

Varslingssystemet for udvaskning af pesticider til grundvand (VAP)

*Sammendrag af monitoringsresultater
med fokus på juli 2015 - juni 2017*



Annette E. Rosenbom, Sachin Karan, Nora Badawi, Lasse Gudmundsson, Carl H. Hansen, Jolanta Kazmierczak, Carsten B. Nielsen, Finn Plauborg og Preben Olsen

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS)
Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet

Institut for Agroøkologi (AGRO)
Aarhus Universitet

Institut for Bioscience (BIOS)
Aarhus Universitet

Redaktør: Annette E. Rosenbom
Forsidefoto af Henning Carlo Thomsen: Vinterhvede på en VAP-mark
Forside: Henrik Klinge Pedersen
Layout og grafisk produktion: Forfattere
Trykt: Februar 2019

ISSN (print): 2446-4244
ISSN (online): 2446-4252
ISBN (print) 978-87-7871-489-3
ISBN (online) 978-87-7871-491-6

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland
Øster Voldgade 10, 1350 København K, Danmark
Telefon: +45 3814 2000
E-mail: geus@geus.dk
Hjemmeside: www.geus.dk

Rapporten er også tilgængelig i pdf-format på www.pesticidvarsling.dk

© De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland, 2019

Indhold

Formål	3
Rammer	5
Resultater fra monitoringsperioden juli 2015 - juni 2017	7
1,2,4-triazol	9
CyPM	10
Flupyr-sulfuron-methyl	10
Glyphosat	10
Mesotrion	11
Bentazon.....	11
Resultater fra hele monitoringsperioden maj 1999 - juni 2017.....	13

Alle monitoringsresultater er detaljeret beskrevet i de årlige engelsksprogede VAP-rapporter, som kan findes på hjemmesiden: www.pesticidvarsling.dk.

Forfattergruppen bag det danske sammendrag, den engelske rapport og indsamlingen af monitoringsresultater er: Annette E. Rosenbom (red.), Sachin Karan, Nora Badawi, Lasse Gudmundsson, Carl H. Hansen, Jolanta Kazmierczak, Carsten B. Nielsen, Finn Plauborg og Preben Olsen.

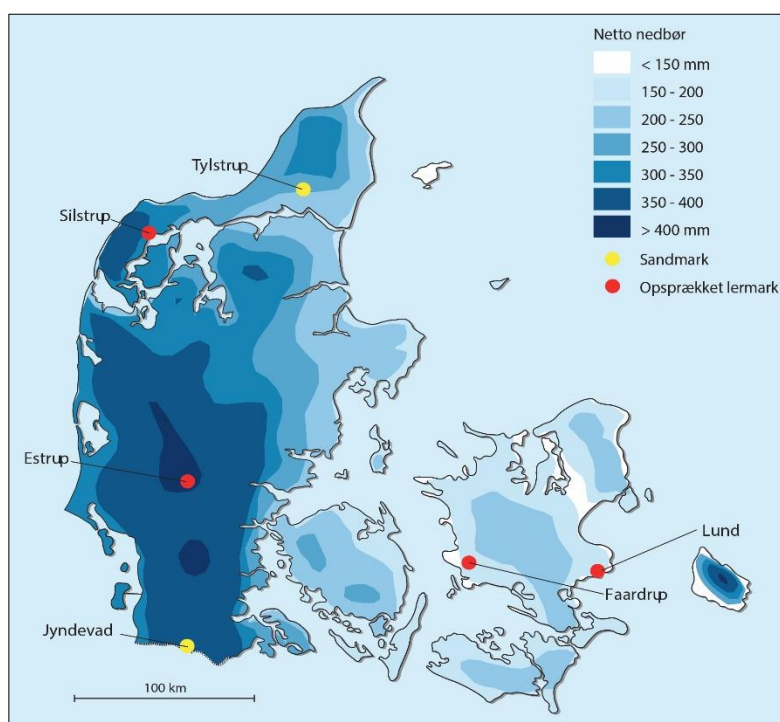
Formål

For at sikre, at grundvandet ikke forurenes grundet landbrugets anvendelse af godkendte pesticider, blev "VArslingssystemet for udvaskning af Pesticider til grundvand" (VAP) initieret i 1998, og har været i drift lige siden. VAP er et tidlig-varsling monitoringsprogram, der ved hjælp af forsøgsmarker har følgende formål:

- At undersøge hvorvidt regelret anvendelse af godkendte pesticider i maksimalt tilladte doseringer, under reelle, danske markforhold (Figur 1) kan resultere i udvaskning af pesticiderne og/eller deres nedbrydningsprodukter til grundvandet i koncentrationer over grænseværdien på 0,1 µg/L. Testperioden er typisk 2 år efter udbringning. En vurdering af den direkte relation mellem den specifikke pesticidanvendelse på forsøgsmarken, og fund i grundvandet, opnås ved analyse af vandprøver fra 1 meters dybde (indhentet via dræn og sugeceller) samt fra grundvandet både nedstrøms og opstrøms for forsøgsmarken.
- At forbedre det videnskabelige grundlag for de danske myndigheders (Miljøstyrelsen) godkendelses- og reguleringsprocedurer af pesticider på baggrund af den testede pesticidanvendelse over for de indsamlede monitoringsdata om afgrøder, dyrkningspraksis, klima, jordens vandbalance og koncentrationer af pesticider og/eller deres nedbrydningsprodukter i vand indsamlet fra grundvandsfiltre, dræn og sugeceller.

