Udfordringer ved estimering af lokal nitratretention

Det nationale nitratretentionskort anvendes til prioritering af kvælstofvirkemidlers placering og indgår i det nationale potentialekort for drænvirkemidler. Kortet er baseret på nationale data, og det ville være ønskeligt at kunne eftervise kortets præcision lokalt. I denne artikel undersøges muligheder og udfordringer ved anvendelse af lokale vandløbsmålinger til estimering af nitratretentionen.

Ida M.V. Christiansen &
Anker L. Højberg

Baseret på nationale data i kombination med modelberegninger er der udviklet et nationalt nitratretentionskort, der angiver fjernelsen (reduktion og tilbageholdelse) af nitrat mellem rodzonen og kysten opdelt på hhv. grundvands- og overfladevandsretention /1/. Kortet er anvendt til en prioritering af, hvor kvælstofvirkemidler skal placeres samt en beregning af den nødvendige dosering af disse for at opnå målopfyldelse i kystvandene. Det forventes endvidere, at retentionskortet vil indgå som et vigtigt redskab i den målrettede regulering, der skal indfases fra 2019. Med Fødevare- og Landbrugspakken /2/ blev der åbnet op for en "udfordringsret" med lokale målinger fra vandløbsoplande. Disse data kan potentielt anvendes til "udfordre" det nationale kort og forbedre estimatet af retentionen lokalt.

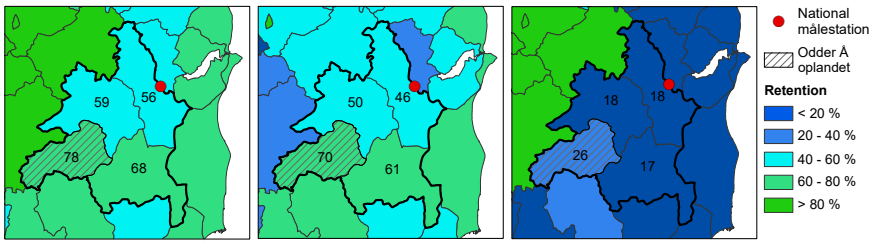
Beregning af kvælstofretention

Kvælstof reduceres naturligt i undergrunden under iltfrie/reducerende forhold. I undergrunden forekommer de iltfrie forhold generelt i de dybere dele under den såkaldte redoxgrænse. Det nationale retentionskort beskriver den kvælstofreduktion, der sker inden for godt 3000 oplande med en middel størrelse på ca. 15 km2 (herefter ID15 oplande). Retentionen, angivet i procent, er fremkommet ved at sammenholde en beregnet mængde kvælstof, der udvasker fra rodzonen, med observerede data fra vandløbsstationer. Vandløbsstationernes oplande er af varierende størrelser og kan således dække én eller flere ID15 oplande. Baseret på en model, der beskriver variationen i de fysiske forhold, er retentionen for hvert ID15 opland bestemt. Da den samlede kvælstoftransport til målestationen skal passe med den observerede værdi, er retentionerne i de enkelte ID15 oplande indbyrdes afhængige. Hvis retentionen er underestimeret i ét opland, vil den være overestimeret i et andet. Ligeledes gælder det for samspillet mellem grundvand og overfladevand. Hvis retentionen i grundvandet i det enkelte ID15 opland er overestimeret, er overfladevandsretentionen underestimeret og omvendt.

Lokalt estimeret retention

Til at belyse fordele og udfordringer ved lokalt estimeret retention er Odder Å oplandet udvalgt som case område. Odder Å oplandet, som er markeret på Figur 1, ligger sydvest for Odder by og dækker omtrent 1800 ha, hvoraf 57 % er dyrket. Figur 1 viser det nationale estimat af den samlede retention samt retentionen for hhv. grundvand og overfladevand. Baseret på estimeret udvaskning fra rodzonen og målinger ved den lokale vandføringsstation, er der i projektet om emissionsbaseret regulering beregnet en grundvands retentionsprocent på 44 % for oplandet /3/. Med en retention på 27 % i overfladevandet er den samlede retention for oplandet 59 %. Det ses, at det nationale estimat for Odder Å oplandet på 78 %, er væsentligt højere end retentionen baseret på lokale måledata.

