



Desphenyl- chloridazon (DPC)

Punktkilde eller fladekilde

Miljøprojekt nr. 2172

Juni 2021

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:

Sandra Roost, WSP Danmark

Søren Rygaard Lenschow, NIRAS

Fotos:

Jesper Schøitt Jensen, Miljøstyrelsen

Ruth Bjerregaard, Lejre Kommune

Henrik Jannerup, Region Sjælland

Nanette Schouw, Region Sjælland

Sandra Roost, Orbicon I WSP

Søren Rygaard Lenschow, NIRAS

ISBN: 978-87-7038-322-6

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse

Indhold

Forord	4
Sammenfatning	5
1. Indledning	7
1.1 Baggrund	8
1.2 Formål	9
2. Anvendelsesmønster for chloridazon	11
3. Erfaringsopsamling med fund af DPC	17
3.1 Modelberegning for indvindingsoplande ved Bolbro og Eksercermarken	17
3.2 Fladepåvirkning på Agersø og Omø	22
3.3 Undersøgelser i indvindingsopland ved Læborg vandværk	25
3.4 Opsporing af pesticidpunktkilde på NV Lolland	27
3.5 Punktkildeundersøgelser i oplandet til Aike Vandværk	30
4. Input til indikatorer til fund af DPC	36
4.1.1 Fund i forhold til indvinding	38
4.1.2 Fund og andre stoffer	41
4.1.3 Fund i forhold til koncentrationer og tidlig udvikling	43
4.1.4 Fund i forhold til dybde	44
4.1.5 Fund i forhold til afstand til fladekilder og punktkilder	45
4.1.6 Opsamling på input	48
5. Konklusion	54
6. Referencer	55
Appendiks 1 Egenskaber for chloridazon og desphenyl-chloridazon	58
A1.1 Fysisk-kemiske egenskaber	58
A1.2 Nedbrydning af chloridazon	59
Appendiks 2 Opsamling på fund af DPC	64
A2.1 Fund af DPC	64
A2.2 Fund af DPC i forhold til BAM og øvrige pesticider	71
A2.3 Fund af DPC i forhold til dybde	75
A2.4 Statistisk vurdering af fund af DPC i indvindingsboringer	77
Appendiks 3 Fund af DPC i forhold til fladekilder og punktkilder	82
A3.1 Fladebelastning som følge af afgrøder på marker	82
A3.2 Beliggenhed i forhold til punktkilder	85
Bilag 1. Indikatorer til skelnen mellem pesticidkilder	89

Forord

Denne rapport er resultatet af et projekt under Miljøstyrelsens Teknologiudviklingsprogram for jord- og grundvandsforurening. Region Sjælland er kontraktholder og medfinansierende af projektet. Projektet omhandler vurdering af, hvordan fund af desphenyl-chloridazon (DPC) kan henføres til en punktkilde eller en fladekilde.

Pesticidforurening af grundvandet er et vanskeligt emne at håndtere, da der er mange forskellige årsager til forureningen. Det er derfor meget vigtigt at skelne mellem de forskellige kildetyper, når det skal besluttes hvilke handlinger, der skal foretages. Det er også et område med mange forskellige aktører, der hver især har en ramme for opgaven, der styrer deres handlemuligheder.

Når der er tale om fladekildeproblematikken, så handler det i høj grad om at sikre, at nutidens pesticidforbrug ikke giver en uønsket påvirkning af grundvandet fremover. Dertil kommer, at de vandværker der er påvirket af fladekilder, kan blive nødt til at gennemføre videregående vandbehandling indtil påvirkningen aftager eller etablere erstatningsboringer. Såfremt fund kan henføres til en punktkilde, vil det være regionen, som er myndighed i forhold til at opspore kilden til forureningen samt undersøge og evt. afværge den med henblik på at sikre den aktuelle indvinding samt grundvandsressourcen. Dette sker i nogle tilfælde i samarbejde med kommunen. Endvidere giver forurening fra punktkilder bedre mulighed for driftsoptimering samt videregående vandbehandling på enkelte boringer frem for hele vandværket.

Målgruppen er professionelle aktører, som skal udføre vurderinger af fund af pesticider i både vandværksboringer og på lokaliteter med pesticidpunktkilder. Det vil sige regioner, rådgivende ingeniørfirmaer, kommuner, forsyningsselskaber m.fl.

Projektet er udført i samarbejde med Region Sjælland og Miljøstyrelsen, som har udgjort projekt- og følgegruppen:

- Jesper Schøtt Jensen, Miljøstyrelsen
- Ruth Bjerregaard, Region Sjælland
- Henrik Jannerup, Region Sjælland
- Nanette Schouw, Region Sjælland
- Sandra Roost, Orbicon I WSP
- Søren Rygaard Lenschow, NIRAS

Sammenfatning

Efter, at desphenyl-chloridazon (DPC) er blevet en del af regionernes analysepakker, konstateres det meget ofte i de analyserede vandprøver ved pesticidpunktkilder. Siden 2017 er der ligeledes påvist DPC i en række indvindingsboringer til almene vandværker. Handlemulighederne er afhængig af, hvem der er myndighed i forhold til om fundene i indvindingsboringerne kan henføres til en punktkilde eller en fladekilde. Derfor har formålet med nærværende projekt været at komme med anbefalinger til, hvorledes fund af DPC kan vurderes i forhold til at stamme fra en punktkilde og/eller fladekilde.

Der er beskrevet en række konkrete projekter, hvor der er foretaget undersøgelser i forbindelse med fund af DPC. Dette er både projekter, hvor fundene med DPC efterfølgende vurderes at kunne henføres til en fladekilde og projekter, hvor der vurderes at være en nærliggende punktkilde, som kan udgøre en grundvandsrisiko på grund af fund af DPC.

På baggrund af data fra fund af DPC i aktive indvindingsboringer, monitoringsboringer fra grundvandsovervågningen (GRUMO) og boringer, udført i forbindelse med forureningsundersøgelser på lokaliteter med pesticidpunktkilder, er der foretaget databehandling af fundene på tværs af datasættene med henblik på at vurdere, hvorvidt der er sammenhænge eller forskelle i fundene med DPC.

Chloridazon er et herbicid, der har været anvendt til ukrudtsbekæmpelse ved dyrkning af roer, løg (spise- og blomsterløg) og rødbeder. Salget er primært sket i perioden ca. 1970-1980 med mængder fra 60.000 kg/år til over 100.000 kg/år. Midler med chloridazon blev udfaset i Danmark i 1996 og har siden 2012 været omfattet af et besiddelsesforbud. De har været anvendt ved såning af bl.a. roer og dermed været anvendt i landbruget. Det har både været i forbindelse med dyrkning af foderroer og sukkerroer. Der er foretaget en vurdering af, hvorvidt der er sammenhæng mellem fund af DPC og mængde solgt produkt med chloridazon i forhold til andre pesticider. Her kunne der ikke umiddelbart ses en sammenhæng i nogen af de tre datasæt.

En statistisk vurdering af datasættet for de aktive indvindingsboringer viser, at fundene fordeles sig i to populationer hhv. 0,01-0,03 µg/l og 0,1-0,3 µg/l.