Figur 1. VAP-markernes placering i forhold til nettonedbør - andel af nedbør, som når grundvandet. De marker, der indgår i VAP-arbejdet, repræsenterer de mest udbredte danske klima- og jordtyper. Forsøgsmarkerne repræsenterer både sandjorde, opsprækkede lerjorde samt de forskellige nedbørsforhold på tværs af Danmark. (MST-rapport nr. 87-503-9581-5, 1992).

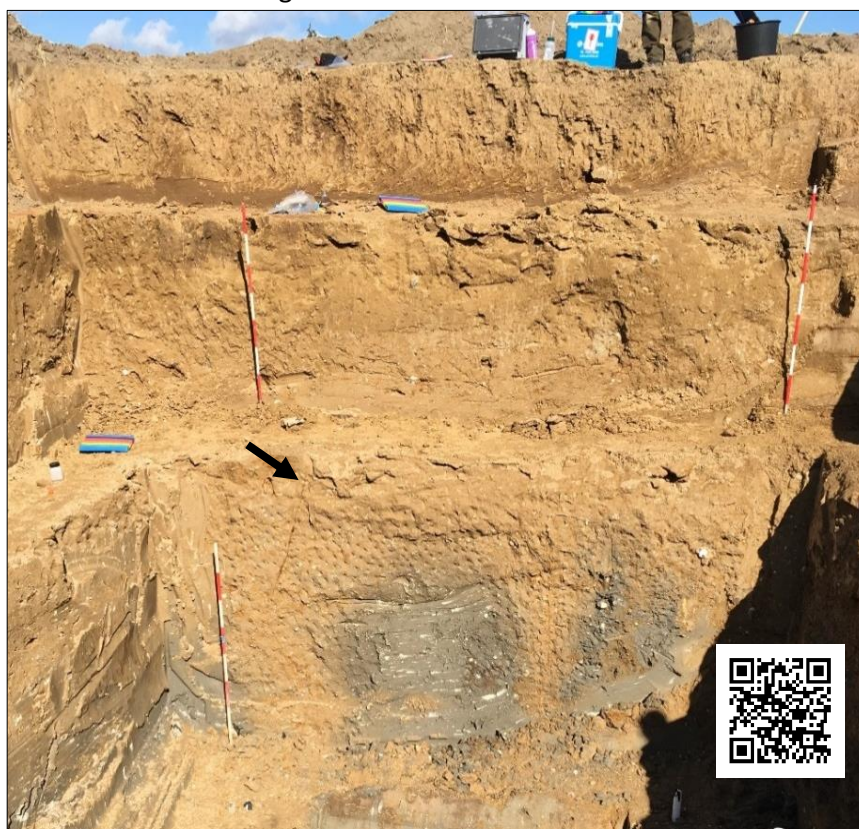
Lund-marken er etableret i 2016-2017 på en lokalitet med et relativt tyndt, opsprækket lerlag ovenpå opsprækket kalk. Denne jordtype er ikke repræsenteret af de fem andre marker.



Rammer

VAP-projektet blev iværksat af Folketinget i 1998, og er ledet af en styregruppe bestående af Miljøstyrelsen (formand), GEUS (projektledelse) samt Aarhus Universitet. Projektet er finansieret af Pesticidstrategi 2017-21 (<https://mst.dk/media/141516/pesticidstrategi2017-2021.pdf>).

For at øge repræsentativiteten af VAP - set i forhold til geologi - blev der i forbindelse med finansloven for 2015 (<https://www.fm.dk/nyheder/pressemeddelelser/2014/11/aftale-om-finanslov-2015>) indgået en tillægskontrakt til VAP i juni 2015 med finansiering frem til og med 2018 til etablering og drift af en ny VAP-mark med et relativt tyndt lag af opsprækket ler ovenpå opsprækket kalk. Denne mark repræsenterer en geologi, hvorfra cirka en tredjedel af Danmarks drikkevand indvindes. Denne lagdelte jordtype forekommer stedvist især i de sydøstlige dele af Danmark og det nordlige Jylland. Den forventes at være relativt gennemtrængelig for pesticider og deres nedbrydningsprodukter grundet sprækkerne, og er ikke repræsenteret af de fem andre marker i VAP (Figur 2). Marken er etableret ved Lund på Stevns og er sat i drift i juli 2017. En etableringsrapport for den nye VAP-mark er under udarbejdelse og vil blive publiceret i starten af 2019. I forbindelse med udløbet af den ekstraordinære bevilling ved udgangen af 2018, tages en af de 6 marker ud af drift fra og med 2019.



Figur 2. Markante sprækker i lerjorden ved Lund-marken. Bunden af udgravningen er i ca. 5 m dybde. Sprækkerne muliggør transport af iltet vand fra jordoverfladen ned i stor dybde. Dette forhold ses især i den dybe del af udgravningen, hvor den ellers grå, ilt-fri lerjord omkring disse sprækker fremstår okkerfarvet (iltet). Den sorte pil angiver en af de markante istektoniske sprækker dannet pga. gletchernes belastning under istiden. Foto: Eline Bojsen Haarder, 2016.