Forskellen mellem de to estimater af retentionen kan skyldes flere forskellige ting. Først og fremmest kan retentionskortet være fejlbehæftet og retentionen overestimeret. Det kan dog også skyldes et misforhold mellem det areal, som udvaskningen beregnes for, og det



Figur 1. Udsnit af det nationale retentionskort fra Odder Å området. Fra venstre: den samlede procentuelle retention fra rodzone til kyst, den procentuelle retention i grundvand og den procentuelle retention i overfladevand. Odder Å oplandet (case område) er skraveret. Den nationale vandføringsstation, der er benyttet i det nationale retentionskort, er markeret med en rød prik.

areal som vandløbet modtager vand fra, dvs. en fejlafgrænsning af oplandet for målestationen. Anvendes et forkert areal, vil den estimerede samlede kvælstofudvaskning fra oplandet være forkert og dermed resultere i en fejlestimering af retentionen. Ligeledes kan der være forskel på det topografiske opland og grundvandsoplandet, således at der sker en udveksling af nitratholdigt vand på tværs af det topografiske opland. En anden fejlkilde kan være det begrænsede antal måleår fra Odder Å oplandet (i ovenstående er der anvendt et års data), der således ikke kan udligne klimatiske variationer fra år til år samt forsinkelsen af kvælstoffet i undergrunden.

Afgrænsning af oplande

En korrekt afgrænsning af det kvælstofbidragende opland til en målestation inkluderer ikke blot kortlægning af det topografiske opland, men også en afgrænsning af drænoplande, da der kan ske dræning på tværs af det topografiske opland, samt en afgrænsning af grundvandsoplandet. Det topografiske opland er relativt nemt at kortlægge ud fra højdemodeller, hvorfor der ikke er stor usikkerhed behæftet hermed. Lokal afgrænsning af drænoplande kræver derimod lokal viden og repræsenterer dermed en større udfordring. Endelig er der udveksling af nitratholdigt vand via grundvandet, der kun kan undersøges ved brug af en grundvandsmodel.

For at undersøge betydningen af afgrænsningen af drænoplande samt den mulighed, at der kan ske en grundvandstilstrømning til oplandet, er der opstillet en grundvandsmodel for case-oplandet ved Odder Å. Modellen er opstillet i MIKE SHE/MIKE 11, som er et integreret grundvands- og overfladevands modelsystem. Modellen er kalibreret i forhold til vandføring og grundvandspotentiale. Vandføringsdataet består af tre års data fra hovedstationen ved oplandets topografiske udløb samt data fra fire mindre målestationer fordelt ud over oplandet /4/. Modellen er herefter benyttet til at estimere, hvor vandet og kvælstoffet i vandløbet stammer fra, og hvor meget vand og nitrat de enkelte drænoplande bidrager med.

Drænoplande

En detaljeret gennemgang af de drænede områder i Odder Å oplandet afslørede to drænoplande, der dræner på tværs af den oplandsgrænse, der er anvendt i det nationale retentionskort (ID15 oplandet). De to arealer er markeret på Figur 2 og udgør tilsammen omkring 5 % af det samlede oplandsareal (Tabel 1). I Tabel 1 ses desuden, at de to ekstra drænoplandes bidrag til vandføringen er proportional med det øgede areal, hvorimod kvælstofbidraget procentuelt er større. Den arealvægtede kvælstoftransport fra de to ekstra oplande er altså større end middel for det øvrige opland. På figur 2 er der en yderligere arealændring i forhold til ID15 oplandet, hvilket blot skyldes den faktiske placering af målestationen, der giver et ændret topografiske opland.