Der er set på fundhyppighed i koncentrationsniveauer for DPC i de tre datasæt. Ved at normalisere dataene i forhold til indvindingsmængden, er det muligt at sammenligne data fra indvindingsboringer i drift med monitoringsboringer, hvor vandprøven repræsenterer et mindre vandvolumen og et øjeblikbillede. En normalisering af fundene i indvindingsboringerne viser, at de lave niveauer for DPC, der er påvist i indvindingsboringer afslører, at en meget stor del af de undersøgte magasiner er påvirket med DPC, idet koncentrationsniveauerne stiger med to-tre størrelsesordener.

For de beskrevne eksempler er der lavet en vurdering af beregnet flux af DPC ved indvinding i forhold til dosseringer for 1 ha dyrket roemark. Denne vurdering kan alene anvendes ved små vandværker/kildepladser (<25.000 m³/år). Ved større kildepladser skal arealet af indvindingsoplandet indgå i vurderingen, hvilket hurtigt bliver en kompleks størrelse, og denne metode er derfor ikke velegnet som indikator i skelnen værktøj.

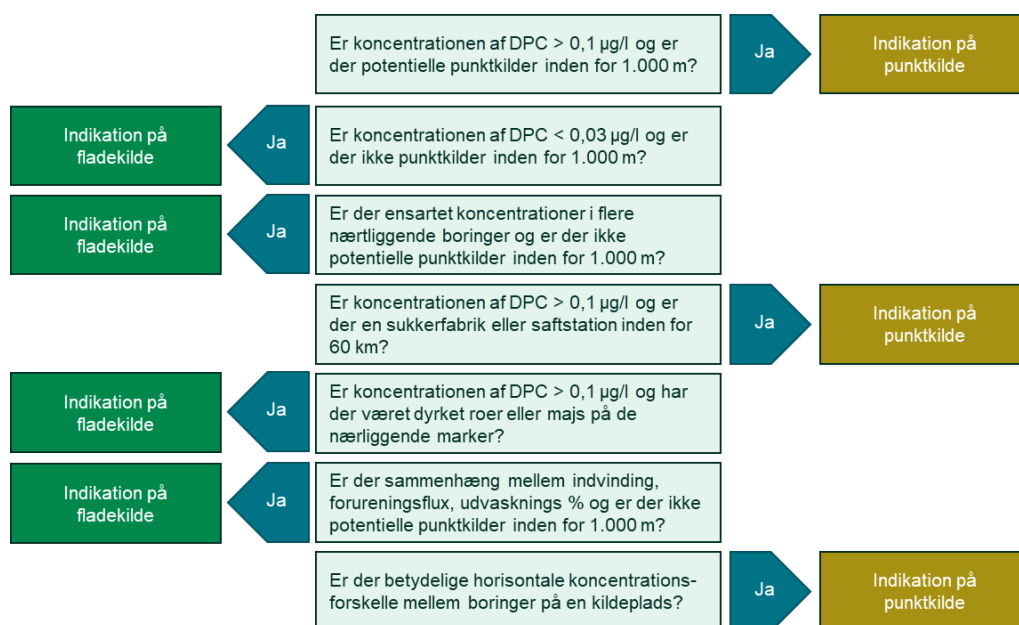
De fleste fund er konstateret i de vandprøver, der udtages i de øverste 20 m. Dog viser det sig også, at der er fund i indvindingsboringer, der indvinder meget dybt. Andelen af de vandprøver i indvindingsboringer, hvor toppen af filteret står i hhv. 45-50 m og 50-55 m under terræn, er

der fund i 15 % af de indvindingsboringer. Der er noget der tyder på, at der er en vertikal spredning af forurening med DPC mod de dybere magasiner.

På baggrund af data fra 2014 med oplysninger om afgrøder på marker, er der foretaget en vurdering af hyppigheden af fund af DPC i indvindingsboringer i forhold til, hvad der er blevet dyrket på de nærliggende marker. Fundene i indvindingsboringer i nærheden af marker med korn, frø og spirer mm., græs og kløver mm. ligger oftest under 0,02 µg/l, mens for indvindingsboringer, der ligger i nærheden af marker, hvor der dyrkes majs og roer, ligger fundene oftere over grundvandskvalitetskriteriet på 0,1 µg/l. Da der ikke findes ældre data i forhold til, hvilke afgrøder, der er blevet dyrket, er der afprøvet en tese om, at der har været et vist opland med dyrkning af roer i forhold til beliggenheden af sukkerfabrikker og saftstationer. Op til 68 % af indvindingsboringerne med fund af DPC ligger inden for en afstand på 60 km til en sukkerfabrik og/eller saftstation, der har været i drift i den periode, hvor der blev solgt midler med chloridazon.

Endelig er der foretaget en opsamling på beliggenhed af indvindingsboringer med fund af DPC i forhold til lokaliteter med punktkilder, hvor der ligeledes er konstateret fund af DPC. Op til 70 % af fundene i indvindingsboringerne med DPC, som ligger mere end 1.000 m fra en punktkildeboring, ligger under grundvandskvalitetskriteriet. Mens ca. 45 % af fundene over 0,1 µg/l i indvindingsboringer ligger inden for 1.000 m i forhold til en punktkilde.

Ovenstående har ført til, at der er opstillet syv indikatorer, der kan anvendes som supplement til Miljøstyrelsens indikatorer fra 2013, når der skal foretages en vurdering af, hvorvidt fund af DPC i en indvindingsboring kan henføres til en punktkilde og/eller en fladekilde. De oprindelige indikatorer er vist i bilag 1.



Hertil er knyttet tre eksempler, som skal vise, hvorledes indikatorerne kan anvendes.

1. Indledning

Efter, at desphenyl-chloridazon (DPC) er blevet en del af regionernes analysepakker, konstateres det meget ofte i de analyserede vandprøver ved pesticidpunktkilder. DPC er påvist i en række indvindingsboringer til almene vandværker siden sommeren 2017, og DPC er nu blevet en del af vandværkernes obligatoriske analyseprogram. Det anslås, at ca. 200 vandværker har råvand med DPC-indhold, som overskrider drikkevandskvalitetskriteriet.