QR-kode: Film om den nye VAP-mark i Lund. <http://www.undergroundchannel.dk/a-farmers-dilemma>

Resultater fra monitoringsperioden juli 2015 - juni 2017

I perioden fra juli 2015 til juni 2017 er 13 pesticider blevet testet i VAP, hvoraf syv er medtaget alene for at teste forekomsten af deres nedbrydningsprodukter. Prøverne er således analyseret for 6 (13 minus 7) pesticider og 18 nedbrydningsprodukter, i alt 24 stoffer (Tabel 1). Ud af disse 24 stoffer, er 5 pesticider og 6 nedbrydningsprodukter (11 stoffer) detekteret i prøver fra grundvandet, hvoraf et pesticid og to nedbrydningsprodukter (tre stoffer) i nogle tilfælde har overskredet grænseværdien på 0,1 µg/L.

Nedbrydningsprodukterne IN-KY374 (fra flupyrsulfuron-methyl), AE-F09244 (fra foramsulfuron) og AMBA samt MNBA (fra mesotrion) svarende til 4 stoffer er fundet i prøver fra dræn eller sugeceller, men ikke fra grundvandsfiltre. 9 stoffer er hverken fundet i grundvand, vand fra dræn eller sugeceller i 1 meters dybde. De 24 monitorerede stoffer (6 pesticider og 18 nedbrydningsprodukter) er alle tidligere blevet undersøgt i VAP.

Med 12 nye stoffer inkluderet i analyseprogrammet i det hydrologiske år 2015-2016 har det ikke været økonomisk muligt at tilføje nye stoffer til analyseprogrammet for 2016-2017. Samtlige 24 stoffer er derfor under fortsat evaluering i VAP. Dette skyldes, at de enten (i) ikke har været testet i en 2-årig periode, (ii) bliver testet under andre forhold, f.eks. anden afgrøde, jordtype eller andet vejrlig et efterfølgende år eller (iii) følges i en længere periode end 2 år, fordi de foreløbige fund i vandprøver lægger op til en udvidet monitoringsperiode for at opnå en forbedret tolkning af monitoringsresultaterne.

Pesticiderne angivet i Tabel 1 har været anvendt i forbindelse med dyrkning af de seneste tre års afgrøder på VAP-markerne (Tabel 2). Oversigter over hvilke pesticider, der er anvendt på forskellige afgrøder i hele perioden, 1999 til juni 2017, findes i årets engelsksprogede VAP-rapport (<http://www.pesticidvarsling.dk/>).

Tabel 1. 6 pesticider og 18 nedbrydningsprodukter har været inkluderet i VAP's analyseprogram i perioden juli 2015-juni 2017, hvoraf der ikke er tilføjet nye stoffer til evaluering i VAP i juli 2016 – juni 2017. Antallet af vandprøver indsamlet fra 1 meters dybde (dræn og sugeceller), fra grundvandsfiltre og fra vandingsvand (oppumpet fra borerer uden for de sandede VAP-marker) er præsenteret sammen med resultater af analyser af prøverne i form af antal detektioner (Det.), detektioner > 0,1 µg/L og den maksimale koncentration detekteret (Maks. konc.). For vandingsvandet er analyseresultater angivet i parenteser (koncentration angivet i µg/L; ingen detektioner angives som "-"). Koncentrationer i grundvand, der overstiger grænseværdien på 0,1 µg/L er markeret med fed skrift.

Pesticid	Analyt	Antal prøver			Analyseresultater				
		1 m's dybde	Grundvands-filtre	Vandings-vand	1 m's dybde Det.	Maks. konc. [µg/L]	Grundvandsfiltre Det.	>0,1 [µg/L]	Maks. konc. [µg/L]
Azoxystrobin	Azoxystrobin	84	216		0	-	1	0	0.01
	CyPM	84	216	3 (-)	74	0.16	14	0	0.03
Bentazon	Bentazon	94	340	3 (0.011; -;-)	24	4.5	1	0	0.02
	6-hydroxy-bentazon	66	275	3(-)	0	-	0	0	-
	8-hydroxy-bentazon	66	275	3(-)	0	-	0	0	-
	N-methyl-bentazon	66	275	3(-)	0	-	0	0	-
Fludioxonil	CGA 192155	44	160	1 (-)	0	-	1	0	0.05
	CGA 339833	44	160	1 (-)	0	-	1	1	0.37
Flupyr-sulfuron-methyl	Flupyr-sulfuron-methyl	45	255	1 (-)	0	-	0	0	-
	IN-JV460	45	255	1 (-)	0	-	0	0	-
	IN-KC576	45	255	1 (-)	0	-	0	0	-
	IN-KY374	45	255	1 (-)	4	0.45	0	0	-
Fluroxypyr	Fluroxypyr-methoxypyridine	1	88		0	-	0	0	-
	Fluroxypyr-pyridinol	1	88		0	-	0	0	-
Foramsulfuron	Foramsulfuron	100	249	1 (-)	27	0.32	4	0	0.04
	AE-F092944	100	249		1	0.01	0	0	-
	AE-F130619	100	249		15	0.07	9	0	0.03
Glyphosat	Glyphosat	65	116		12	0.05	3	1	0.13
	AMPA	65	116		51	0.14	2	0	0.02
Mesotrion	Mesotrion	100	249		44	1.30	2	0	0.07
	AMBA	100	249		3	0.04	0	0	-
	MNBA	100	247		12	0.06	0	0	-
Tebuconazol 2014	1,2,4-triazol	168	600	4 (-)	114	0.45	282	24	0.19
Epoxiconazol 2015									
Prothioconazol 2015									
Propiconazol 2016									
Triasulfuron	Triazinamin	47	131		0	-	0	0	-
Subtotal	24 (6 pesticider; 18 nedbrydningsprodukter)	1675	5568	26	381		320	26	
Procent		23%	77%	0.4%	23%		6%	0.5%	
Total			7269						