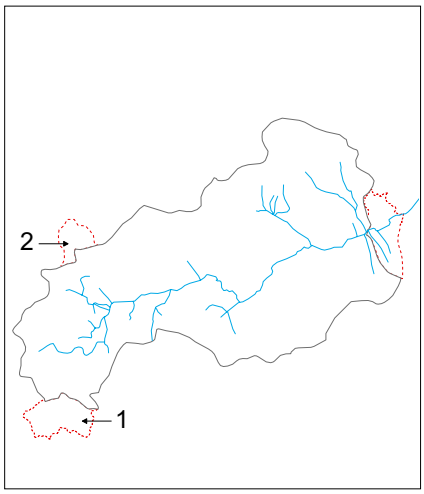
Grundvandsbidrag på tværs af oplandsgrænser

Odder Å oplandet er afgrænset ud fra topografi og ikke ud fra grundvandsopland. Der vil således potentielt kunne ske en indstrømning af kvælstofholdigt grundvand på tværs af oplandets afgrænsning, som evt. kunne forklare de høje kvælstofmålinger ved vandløbsstationen. Modellen for Odder Å oplandet viser, at der sker såvel en grundvandsind- som udstrømning til oplandet, der udgør henholdsvis ca. 32 % og 16 % i forhold til den samlede vandføring. Transporten sker dog primært i de dybe geologiske lag under redoxgrænsen (skellet mellem iltede og ikke-iltede forhold), hvor nitrat omsættes til frit kvælstof. Grundvandstilstrømningen burde derfor ikke have nogen særlig betydning for de målte kvælstofkoncentrationer ved vandløbsstationen.

Betydningen af antal måleår

Det nationale retentionskort er beregnet på basis af kvælstoftransporten for en 21 år lang måleperiode, og der er anvendt en model til at beskrive transporttiden/forsinkelsen mellem udvaskningen fra rodzonen og målestationen i vandløbet. Når man vælger at udfordre retentionskortet med lokale målinger, vil man typisk have færre år til rådighed og ikke mulighed for at anvende en model, der kan tage højde for tidsforsinkelsen. Det er derfor vigtigt at have kendskab til betydningen af de antal måleår, der benyttes til retentionsberegningerne.

Der er foretaget en analyse baseret på data fra hele landet, for perioden 1990 til 2011. Kvælstofmålinger for minimum 15 år er tilgængelige fra 345 vandløbsstationer af forskellige oplandsstørrelser. For disse stationer er der ligeledes data tilgængelig for kvælstofudvaskningen for de tilhørende vandoplande, og en retentionsprocent kan derved beregnes. For



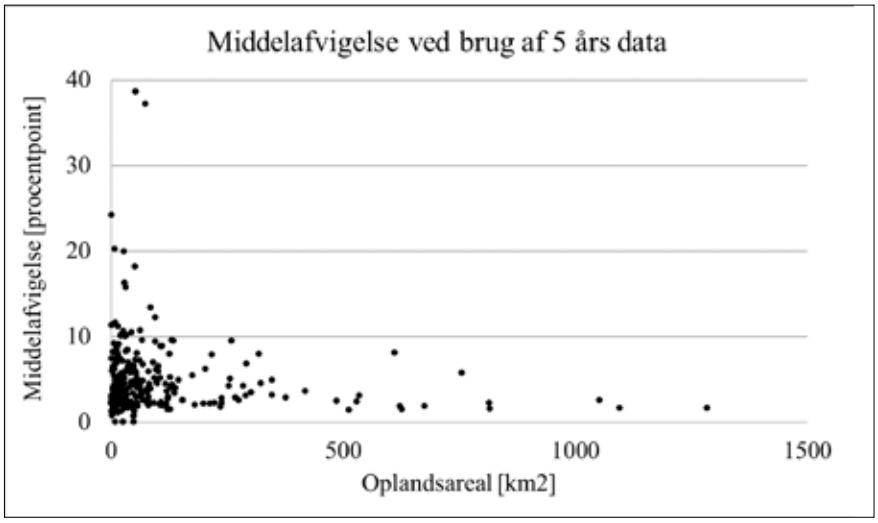
Figur 2. Ekstra drænoplande, der dræner på tværs af den eksisterende oplandsgrænse.