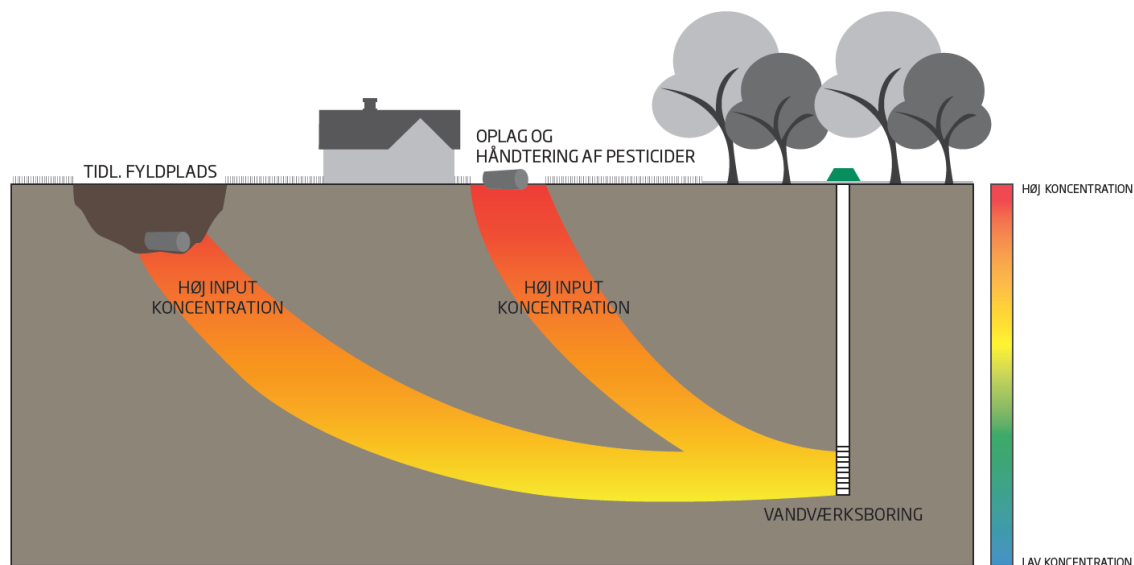
Der er konstateret fund af DPC i indvindingsboringer, hvor det ikke har været muligt at opspore en egentlig punktkilde på de omkringliggende lokaliteter med håndtering af pesticider. Det drejer sig bl.a. om oplande, hvor der er foretaget en opsporingsindsats efterfulgt af forureningsundersøgelser. Der er også områder med fund i flere indvindingsboringer tilhørende samme kildeplads uden nærliggende potentielle lokaliteter.

Der er i 2013 udviklet en række indikatorer i forbindelse med fund af pesticider i indvindingsboringer, som kan anvendes i vurderingen af, hvorvidt fundene kan henføres til en punktkilde og/eller en fladekilde (Miljøstyrelsen, 2013). DPC var ikke en del af analysepakken for boringskontrollen til indvindingsboringer i 2013, og dermed har fund af DPC ikke været med i datagrundlaget ved udarbejdelsen af indikatorerne. Flere af indikatorerne indeholder også en vurdering af fund over tid, hvilket sjældent er muligt med DPC, da der kun er analyseret herfor i en begrænset periode.

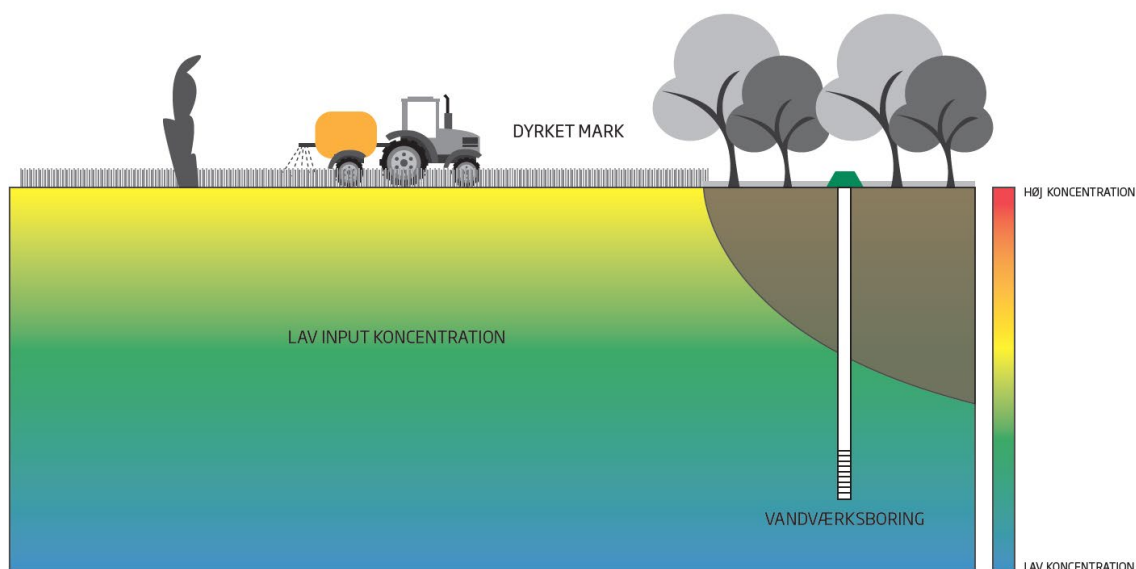
Punktkilder og fladekilder kan defineres ud fra en teknisk synsvinkel, hvor punktkilder er karakteriseret ved høje koncentrationer på små arealer, og fladekilder er karakteriseret ved lave koncentrationer på store arealer. Imellem disse to typer kilder findes en række gråzoner: f.eks. mange små punktkilder i et samlet område, der, når de udvaskes til grundvandet, får fladekildelignende karakter, eller f.eks. linjekilder, der f.eks. opstår som følge af sprøjtning langs jernbaner, vejarealer, sti- og gangarealer m.v.

En konceptuel beskrivelse af forureningsudbredelse og – koncentrationer fra de to typer kilder, fladekilder og punktkilder, i grundvandet er vist FIGUR 1.1. For yderligere definition på kildetyperne henvises der til projektet fra 2013 (Miljøstyrelsen, 2013)

Konceptuel skitse af punktkilde



Konceptuel skitse af fladekilde



FIGUR 1.1 Konceptuel skitse af hhv. en punktkilde og en fladekilde (Region Syddanmark 2018)

1.1 Baggrund

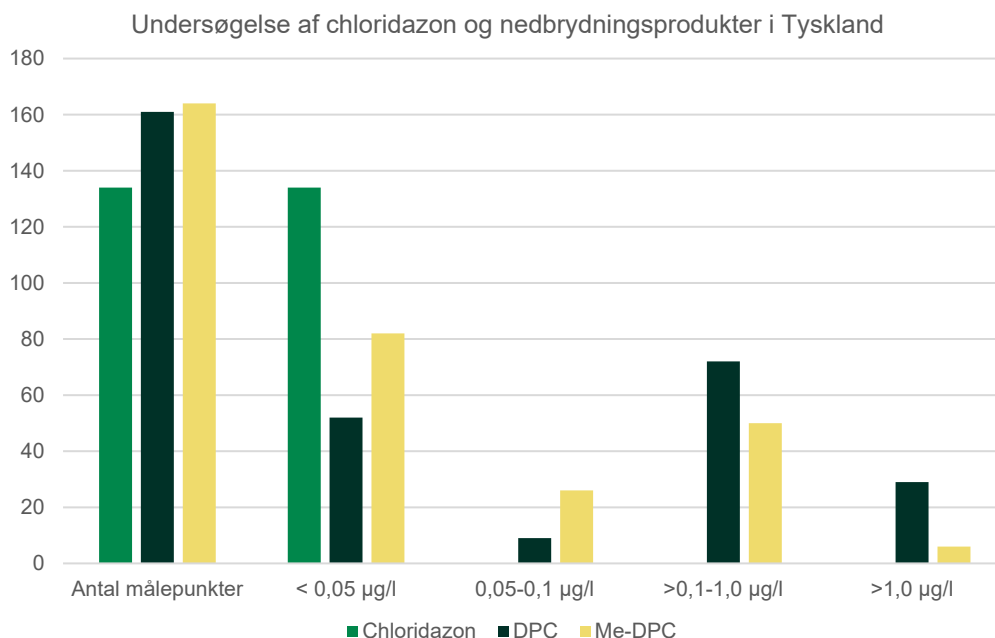
Miljøstyrelsen og GEUS gennemførte i 2017 en screening for desphenyl-chloridazon (DPC) og methyl-desphenyl-chloridazon (MDPC) i forbindelse med den nationale grundvandovervågning (GRUMO). Begge stoffer er nedbrydningsprodukter af herbicidet chloridazon. En række drikkevandsboringer blev ligeledes analyseret for DPC og MDPC fra sommeren 2017. Begge nedbrydningsprodukter er siden oktober 2017 blevet en del af den faste boringskontrol for vandværksboringer (Miljø- og Fødevareministeriet, 2017).