Tabel 2. Afgrøder på de fem VAP-marker i 2015, 2016 og 2017.

	Tylstrup	Jyndeved	Silstrup	Estrup	Fårdrup
2015	Vinterhvede	Vinterhvede	Majs	Majs	Vinterhvede
2016	Vårbyg isået kløver og græs	Vårbyg isået kløver og græs	Majs	Majs	Vårbyg
2017	Vårbyg	Ærter	Vårbyg	Ærter	Vårbyg

I det følgende gennemgås VAP-resultaterne for de to nedbrydningsprodukter 1,2,4-triazol og CyPM samt de fire pesticider flupyrsulfuron-methyl, glyphosat samt mesotrion og bentazon. Disse stoffer er udvalgt, idet VAP-resultater fra perioden juli 2015-juni 2017 (Tabel 1) viser en relativ høj udvaskningsrisiko til grundvandet for de to nedbrydningsprodukter. Yderligere opnås vigtig information vedrørende udvaskningen relateret til de fire pesticider.

1,2,4-triazol

Nedbrydningsproduktet 1,2,4-triazol, der blandt andet stammer fra forskellige af landbrugets svampemidler (azol-midler), bliver fortsat påvist i grundvandet under VAP-markerne, også i koncentrationer over grænseværdien på 0,1 µg/L på den opsprækkede lermark Estrup. 1,2,4-triazol blev inkluderet i VAP-monitoringen i forbindelse med, at Miljøstyrelsen i 2014 lagde restriktioner på brugen af azol-midler, der blev vurderet til at kunne danne 1,2,4-triazol i betydelige mængder. For at beskytte grundvandet mod udvaskning af 1,2,4-triazol blev den samlede dosering af midlerne på nær prothioconazol pr. vækstsæson nedsat, og efterårsanvendelse af tebuconazol blev forbudt. Udvasning af 1,2,4-triazol blev undersøgt i forbindelse med anvendelse af tebuconazol i 2014 mod svampe i kornafgrøder på de to sandede marker Tylstrup og Jyndeved, samt de to opsprækkede lermarker Fårdrup og Estrup. Tebuconazol blev anvendt i maj 2014 på sidstnævnte mark, hvorimod der blev foretaget den nu forbudte efterårsudbringning på de andre tre marker. Undersøgelserne viste, at 1,2,4-triazol i en række tilfælde kunne påvises i grundvandet og på Estrup i koncentrationer op til 0,26 µg/L. Desuden indikerer målingerne, at kilden til forureningen kan være overfladenær, idet koncentrationerne aftager med dybden. Med undtagelse af Fårdrup, hvor der ikke strømmede vand i drænet umiddelbart før sprøjtning, blev der fundet 1,2,4-triazol i vandprøver fra 1 meters dybde og/eller grundvandet, inden tebuconazol blev udbragt. I Estrup overskred baggrundskoncentrationerne grænseværdien på 0,1 µg/L i grundvandet udtaget fra én nedstrøms boring. Derfor kan fundene på de to sandede marker og Estrup ikke alene relateres til den specifikke udbringning af tebuconazol i VAP i 2014, men kan skyldes bidrag fra andre kilder, såsom tidligere anvendelse af tebuconazol eller anvendelse af andre aktivstoffer i bejdse- og svampemidler. For at evaluere på sidstnævnte kilde blev epoxiconazol i den nedsatte dosering anvendt på Jyndeved i maj 2015 samt prothioconazol på Tylstrup (maj og juni 2015), Jyndeved (juni 2015) og Fårdrup (maj 2015). Brugen af prothioconazol var ikke blevet pålagt restriktioner i 2014, da stoffet ifølge vurderingen i EU kun danner ubetydelige mængder 1,2,4-triazol i jord. Prothioconazol blev medtaget i VAP i 2015 for at teste, hvorvidt 1,2,4-triazol kan dannes i væsentlige mængder under landbrugsmæssige forhold i Danmark. Efter anvendelserne af stoffet på Tylstrup og Jyndeved ses en stigning i koncentrationen af 1,2,4-triazol i vand fra 1 meters dybde og nogle grundvandsfiltre, men grænseværdien er ikke overskredet. I grundvandsprøver fra Fårdrup er 1,2,4-triazol fundet i lave koncentration. Vand fra drænsystemet i 1 m dybde i Fårdrup tyder dog på en stigning i koncentrationen af 1,2,4-triazol efter sprøjtningen med prothioconazol og frem til august 2015, hvor monitoringen blev stoppet midlertidigt af økonomiske årsager frem til maj 2016. Koncentrationer målt i vandprøverne nåede op på et niveau højere end det tidligere målte fra efterår 2014 til vinter 2015. Om hvorvidt dette niveau er fastholdt efter propiconazol sprøjtningen med halv dosis i juni 2016 er uvist, idet der ikke været drænvandsafstrømning og dermed heller ingen 1,2,4-triazol analyser af drænvand. 1,2,4-triazol blev dog atter fundet (sidste gang i marts 2015) i lave koncentration i enkelte grundvandsprøver. Efter udbringning af epoxiconazol i maj 2015 efterfulgt af prothioconazol i juni 2015 på Jyndeved steg koncentrationsniveauet til over 0,1 µg/L i 1 meters dybde. I juni 2016 blev Jyndeved marken igen sprøjtet med propiconazol. Denne gang med halvdelen af den maksimalt tilladte dosering, hvorefter 1,2,4-triazol generelt blev fundet i endnu flere vandprøver. Vandprøver, udtaget fra sugeceller installeret i 1 m dybde nedstrøms og i 3-5 m dybde i en opstrøms boring, havde ligeledes et relativt højt indhold af 1,2,4-triazol. Dette indikerer, at fundene i vandprøver udtaget fra nedstrøms borer er påvirket af sprøjtningen