hvert opland er der beregnet "en sand retention" på basis af samtlige måleår, dvs. minimum 15 år. Dernæst er der udregnet retentionsprocenter baseret på et varierende antal måleår. Der er lavet beregninger med ét års data samt retentionsprocenter baseret på henholdsvis 2, 3, 4, 5 og 10 års data fra 1990 til 2011. For retentionerne baseret på de forskellige antal måleår, er der udregnet en middelafvigelse fra "den sande retention" for hvert opland. Ligeledes er den maksimale afvigelse bestemt for alle stationer. Hydrologisk var året 1995 meget specielt og er udeladt af beregningerne.

Resultaterne er præsenteret i Tabel 2. I venstre side ses et gennemsnit for den maksimale afvigelse fra den sande retention for alle oplande samt 25 % og 75 % fraktilen. Til højre ses et gennemsnit for middelafvigelsen for alle oplandene samt 25 % og 75 % fraktilen. Som forventet resulterer beregningerne baseret på ét års data i den største afvigelse fra "den sande retention". Ved brug af kun ét års data er der en middelafvigelse på 13 procentpoint og en gennemsnitlig maksimal afvigelse for alle oplande på helt op til 38 procentpoint. Disse beregninger er baseret på den antagelse, at det kvælstof, der udvaskes ét år, kan måles i vandløbet samme år. Dermed tages der ikke højde for den forsinkelse, der sker af kvælstoffet i undergrunden. For at udligne betydningen af denne og andre år-til-år variationer og dermed opnå en større sikkerhed for

Tabel 1. Vandflux og kvælstof masseflux fra de tilføjede drænoplande.

	Drænopland 1	Drænopland 2	I alt
Areal i % af samlet areal	3,3	1,6	4,9
Vandflux i % af samlet vandføring	3,4	1,6	5,0
Masseflux i % af samlet N-transport	5,2	2,8	8,0



Figur 3. Middelafvigelse fra den sande retention ved brug af 5 års måledata som funktion af oplandsareal.

den udregnede retention, bør flere måleår medtages i analysen. Således viser det sig også i Tabel 2, at afvigelsen fra "den sande retention" falder med det stigende antal måleår. Ved brug af 10 års måledata opnås en middelafvigelse fra den sande retention på 4 procentpoint, imens gennemsnittet af de maksimale afgivelser for alle oplande falder til 7 procentpoint.

Figur 3 præsenterer sammenhængen mellem oplandsarealet og middelafvigelsen fra den sande retention baseret på 5 års data. Der ses en tydelig sammenhæng, hvor aftagende oplandsareal giver en større afvigelse fra den sande retention. Samme mønster ses i Figur 4, hvor den rumlige fordeling af middelafvigelsen for 5 års data er præsenteret, og hvor det igen er de mindre oplande, der præsenterer den største afvigelse. På kortet ses desuden, at de største middelafvigelser forekommer i Himmerland samt i veldrænede områder, specielt på Sjælland. For Himmerland er det fra tidligere studier erkendt, at der er lange transporttider i grundvandet under iltede forhold, der kan forklare den store forskel. For de veldrænede områder er transporttiderne derimod små, og årsagen til, at usikkerheden ved anvendelse af få måleår er stor i disse områder, er ikke umiddelbart klar.