GEUS har evalueret de udførte analyser for DPC og MDPC i 2017. Resultaterne fra GRUMO-boringerne viste, at 29,2% af de analyserede prøver havde indhold af DPC, hvoraf 16,9% overskred grundvandskvalitetskriteriet (0,1 µg/l). Der blev i 17% af prøverne påvist MDPC og 4,7% overskred grundvandskvalitetskriteriet. For analyser fra indvindingsboringerne viste resultaterne, at 26,3% af de analyserede prøver indeholdte DPC og 9,7% overskred grund-

vandskvalitetskriteriet (0,1 µg/l), mens der i 5,6% blev påvist MDPC og 0,6 % overskred grundvandskvalitetskriteriet. I alle de undersøgte vandværksboringer fandtes MDPC i lavere koncentrationer end DPC (GEUS 2018).

DPC har siden 2012 været en del af regionernes udvidede analysepakker for analyse af pesticider i grundvand på lokaliteter med potentielle punktkilder. DPC og chloridazon har siden 2014 været en del af regionernes standardanalysepakke for grundvand. Undersøgelser udført af danske regioner har efterfølgende påvist DPC ved undersøgelser af en række pesticid-punktkilder. Ved undersøgelser af f.eks. fem potentielle punktkilder udført i 2012 i grundvandsinteresseområde ved Børkop, var DPC det næst-hyppigste påviste pesticid, med fund over detektionsgrænse i otte ud af 18 analyserede vandprøver (påvist ved fire ud af fem lokaliteter) (Region Syddanmark 2013).

Udpegnings af DPC som det primære nedbrydningsprodukt af chloridazon stemmer overens med erfaringer fra Tyskland, som allerede analyserede for stoffet i 2007. Undersøgelserne viste dog betydelige indhold af MDPC i de analyserede prøver af grundvand som illustreret i FIGUR 1.2. For indhold større end 1 µg/l var DPC det dominerende parameter (Bayerischen Landesamtes für Umwelt 2008).



FIGUR 1.2 Fund af desphenyl-chloridazon og methyl-desphenyl-chloridazon i grundvand i Bayern 2007, Tyskland (Bayrisches Landessamtes für Umwelt 2008)

Der foreligger data med DPC fra indvindingsboringer og GRUMO-boringer tilbage fra 2017, som kan sammenlignes med data og erfaringer fra regionernes pesticidundersøgelser, hvor der ligeledes er analyseret for DPC. Disse data danner grundlaget for denne rapport, som vil blive suppleret med viden om fysisk-kemiske egenskaber, anvendelsesmønstre mv.

1.2 Formål

Det overordnede formål med projektet har været at komme med anbefalinger til, hvorledes fund af DPC kan vurderes i forhold til at stamme fra en punktkilde og/eller fladekilde. I dette projekt defineres fund, som koncentrationer over detektionsgrænsen. Dette vil være afgørende for de efterfølgende handlemuligheder, hvor fund, som kan henføres til en punktkilde, skal håndteres under regionernes indsats. Mens fund, som kan henføres til en fladekilde, typisk skal håndteres af kommuner og forsyninger.

Delformål med projektet har været:

- Indsamle erfaringer med anvendelsen af chloridazon, herunder dosering, afgrøder mm.
- Kortlægge chloridazon og DPC's fysisk/kemiske egenskaber.
- Indsamle data med fund af DPC ved punktkilder, indvindingsboringer og GRUMO-boringer (koncentrationer over detektionsgrænsen), herunder sammenligne med den arealmæssige anvendelse af omkringliggende marker mm.
- Undersøge om det er muligt at anvende principperne og metoden fra Miljøprojekt 1502 fra 2013 "Skelnen mellem pesticidkilder" til at udvide indikatorerne til også at omfatte DPC.

2. Anvendelsesmønstre for chloridazon

Chloridazon er et herbicid, der har været anvendt til ukrudtsbekæmpelse ved dykning af roer, løg (spise- og blomsterløg) og rødbeder. Chloridazon var indholdsstof i midlerne Alicep, Expander og Pyramin (flere udgaver), som er udgået på det danske marked, idet stoffet blev forbudt i 1996. Midlerne har dels været pulver (salt) og flydende middel (opløsning). Midlerne Alicep og Expander har desuden indeholdt andre aktive stoffer (Middeldatabasen, 2019). Oplysningerne om midler med chloridazon fremgår af TABEL 2.1.

TABEL 2.1 Midler med indhold af chloridazon (Middeldatabasen, 2019).

Middel	Distributør	Aktiv stof	Indhold		Formulering	Behandlingsindeks		Branche	Afgrøder
Alicep	BASF A/S	chloridazon	205	g/kg	Pulver			Landbrug	Spiseløg
		chlorbufan	196	g/kg					Blomsterløg
Expander	BASF A/S	chloridazon	240	g/l	Flydende middel	3,86	l/ha	Landbrug	Roer
		phenmedipham	120	g/l					
Pyramin FL	BASF A/S	chloridazon	350	g/l	Flydende middel	7,43	l/ha	Landbrug	Roer
									Rødbeder
Pyramin DF	BASF A/S	chloridazon	650	g/kg	Pulver	4,00	kg /ha	Landbrug	Roer
									Rødbeder
DLG Pyramin FL	Ikke oplyst	chloridazon	430	g/l	Flydende middel	6,05	l/ha	Landbrug	Roer