på VAP-marken, men at de sandsynligvis også af sprøjtninger udført på marker opstrøms VAP-marken. Disse resultater viser, at 1,2,4-triazol findes i vand fra den variabelt mættede zone på både de sandede marker og de opsprækkede lermarker. 1,2,4-triazol vil fortsat være inkluderet i VAP-monitoringen. Bidraget af 1,2,4-triazol fra andre kilder er stadig ukendt; men søges belyst i et forskningsprojekt initieret af Miljøstyrelsen.

CyPM

CyPM er et nedbrydningsprodukt fra azoxystrobin, der blev anvendt mod svampe i vinterhvede på Silstrup i blandt andet 2013 og 2014 og i Estrup i 2014. CyPM blev efterfølgende fundet i mange drænvandsprøver på begge marker i relativt høje koncentrationer; op til 0,56 µg/L på Silstrup og 1,0 µg/L på Estrup. Stoffet er ligeledes fundet i henholdsvis 100 ud af 756 (Silstrup) og 41 ud af 766 (Estrup) prøver fra grundvandet. I henholdsvis 12 og 5 af disse prøver var koncentrationen af CyPM over grænseværdien. De højeste koncentrationer i grundvandet var 0,52 µg/L i september 2014 i Silstrup og 0,46 µg/L i november 2014 i Estrup, hvorefter koncentrationen var faldende over tid dog med detektioner i perioden juli 2015-juni 2017 (Tabel 1). Monitoringen af CyPM blev stoppet i oktober 2016 på Silstrup; men er fortsat på Estrup. Azoxystrobin, moderstoffet, er primært fundet i lave koncentrationer i drænvand og enkelte gange i grundvandet, hvorimod CyPM i stigende grad findes i grundvandet. Efter hver ny sprøjtning med azoxystrobin på Silstrup ses en stigning i koncentrationen af CyPM i vand fra grundvandsfiltre. Således blev 9 ud af de 12 grundvandsprøver, der oversteg grænseværdien på Silstrup, detekteret efter udbringningen i 2014, mens det ved Estrup var 4 ud af 5 grundvandsprøver. Disse fund var desuden i vandprøver fra nye, horisontale borer i 2 meters dybde. Det, at transportvejen af CyPM fra overfladen til de vertikale borer i kanten af marken, specielt på Estrup, er længere end til de horisontale borer under marken, ser ud til at være afgørende for fund af CyPM i grundvandsprøverne. En undersøgelse og vurdering af disse sammenhænge skal foretages i VAP.

Flupyrsulfuron-methyl

Tre af flupyrsulfuron-methyls nedbrydningsprodukter, IN-JV460, IN-KC576 og IN-KY374, er for første gang nu evalueret i VAP efter anvendelse i november 2014 og april 2015 i vinterhvede på den opsprækkede lermark Fårdrup og i vinterhvede i oktober 2014 og marts 2015 på den sandede mark Jyndeved. Ingen af stofferne blev fundet i grundvandet, og IN-KY374 blev blot detekteret en gang i den umættede zone på Jyndeved. Efter to års monitoring uden nævneværdige fund af de fire stoffer blev monitoringen af stofferne afsluttet på begge marker i november 2016.

Glyphosat

Monitoringsresultater tyder på, at snesmeltning i marts 2016 var årsagen til fund af glyphosat i grundvandet i koncentrationer over 0,1 µg/L to år efter anvendelsen på den opsprækkede lermark Estrup. Et tilsvarende mønster blev fundet i begyndelsen af 2013 efter snesmeltning. Markante regnhændelser i august-september 2015 kan være årsag til en koncentration på 0,09 µg/L i grundvandet. På trods af disse vejrfænomeners effekt på glyphosatudvaskningen til grundvandet samt det faktum, at både glyphosat og dets nedbrydningsprodukt AMPA findes i drænvandet fra cirka 1 meters dybde i høje koncentrationer, bliver begge stoffer generelt sjældent påvist i grundvandet og mestendels i koncentrationer under 0,1 µg/L.

