	70
Fensholt	24	24	19	0	-26

Ved ombytning af dræntransport data for Gedved 1 og Gedved 2 i tabel opnås en estimeret retention på henholdsvis -12% og 30% for Gedved 2, hvilket virker til at være i bedre overensstemmelse med at godt 60 % af perkolationen ender i dræne.

Herudover viser tabel 12 at der er opnået rimelige estimater for N-udvaskningen med både N-min og piezometerrørs metoden for forsøgsmarken Fensholt, hvor dræntransporten og udvaskningen fra rodzonen gerne skulle være ens da alt vandet på den lokation løb til dræn jf. tabel 11.

Ligeledes ville der været opnået rimelige resultater med særligt N-min metoden for Gedved 1, hvis dræntransport data ombyttes for med dem for Gedved 2. Dette tyder således yderligere på at dræntransport data for Gedved1 og Gedved 2 bør byttes om, da det af tabel 8 også fremgår at alt vandet ved Gedved 1 løb til dræn.

Overordnet set virker det til at N-min metode giver et acceptabelt estimat af N-udvaskningen fra rodzonen, mens at Piezometer metoden er noget mere upræcis.

Referencer

Børgesen, C. D., 2022. *N-min i jorden som prædiktor for nitrat-udvaskningen*, DCA- Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug.

Børgesen, C. D. et al., 2018. N-min som indikator for kvælstofudvaskning. *Vand og Jord*, pp. 154-157.