Det teoretiske potentiale for udvaskning af DPC fra en fladekilde er stort. Det teoretiske potentiale afhænger af anvendt middel, dosering, antal anvendte gange i en dyrkningssæson, omdrift og nettonedbør. For midlerne Pyramin FL, Pyramin DF og DLG Pyramin FL er doseringen af chloridazon den samme (2.600 g/ha) ved de i TABEL 2.1 angivne indhold og behandlingsindeks. Antages det, at alt chloridazon omsættes til DPC og udvaskes, bliver den teoretiske udvaskning af DPC for disse 3 midler 1.560 g/ha (der er korrigeret for reduceret molvægt ved nedbrydning fra chloridazon til DPC) ved 1 behandling pr. vækstsæson. Koncentrationen af DPC i grundvandet vil afhænge af nettonedbøren. Ved en nettonedbør på 400 mm (vestlige Danmark) og 200 mm (østlige Danmark) bliver koncentrationen af DPC i grundvandet i gennemsnit hhv. 427 µg/l og 854 µg/l. Generelt dyrkes afgrøder i omdrift, således at en afgrøde som roer kun dyrkes med års mellemrum på den enkelte mark, hvor der de mellemliggende år dyrkes andre afgrøder som f.eks. korn, hvor der ikke bruges midler med chloridazon. Antages der omdrift hvert 4. år (der dyrkes roer hvert 4. år) bliver den gennemsnitlige koncentration af DPC 107 µg/l og 214 µg/l ved en nettonedbør på hhv. 400 og 200 mm. De beregnede teoretiske koncentrationer for udvaskning fra en fladekilde er meget højere end aktuelle fund i grundvandet (se kapitel 3 og 4). Derfor vurderes det, at dette udvaskningspotentiale er urealistisk, og at der sker en betydelig fjernelse af chloridazon og DPC i marken ved bl.a. optag i afgrøder, omsætning og nedbrydning i muldrag mv., således at udvaskningen fra fladekilder har været flere størrelsesordener lavere end det teoretiske potentiale.

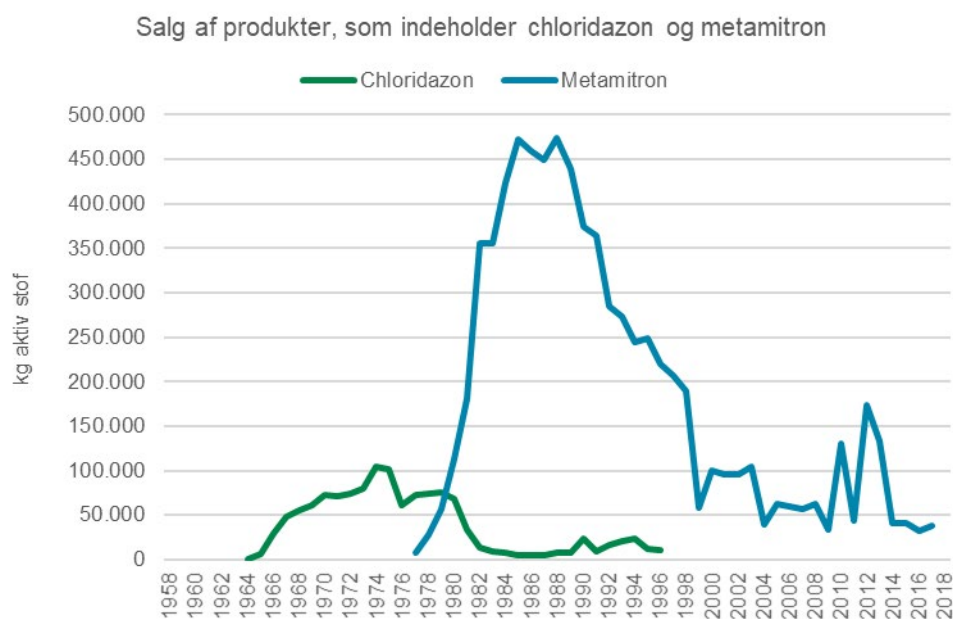
Stoffet chloridazon er blevet udviklet og solgt af kemivirksomheden BASF siden 1963. Det samlede salg har været 1.265.288 kg aktiv stof. Salget af chloridazon (kg aktiv stof) i Danmark fremgår af FIGUR 2.1.



FIGUR 2.1 Salg af chloridazon i perioden 1964 til 1996 (Pesticiddatabasen, 2019).

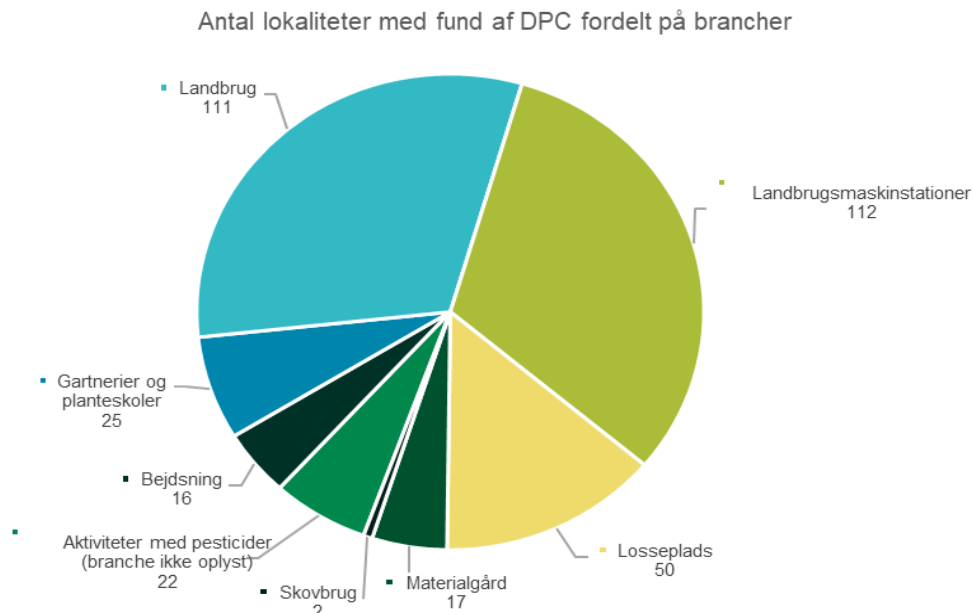
Salget er primært sket i perioden ca. 1970-1980 med mængder fra 60.000 kg/år til over 100.000 kg/år. Der var et markant fald i salget af chloridazon efter 1980 med en mindre stigning i salget igen fra i starten af 1990'erne, men blev udfaset i Danmark i 1996. Chloridazon har siden 2012 været omfattet af et besiddelsesforbud (Miljø- og Fødevareministeriet, 2012). Chloridazon er forbudt i en række EU-lande (PPDB, 2019).

Chloridazonprodukter er herbicider og "jordmidler", som hindrer spiring af en række arter af ukrudt, bl.a. flere græsser og vild havre (PPDB, 2019), men dækker ikke alle slags ukrudt. Midler med chloridazon har været brugt til dyrkning af løg (spise og blomsterløg), rødbeder og roer. Anvendelse af Pyramin m.fl. har været tilladt frem til 2 måneder før høst (Middeldatabasen, 2019). Interviews med landmænd og landbrugskonsulenter viser, at midler med chloridazon (Pyramin) bl.a. blev anvendt ved såning af roer, således at roerne ikke fik konkurrence af ukrudt ved spiring. Det oplyses desuden, at midlerne ikke var særlig effektive, og at de i stor udstrækning blev erstattet af midler med metamitron (Goltix m.fl.), som var mere bredspektret i forhold til bekæmpelse af ukrudt. Midler med metamitron blev markedsført fra slutningen af 1970'erne (Middeldatabasen, 2019) og introduktionen er sammenfaldende med et faldende salg af chloridazon. Kurven for salg af chloridazon og metamitron fremgår af FIGUR 2.2 (Pesticiddatabasen, 2019).