Mesotrion

Split-anvendelse af mesotrion på majs både i Estrup i maj-juni 2015 og 2016 og i Silstrup i juni 2015 og 2016 resulterer i korttidsudvaskning af mesotrion og dets nedbrydningsprodukt MNBA til dræn i 1 meters dybde. På Estrup blev der i modsætning til Silstrup fundet både mesotrion og MNBA i grundvandsprøver, men kun i prøver udtaget under den første prøvetagningsrunde, som skete 11 dage efter split-anvendelsen. Her blev mesotrion fundet i tre grundvandsprøver, hvoraf én havde en koncentration over 0,1 µg/L. MNBA blev fundet i én grundvandsprøve (0,017 µg/L).

Bentazon

I maj 2016 blev tre nedbrydningsprodukter af bentazon, 6-hydroxy-bentazon, 8-hydroxy-bentazon og N-methyl-bentazon, inkluderet i monitoringsprogrammet for de to sandede marker Tylstrup og Jydevad. Dette skete i forbindelse med en bentazonsprøjtning mod ukrudt i vårbyg med kløvergræsudlæg. Efter denne anvendelse blev bentazon fundet i vand fra den umættede zone under begge marker, men ingen af stofferne blev påvist i grundvandet. Efter endnu en sprøjtning med bentazon i maj 2017 på Jydevad blev der fundet koncentrationer op til 4,6 µg/L i vand fra 1 m dybde, men ikke i grundvandet. Dette følger udvaskningsmønstret, som blev monitoreret efter bentazonsprøjtningerne i 2012 og 2013. De kommende års monitoringsresultater fra VAP vil vise, om de tre nedbrydningsprodukter detekteres over tid i vand fra sugeceller i den umættede zone og fra monitoringsboringer i grundvandet.

Resultater fra hele monitoringsperioden maj 1999 - juni 2017

I hele perioden fra 1999 til juni 2017 er risikoen for udvaskning til grundvandet af i alt 115 stoffer blevet undersøgt i VAP. Af disse var 50 selve pesticidet, medens 65 var nedbrydningsprodukter. De 65 nedbrydningsprodukter stammede fra 37 pesticider, hvoraf 3 pesticider (fludioxonil, mancozeb og tribenuron-methyl) ikke har været inkluderet i VAP-analyseprogrammet, idet de nedbrydes hurtigt. Det totale antal stoffer svarer til det afrapporterede antal angivet i sidste års VAP-rapport med den rettelse, at metsulfuron-methyl nu er angivet som et nedbrydningsprodukt af iodosulfuron-methyl-natrium, selvom det også er godkendt som pesticid i Danmark.

Ud af de i alt 53 pesticider (50 plus 3), var der fund af 17 pesticider og/eller deres nedbrydningsprodukter i grundvandet, hvor koncentrationerne i nogle tilfælde overskred grænseværdien på 0,1 µg/L (Tabel 3). 15 af de 17 pesticider og/eller deres nedbrydningsprodukter blev tillige fundet i 1 meters dybde i dræn og/eller sugeceller med en årlig gennemsnitskoncentration efter udbringningen på over 0,1 µg/L (Tabel 4). På opsprækkede lerjorde resulterede brugen af 12 af de 17 pesticider til tider i fund over grænseværdien i grundvandet, mens dette kun var tilfældet for 5 af de 17 pesticider på sandjorde. Brugen af 17 andre pesticider resulterede ikke i detektioner i vandprøver fra grundvandsfiltre, hvoraf 10 heller ikke resulterede i detektioner i vandprøver fra dræn eller sugeceller i 1 m dybde. For de resterende 19 pesticider og/eller deres nedbrydningsprodukter blev de alle fundet i grundvandet, men under grænseværdien på 0,1 µg/L.

Resultaterne af VAP-monitoringen i perioden fra maj 1999 til juni 2017 har, som beskrevet i den seneste VAP-rapport (Rosenbom *et al.*, 2018), bidraget med input til reguleringsarbejdet på følgende vis:

- **Der er påvist flere pesticider og/eller deres nedbrydningsprodukter i grundvandet under de opsprækkede lermarker end under de sandede marker.**

Antallet af prøver med højt detektionsniveau (røde felter) i Tabel 3 viser, at flere pesticider og/eller deres nedbrydningsprodukter er blevet påvist mindst én gang i grundvandet i en koncentration, der overskrider grænseværdien på 0,1 µg/L under de opsprækkede lermarker end under de sandede marker. På sandjordene afspejler prøverne med højt detektionsniveau primært langtidsudvaskning af et begrænset antal nedbrydningsprodukter i koncentrationer over 0,1 µg/L, hvorimod både pesticider og deres nedbrydningsprodukter udvaskes mere dynamisk/momentant på de opsprækkede lerjorde, hvilket tilskrives tilstedeværelsen af bioporer og sprækker (Figur 2).

Det er formålet med den nye opsprækkede lermark (Lund) i VAP, som er beliggende ovenpå opsprækket kalk, at bidrage til en øget forståelse af overlejret, opsprækket lerjords sårbarhed, så muligheden for tidlig varsling i forhold til udvaskning fra disse bliver forbedret.