Konklusion

Lokale målinger i vandløb er velegnede til opgørelse af den samlede kvælstofbelastning fra et delopland inden for den måleusikkerhed, der er beskrevet i /5/. Kombineret med et estimat af kvælstofudvaskningen fra rodzonen inden for oplandet, kan der estimeres en retention baseret på de lokale data, der kan holdes op imod det nationale retentionskort, og potentielt identificere områder, hvor det nationale kort ikke i tilstrækkelig grad tager højde for de lokale forhold.

Præcisionen af retentionen, bestemt på basis af lokale målinger vil afhænge af, hvor god oplandsafgrænsningen er, samt hvor mange måleår beregningen er baseret på. For Odder Å blev der identificeret to drænoplande, der ikke indgår i det topografiske opland. Disse dræn bidrager arealmæssigt proportionalt i forhold til den samlede vandføring, men bidrager procentuelt mere med kvælstof. Forskellen mellem vand- og kvælstofbidraget er dog ikke stor, idet oplandet er intensivt drænet. I oplande med en mindre dræningsintensitet vil en uprecis ID15 oplandsafgrænsning på grund af manglende afgrænsning af drænoplande kunne have en større betydning, da der generelt sker en større kvælstoftransport via dræn end med grundvandet.

Baseret på modelberegningerne er udvekslingen af nitratholdigt grundvand ikke betydende for Odder Å, hvilket understøtter resultaterne i /1/, hvor det blev fundet, at udvekslingen af nitratholdigt vand over de topografiske oplande generelt er meget lille på ID15 skala. Risikoen for udveksling af nitrat via grundvandet, vil dog stige med faldende oplandsstørrelse.

Den potentielt største fejlkilde ved estimering af lokal retention for Odder Å vurderes derfor at være relateret til den begrænsede måleperiode. Til trods for, at der er en væsentlig usikkerhed på såvel det nationale kort som retentionen bestemt på baggrund af de lokale målinger, er der en så væsentlig forskel på de to estimater, at det giver anledning til at revurdere forudsætningerne for de nationale beregninger i området. Da den samlede kvælstofbelastning til den nationale målestation, Figur 1, skal være uændret, vil en justering i retentionen for Odder Å oplandet samtidigt resultere i et opdateret resultat for de øvrige ID15 oplande opstrøms den nationale målestation.

Tabel 2. Resultater fra analyse af betydningen af antal måleår ved retentionsberegninger.

	Max afvigelser [Procentpoint afvigelse fra den sande middel]						Middel afvigelser [Procentpoint afvigelse fra den sande middel]					
Antal måleår	1 år	2 år	3 år	4 år	5 år	10 år	1 år	2 år	3 år	4 år	5 år	10 år
Middel	38	34	21	16	13	7	13	10	7	6	6	4
25% fraktil	20	18	10	7	6	4	7	6	4	3	2	2
75% fraktil	45	42	24	19	16	8	16	13	9	7	6	4

Referencer

/1/ Højberg, A. L., Windolf, J., Børgesen, C. D., Troldborg, L., Tornbjerg, H., Blicher-Mathiesen, G., Kronvang, B., Thodsen, H., Ernstsen, V. (2015). National kvælstofmode – Oplandsmodel til belastning og virkemidler. Metode rapport. Revideret udgave sep. 2015. De nationale geologiske undersøgelser for Danmark og Grønland, Aarhus Universitet DCE DCA.