FIGUR 2.2 Salg af chloridazon og metamitron i perioden fra 1964 til 2017 (Pesticiddatabasen, 2019).

Midler med chloridazon har været anvendt af landbrug, maskinstationer og gartnerier. Regionerne har gennemført forureningsundersøgelser på mere end 350 lokaliteter, hvor der er påvist fund af DPC. Forurening med DPC konstateres hovedsageligt på lokaliteter med landbrug, og hvor der har været aktiviteter i forbindelse med maskinstationer. Årsagen kan være, at midler med chloridazon bl.a. har været anvendt i forbindelse med dyrkning af foderroer. Fordelingen på brancher er vist i FIGUR 2.3.



FIGUR 2.3 Fordeling af brancher på de i alt 355 undersøgte pesticidlokaliteter (Regionsdata)

Roer som foderafgrøder har primært været som grovfoder til kreaturer i forbindelse med mælkeproduktion. Der var tidligere et blandet dyrehold på landbrug, men med stigende industrialisering i 1960'erne og 1970'erne blev produktionen mere specialiseret i mælk/kvæg, svin osv. Dyrkningen af majs overtog gradvis roer som foderafgrøde fra starten af 1980'erne. Mælkepro-

ducenterne har primært været knyttet til de sandede jorder, hvorfor roer til foderafgrøder primært er blevet dyrket i Sønderjylland, Vestjylland, Himmerland og Nordjylland. Der er lokalt i delområder blevet dyrket roer til at fodre kreaturer i andre områder, bl.a. på Djursland og på nogle øer f.eks. Aarø.

Udover foderroer, har midler med chloridazon også været anvendt til dyrkning af roer til sukkerproduktion. Produktionen af sukkerroer i perioden 1963-1996 er primært sket på Syd-og Vestsjælland, Lolland, Falster, Møn og Fyn. Produktionen har været afhængig af afstanden til sukkerfabrikker og saftstationer, hvor roer kunne indleveres til produktionen. Der er fortsat sukkerfabrikker i Nykøbing og Nakskov og tidligere i Assens (lukket 2006), Odense (lukket 1970), Gørlev (lukket 2000), Sakskøbing (lukket 1991) og Stege (lukket 1989) (Nielson, 2019 og Videncenter for Jordforurening, 2013). Flere sukkerfabrikker havde saftstationer tilknyttet, hvor roerne blev indleveret, vasket og presset, hvorefter saften blev transporteret til raffinering på fabrikkerne. De fleste saftstationer ophørte inden midler med chloridazon blev anvendt, men saftstationer i Mern (Region Sydsjælland) og Kolding (Region Syddanmark) var i drift frem til hhv. 1976 og 1970. Oversigt over sukkerfabrikker og saftstationer i Danmark fremgår af TABEL 2.2.

TABEL 2.2 Oversigt over sukkerfabrikker og saftstationer i Danmark (Videncenter for Jordforurening, 2013)

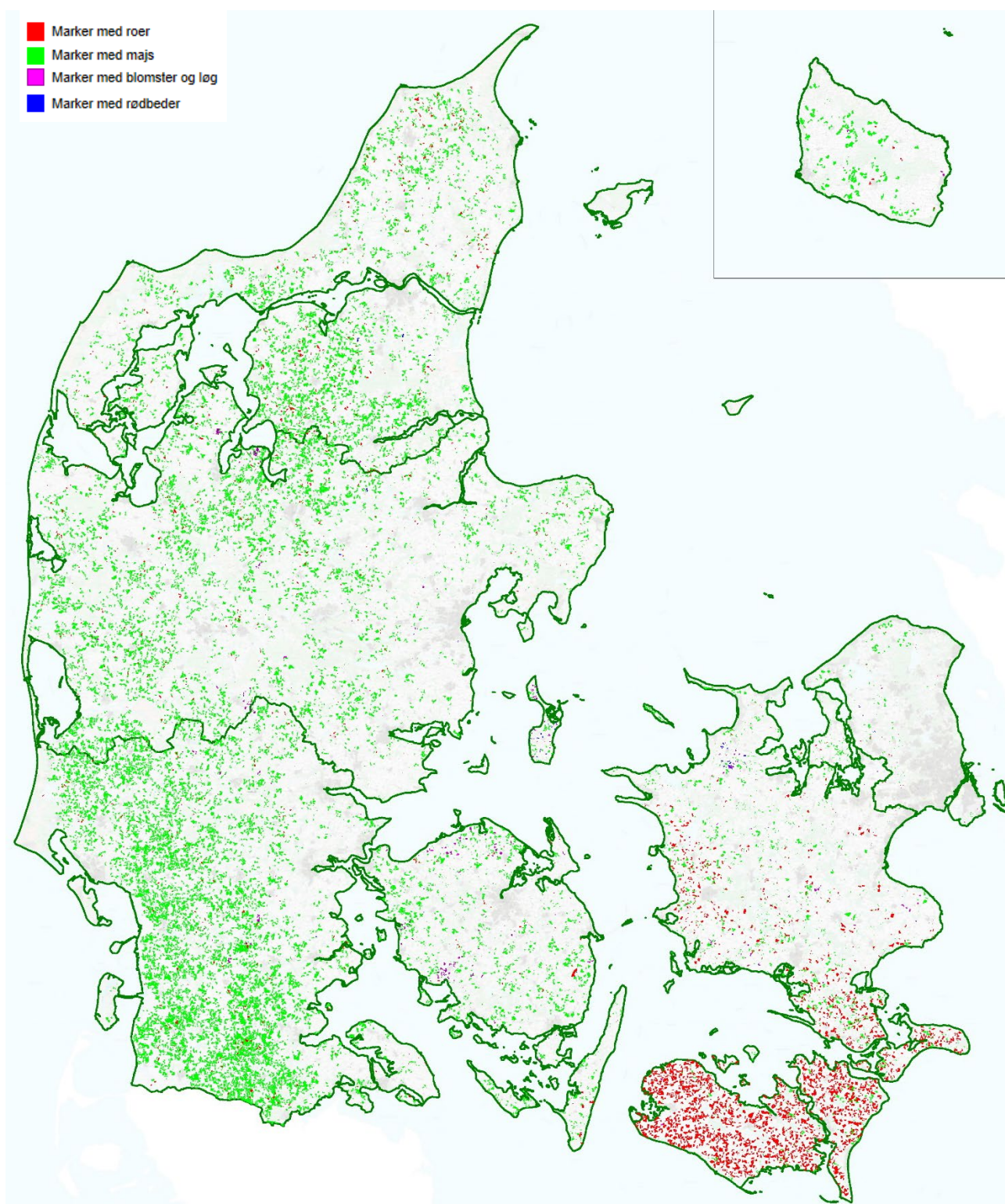
Sukkerfabrik	Driftsperiode	Saftstationer	Driftsperiode
Region Syddanmark			
Assens	1884-2006	Én ved fabrikken	-
		Kolding	1899-1970
		Salbrovad	1884-1951
		Haarby	1884-1920
		Uglebjerg	1884-1912
Odense	1873-1970	Én ved fabrikken	-
Region Sjælland			
Gørlev	1912-2000	Én ved fabrikken	-
Stege	1884-1989	Én ved fabrikken	-
		Mern	1902-1976
		Damme	1884-1928
		Damsholte	1884-1949
		Pollerup	1884-1936
		Holme	Ca. 1900-1950
Nykøbing Falster	1884-d.d.	Én ved fabrikken	-
Saxkjøbing	1910-1991	Én ved fabrikken	-
Maribo	1897-1962	Én ved fabrikken	-
		Én ved fabrikken Stokkemarke	-
Højbygaard	1873-1960	Én ved fabrikken	-
Nakskov	1882-d.d.	Én ved fabrikken	-
		Horslunde	1882-1959
		Majbølle	1882-1958
		Græshave	1882-1956
		Vesterborg	1882-1956
		Stokkemarke	1882-1898