- **Visse nedbrydningsprodukter såsom diketo-metribuzin kan detekteres i koncentrationer over 0,1 µg/L i flere år efter udbringning af pesticidet.**

Monitoringsresultaterne indikerer, at pesticidet metribuzin anvendt i kartoffelmarker bliver tilbageholdt i pløjelaget, hvorfra det langsomt frigives og nedbrydes til diketo-

metribuzin. Dette stof udvaskes herefter over lang tid til grundvandet, hvor det i flere tilfælde kan findes i koncentrationer over 0,1 µg/L i op til 5 år efter udbringningen. Metribuzin blev forbudt i Danmark i 2005 som følge af udvaskning af to nedbrydningsprodukter til grundvandet. En detaljeret undersøgelse har vist, at det lange udvaskningsforløb af nedbrydningsproduktet diketo-metribuzin ikke kan forudsiges med den eksisterende beskrivelse af binding af stoffer i jord, som bruges i de modeller, der bliver anvendt i reguleringen til estimering af udvaskningsrisikoen. Med den særligt konservative modellering, som anvendes i den danske regulering af pesticider, blev udvaskning i relation til anvendelsen af metribuzin forudset, i modsætning til i den daværende, europæiske regulering.

- **Mange fund af CGA108906 i grundvandet under de sandede VAP-marker har medført et forbud mod anvendelse af metalaxyl-M i Danmark i december 2013 – nu følges stoffet i GRUMO.**

CGA108906 er et nedbrydningsprodukt af metalaxyl-M, som blev anvendt mod svampesygdomme (kartoffelskimmel) i kartofler i 2010 på de to sandede VAP-marker. CGA108906 detekteres fortsat i grundvandsprøver fra disse marker i koncentrationer op til 0,34 µg/L (Tabel 2). Metalaxyl-M, samt dets to nedbrydningsprodukter CGA62826 og CGA108906, blev inkluderet i VAP, idet der i optagelsesdirektivet for metalaxyl-M i EU i 2002 blev fremlagt materiale, som viste markant udvaskning af de to nedbrydningsprodukter. Efter de første års fund i VAP blev brugen af metalaxyl-M forbudt i Danmark i december 2013, og er for nyligt blevet medtaget i det reviderede analyseprogram for Den Nationale Grundvandsovervågning (GRUMO), og i Vandværkernes Boringskontrol. I afrapporteringen af sidstnævnte var CGA108906 det fjerde hyppigst fundne stof i 2016.

- **Nedbrydningsprodukter såsom TFMP er ofte mere vandopløselige end selve pesticidet og kan derfor have et relativt højt udvaskningspotentiale, især i forbindelse med kraftige nedbørshændelser kort efter udbringningen af pesticidet.**

Efter fire udbringninger af fluazifop-P-butyl, hvor dosen blev nedreguleret ved de to sidste udbringninger, synes vejrliget inden for den første uge efter udbringning at spille en væsentlig rolle for antallet af detektioner af TFMP. For at sikre en god vurdering af risikoen for udvaskning er det vigtigt at anvende opdaterede og relevante klimadata i grundvandsmodellerne på EU-niveau. Dette arbejder Miljøstyrelsen bl.a. for.

- **Det meget toksiske nedbrydningsprodukt nitrofen kunne imod forventning dannes i jorden efter brug af bifenox.**

Fund af nitrofen i drænvand på VAP markerne i Silstrup og Fårdrup i koncentrationer op til 0,34 µg/L medførte, at moderstoffet bifenox blev forbudt i 2013 i Danmark. Nitrofen, der også er et pesticid, har været forbudt at anvende i EU siden 1996, da stoffet har kræftfremkaldende egenskaber.

- **Nedbrydningspotentialiet i pløjelaget er altafgørende for udvaskningsrisikoen af både pesticider og deres nedbrydningsprodukter.**

MCPA er et eksempel på et stof, som ikke udvaskes grundet markant mikrobiologisk nedbrydning i pløjelaget. Kun en enkelt gang er MCPA blevet detekteret i en vandprøve fra grundvandszonen, og dette i forbindelse med en markant nedbørshændelse.

Alle resultater fra VAP fremgår af de årlige, engelsksprogede VAP rapporter, som kan findes på hjemmesiden: <http://www.pesticidvarsling.dk/>.

Tabel 3. Detektionsniveau af pesticider og/eller deres nedbrydningsprodukter i **grundvandsprøver**. "Højt" detektionsniveau betyder, at mindst én grundvandsprøve fra mindst én VAP-mark indeholdt pesticidet og/eller dets nedbrydningsprodukt i en koncentration over 0,1 µg/L (røde felter). "Lavt" detektionsniveau betyder, at mindst én prøve indeholdt pesticidet og/eller dets nedbrydningsprodukt i koncentrationer lig med eller under 0,1 µg/L (blå felter). Blanke felter angiver, at udvaskningen ikke er undersøgt. (+) angiver, at pesticidet er anvendt inden for monitoringsperioden juli 2015 - juni 2017.