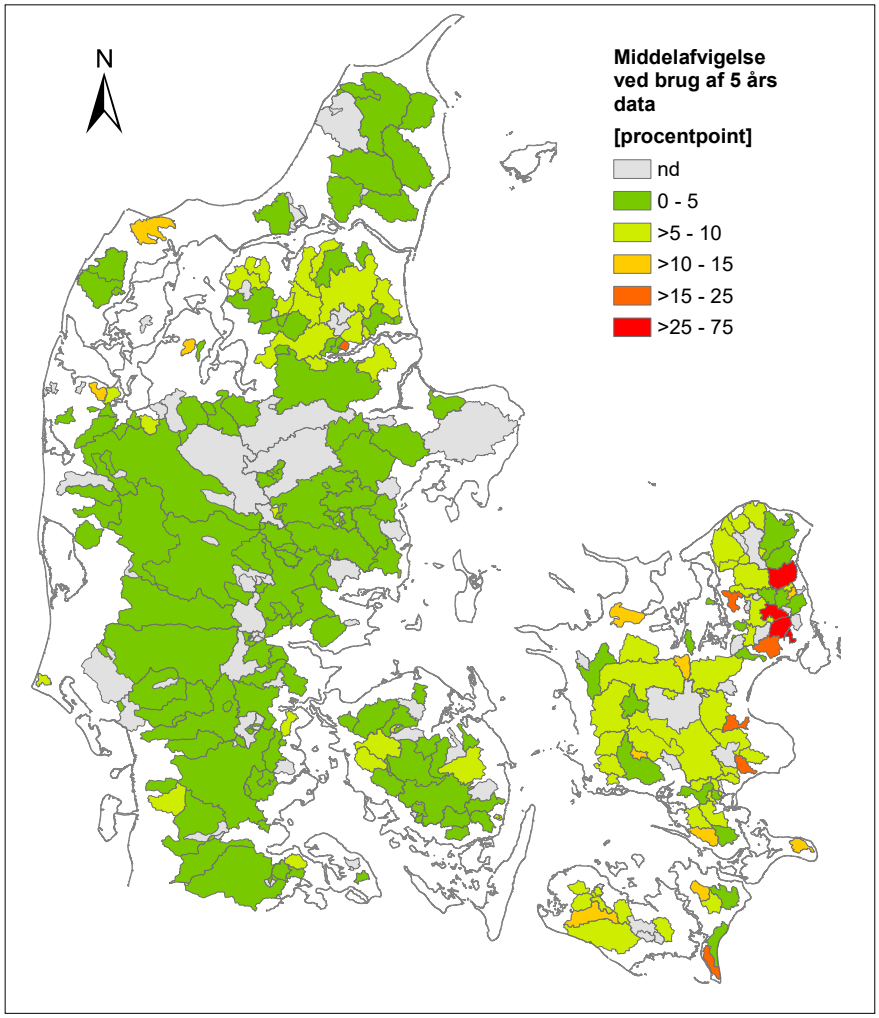
/2/ MFVM, Miljø- og Fødevareministeriet (2015). Aftale om Fødevare- og Landbrugspakken. Officiel aftale om Fødevare- og Landbrugspakken. Tilgået 26/9 2018 via: https://mfvm.dk/fileadmin/user_upload/FVM.dk/Dokumenter/Landbrug/Indsatser/Foedevare-_og_landbrugspakke/Aftale_om_foedevare-_og_landbrugspakken.pdf

/3/ Blicher-Mathiesen, G., Tornbjerg, H., Piil, K., Iversen, B.V., Poulsen, J.R., van't Veen, S., Kronvang, B., Højberg, A.L., Hvid S.K. 2018. Vand og kvælstof fra mark til fjord. Vand & Jord, 2018, nr. 4.