Midlet Alicep (indeholder chloridazon) har været anvendt til dyrkning af løg og blomsterløg (Middeldatabasen, 2019). I forbindelse med regionernes undersøgelser af punktkilder viser erfaringer herfra, at forurening med chloridazon også påvises i forbindelse med gartnerier, hvor løg og blomster (blomsterløg) har været dyrket på friland. Der er bl.a. påvist forurening med nedbrydningsprodukter af chloridazon ved undersøgelser i et område ved Odense, hvor der er mange gartnerier.

Produktet Pyramin har desuden været anvendt til rødbeder (Middeldatabasen 2019). Dyrkning af rødbeder har været en særlig specialiseret produktion, som er blevet dyrket i mindre områder, primært på Samsø.

Oversigt over afgrøder (markblokke) i år 2014 for roer, rødbeder, løg, blomsterløg og majs fremgår af FIGUR 2.4. Majs er taget med, da denne afgrøde har erstattet roer som foderafgrøde.

FIGUR 2.4 viser, at i 2014 primært blev dyrket roer på Lolland, Falster, Møn og Sydsjælland. Figuren viser ikke tidligere dyrkning af roer i stort omfang på Vestsjælland, Fyn og ved Kolding i Jylland, da produktionen var ophørt før 2014, da der ikke længere var sukkerfabrikker og saftstationer. Figuren viser, at der i 2014 blev dyrket majs i store dele af Jylland. Majs har erstattet roer som foderafgrøde, og dermed en indikation på, hvor der tidligere kan have været dyrket roer. Der er dog en større produktion af majs i Sønderjylland, som eksporteres som energiafgrøder til Tyskland. Desuden viser figuren produktion af løg, blomsterløg og rødbeder, som generelt er afgrænset til mindre områder på Fyn, Sjælland og Samsø.



FIGUR 2.4 Oversigt over udvalgte afgrøder fordelt på markblokke (Landbrugsstyrelsen, 2014)

3. Erfaringsopsamling med fund af DPC

Moderstoffet chloridazon findes generelt meget sjældent ved analyse af grundvand ifm. undersøgelser af punktkilder, grundvandsmonitoring eller kontrol af indvindingsboringer. Chloridazon indgik i perioden 1998-2003 i den nationale grundvandsovervågning, GRUMO. Chloridazon indgik endvidere fra 1997 i boringskontrol for vandværker som supplerende analyseprogram, såfremt der var særlig mistanke om anvendelse af midler med chloridazon i oplandet til vandværket (Miljøstyrelsen, 1997). Der blev udført ca. 9.000 analyser af grundvand for chloridazon i perioden 1996-2012 i forbindelse med grundvandsovervågningen (GRUMO) samt boringskontroller fra indvindingsboringer, hvor der ikke blev påvist fund af chloridazon i væsentligt omfang. Der blev ikke analyseret for nedbrydningsprodukter ved de udførte analyser (GEUS, 2019a). Erfaringer fra Tyskland påviste heller ikke chloridazon i grundvandet (Bayerischen Landesamtes für Umwelt, 2008).

Erfaringer fra undersøgelser ved pesticidpunktkilder viser ligeledes, chloridazon oftest ikke påvises i væsentligt omfang i grundvandet. I enkelte tilfælde er chloridazon blevet påvist ved punktkilder i terrænnært grundvand under reducerede forhold. Der er bl.a. blevet påvist indhold af chloridazon på en lokalitet (maskinstation) på Fyn i koncentrationer op til 10 µg/l i vandprøver udtaget fra terrænnært morænelerdække. Vandprøverne indeholdte også DPC i samme koncentrationsniveau. Vandprøver fra underliggende sekundært magasin ved lokaliteten viste meget lave indhold af moderstoffet chloridazon, som ikke forekom nedstrøms i faneområde med DPC (Region Syddanmark, 2017). Generelt viser erfaring fra undersøgelser, monitoring mv., at DPC påvises i højere koncentrationer end MDPC. Ofte påvises der alene DPC. Ved mange af regionernes forureningsundersøgelser er der dog kun udført analyse for det primære nedbrydningsprodukt DPC.

Flere vandforsyninger gennemførte i 2017 analyser af råvand fra indvindingsboringer på baggrund af bl.a. fund ved punktkilder. Der blev bl.a. påvist forurening med DPC i vandværksboringer ved Esbjerg, Slagelse og Odense. En betydelig andel af danske vandværker har efterfølgende analyseret for DPC og MDPC. Fra november 2017 var nedbrydningsprodukterne analyseparametre i vandværkernes boringskontrol (Miljø- og Fødevareministeriet, 2017).

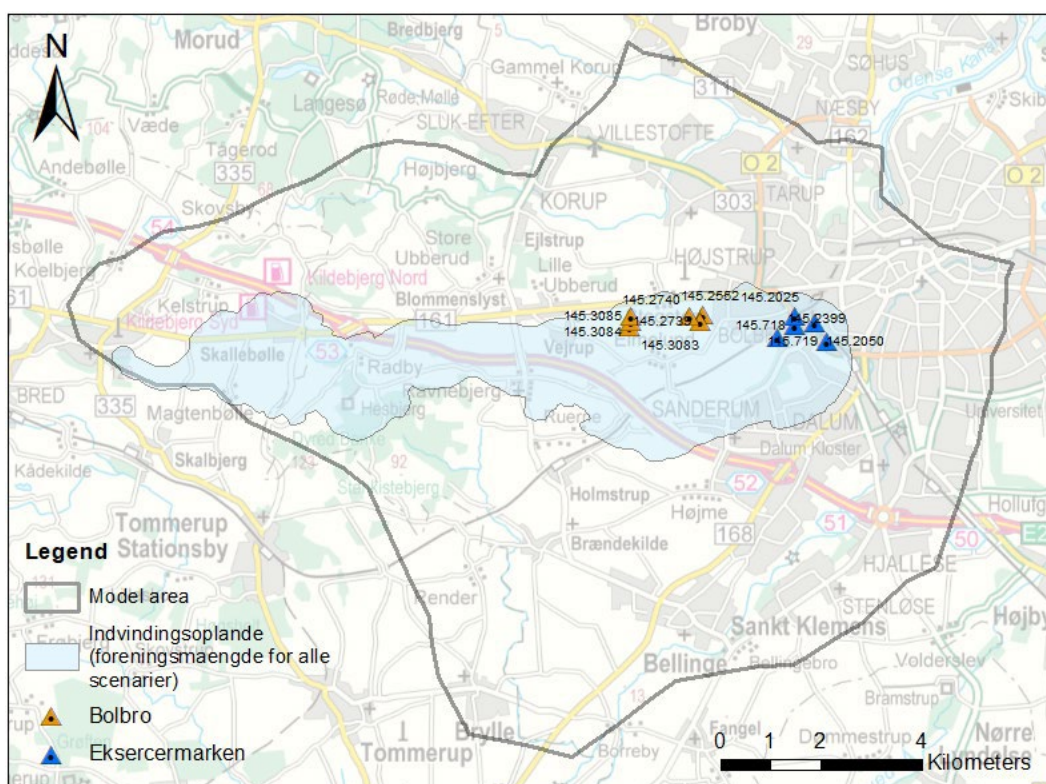
Der foreligger dog kun få større undersøgelser, hvor der er udført analyser og/eller vurderinger af sammenhæng mellem forurening ved både punktkilder, fladekilder og i indvindingsboringer inden for samme indvindingsopland. I det følgende er flere af disse projekter beskrevet.