Detektionsniveau	Pesticid	Sand		Opsprækket ler		
		Tylstrup	Jyndeved	Silstrup	Estrup	Faarstrup
Højt	Azoxystrobin (+)					
	Bentazon (+)					
	Bifenox					
	Diiflufenican					
	Ethofumesat					
	Fluazifop-P-butyl					
	Fludioxonil (+)					
	Glyphosat (+)					
	Mesotrion (+)					
	Metalaxyl-M					
	Metamitron					
	Metribuzin					
	Propyzamid					
	Pyridat					
	Rimsulfuron					
	Tebuconazol (+)*					
	Terbutylazin					
Lavt	Aminopyralid					
	Clopyralid					
	Desmediphan					
	Dimethoat					
	Epoxiconazol					
	Fenpropimorph					
	Flamprop-M-isopropyl					
	Fluroxypyr (+)					
	Foramsulfuron (+)					
	Ioxynil					
	MCPA					
	Mancozeb					
	Metrafenon					
	Phenmedipham					
	Pirimicarb					
	Propiconazol					
	Prosulfocarb					
	Triasulfuron (+)					
	Triflusaluron-methyl					
Ingen	Aclonifen					
	Amidosulfuron					
	Boscalid					
	Bromoxynil					
	Chlormequat					
	Clomazon					
	Cyazofamid					
	Florasulam					
	Flupyrasulfuron-methyl (+)					
	Iodosulfuron-methyl					
	Linuron					
	Mesosulfuron-methyl					
	Pendimethalin					
	Picolinafen					
	Thiacloprid					
	Thiamethoxam					
	Tribenuron-methyl					



Pesticid og/eller dets nedbrydningsprodukter er detekteret i vandprøver fra grundvandsfiltre i koncentrationer, der overskrider 0,1 µg/L.



Pesticid og/eller dets nedbrydningsprodukter er detekteret i vandprøver fra grundvandsfiltre i koncentrationer, der ikke overskrider 0,1 µg/L.



Pesticid og/eller dets nedbrydningsprodukter er ikke detekteret i vandprøver fra grundvandsfiltre.

* Disse oplysninger inkluderer 1,2,4-triazol, som evt. også kan stamme fra pesticiderne epoxiconazol, propiconazol og prothioconazol eller andre azoler fra bejdsning af frø.

Tabel 4. Detektionsniveau af pesticider og/eller deres nedbrydningsprodukter i vand fra **1 meters dybde** (dræn og sugeceller). "Højt" betyder, at den årlige gennemsnitskoncentrationen af pesticidet og/eller dets nedbrydningsprodukt i de indsamlede prøver fra mindst en VAP-mark ligger over 0,1 µg/L (rødt felter). "Lavt" betyder, at pesticidet og/eller dets nedbrydningsprodukt i de indsamlede prøver fra mindst en mark er lig med eller under 0,1 µg/L (blå felter). Blanke felter angiver, at udvaskningen ikke er undersøgt. (+) angiver, at pesticidet er anvendt inden for monitoringsperioden juli 2015 - juni 2017.

Detektions-niveau	Pesticid	Sand		Opsprækket ler		
		Tylstrup	Jyndeved	Silstrup	Estrup	Faardrup
Højt	Azoxystrobin (+)					
	Bentazon (+)					
	Bifenox					
	Diflufenican					
	Ethofumesat					
	Fluazifop-P-butyl					
	Fluroxypyr (+)					
	Glyphosat (+)					
	Mesotrion (+)					
	Metalaxyl-M					
	Metamitron					
	Metribuzin					
	Picolinafen					
	Pirimicarb					
	Propyzamid					
	Rimsulfuron					
	Tebuconazol (+)*					
	Terbuthylazin					
Lavt	Amidosulfuron					
	Bromoxynil					
	Clomazon					
	Dimethoat					
	Epoxiconazol					
	Flamprop-M-isopropyl					
	Fludioxonil (+)					
	Flupyrsulfuron-methyl (+)					
	Foramsulfuron (+)					
	Ioxynil					
	MCPA					
	Mancozeb					
	Mesosulfuron-methyl					
	Metrafenon					
	Pendimethalin					
	Phenmedipham					
	Propiconazol					
	Prosulfocarb					
	Pyridat					
	Triflusaluron-methyl					
Ingen	Aclonifen					
	Aminopyralid					
	Boscalid					
	Chlormequat					
	Clopyralid					
	Cyazofamid					
	Desmedipham					
	Fenpropimorph					
	Florasulam					
	Iodosulfuron-methyl					
	Linuron					
	Thiacloprid					
	Thiamethoxam					
	Triasulfuron (+)					
	Tribenuron-methyl					



Pesticid og/eller dets nedbrydningsprodukt er detekteret i en gennemsnitskoncentration overskridende 0,1 µg/L indenfor det første år efter udbringning

Pesticid og/eller dets nedbrydningsprodukt er detekteret i en gennemsnitskoncentration lig eller mindre end 0,1 µg/L indenfor det første år efter udbringning samt i færre end tre prøver udtaget efter hinanden, eller i en prøve over 0,1 µg/L.

Pesticid og/eller dets nedbrydningsprodukt er ikke eller kun detekteret i meget få prøver under 0,1 µg/L.

* Disse oplysninger inkluderer 1,2,4-triazol, som evt. også kan stamme fra pesticiderne epoxiconazol, propiconazol og prothioconazol eller andre azoler fra bejdsning af frø.