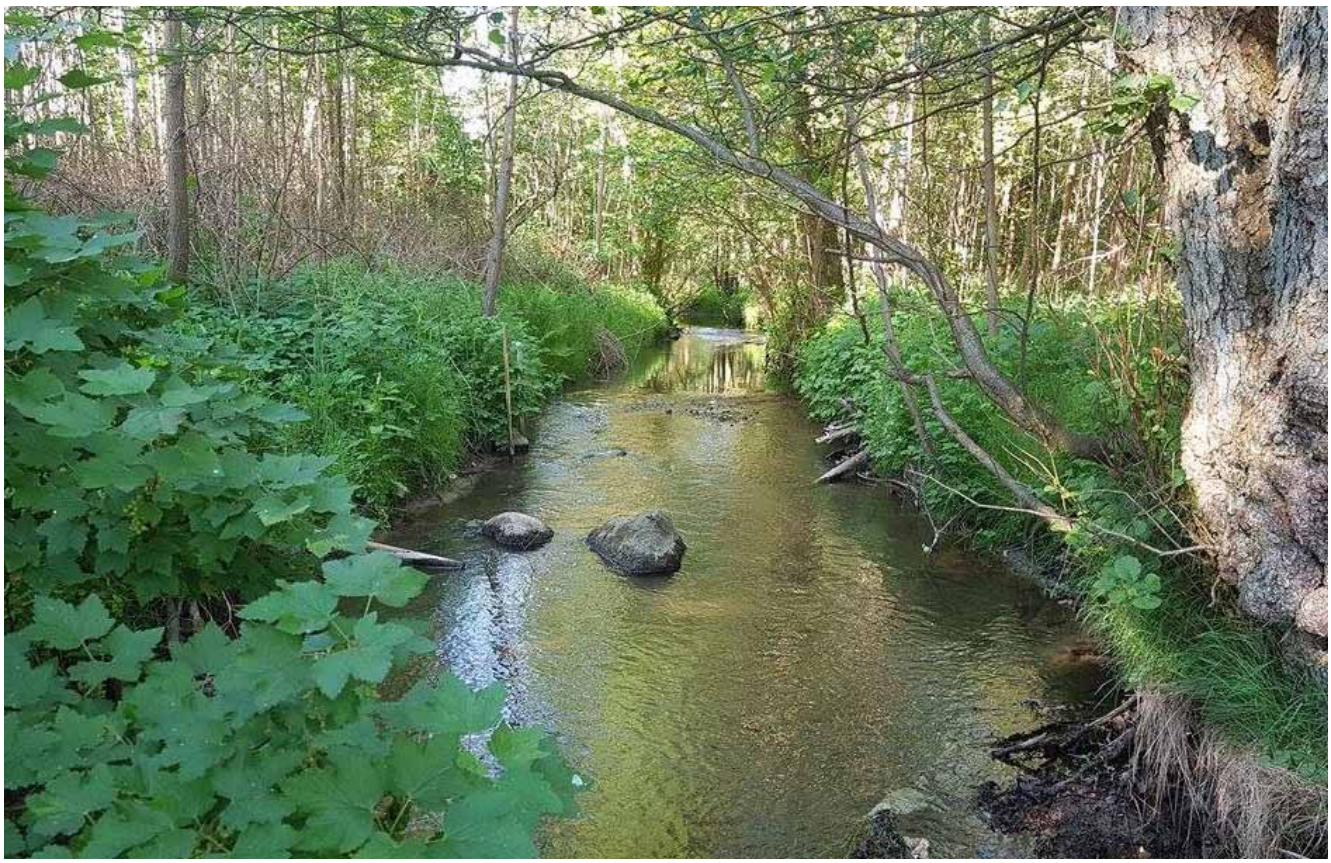
/4/ van't Veen, S.G.W., Kjeldgaard, A., Tornbjerg, H., Windolf, J., Ovesen, N.B., Blicher-Mathiesen, G., Kronvang, B. 2018. Et kvælstofudledningskort. Vand & Jord, 2018, nr. 4.

/5/ van't Veen, S.G.W., Tornbjerg, H., Windolf, J., Kjeldgaard, A., Ovesen, N.B., Poulsen J.R., Kronvang, B. 2018. Hvordan måles kvælstof i vandløb? Vand & Jord, 2018, nr. 4.

Ida M. V. Christiansen (imvc@geus.dk) er videnskabelig medarbejder og Anker L. Højberg (alh@geus.dk) er seniorforsker begge ved GEUS.



Figur 4. Middelafvigelse fra den sande retention ved brug af 5 års måledata. Oplande med mindre end 15 års data er markeret med grå.



Hovedstation ved Odder Å. Foto: Sofie W. van't Veen