3.1 Modelberegning for indvindingsoplande ved Bolbro og Eksercermarken

Vandcenter Syd har gennemført et partnerskabsprojekt sammen med Region Syddanmark, Odense Kommune og GEUS. Partnerskabsprojektet omfattede bl.a. en vurdering af risikoen for forurening af dybereliggende grundvandsmagasiner. GEUS udførte dette ved opstilling af en hydrogeologisk model, som dækker et 149 km² morænelandskab ved Odense, hvor indvindingsoplandene for kildepladserne Bolbro og Eksercermarken er beliggende. Der er blevet påvist DPC i en stor del af boringerne på de to kildepladser (GEUS, 2019d). Bolbro Kildeplads har en indvindingstilladelse på 1,4 mio. m³/år, mens Eksercermarken har en indvindingstilladelse på 1,2 mio. m³/år (Vandcenter Syd, 2015).

Projektet omfattede partikelbaneberegninger af 83 udvalgte forureningspunktkilder beliggende i modelområdet. Punktkilderne er kortlagt på V1 og V2 iht. Jordforureningsloven og omfatter både traditionelle punktkilder med chlorerede opløsningsmidler, oliestoffer, lossepladser mv., men også pesticidpunktkilder og frugtplantager. For V2-lokaliteter indgik de målte koncentrationer i risikovurderingen, mens vurdering for de V1 kortlagte var baseret på teoretiske værdier for konkrete kildetyper og brancher. 22 fiktive pesticidpunktkilder blev indbygget i modelarbejdet. De 22 fiktive lokaliteter var placeret, hvor det jf. tidligere luftfotos fremgik, at der har været landbrug, gartneri, frugtplantager eller lignende. For de fiktive punktkilder er der udført beregninger ved en kildestyrke på 1.000 µg/L (worst-case) og 100 µg/L (mildt scenarium).

Yderligere indgik en stor fladekilde i analysen (område med mange markarealer, hvor der hovedsageligt dyrkes roer). Det blev på baggrund af partikeltransportsimuleringer udvalgt 17 forureningskilder (inkl. fiktive pesticidpunktkilder og fladekilden), hvor der blev udført reaktiv stoftransportmodellering, hvor man tog hensyn til geologisk heterogenitet, sorption og evt. nedbrydning (oliestoffer) (GEUS, 2019d). Modelområde, indvindingsoplande og placering af boringer/kildepladser fremgår af FIGUR 3.1.

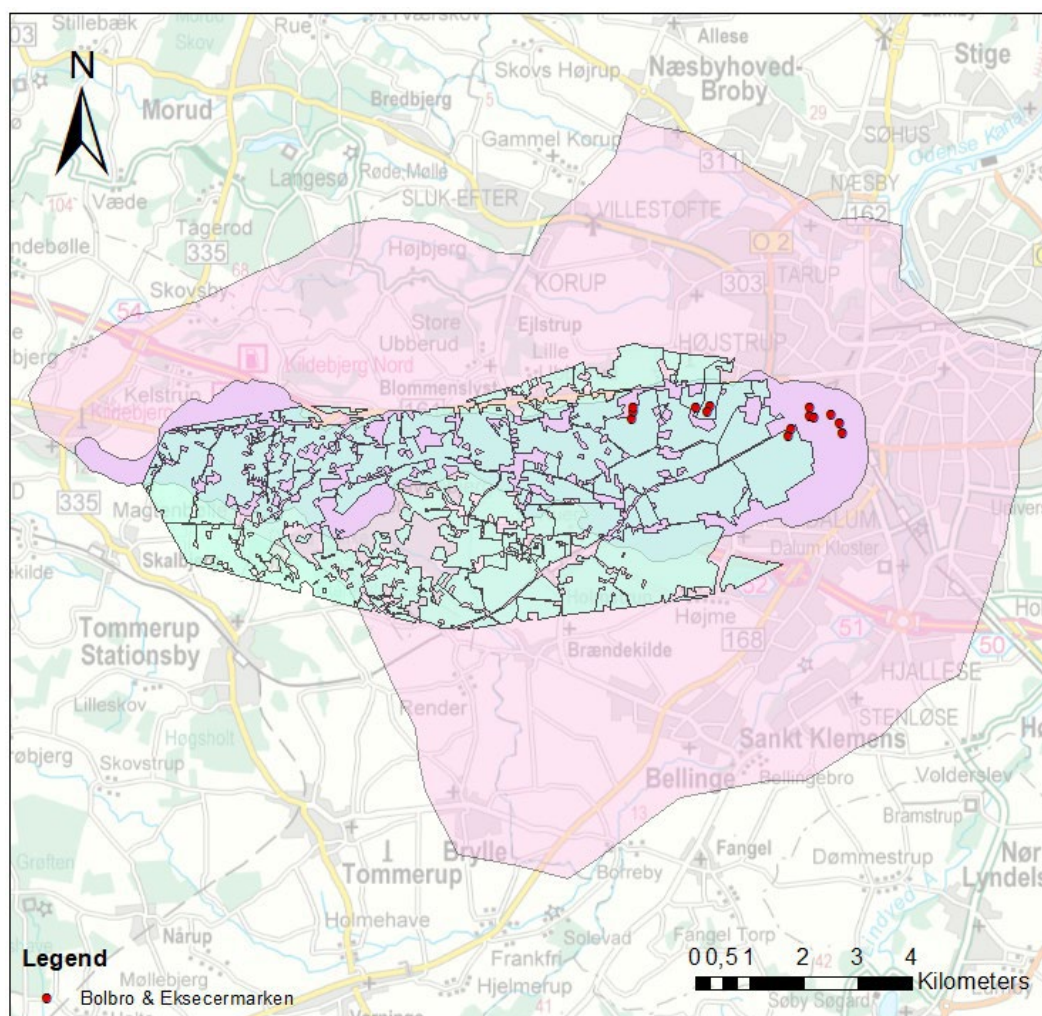


FIGUR 3.1 Modelområdet for den hydrogeologiske model, samlede indvindingsoplande og kildepladser for Bolbro og Eksercermarken kildepladser (GEUS, 2019d).

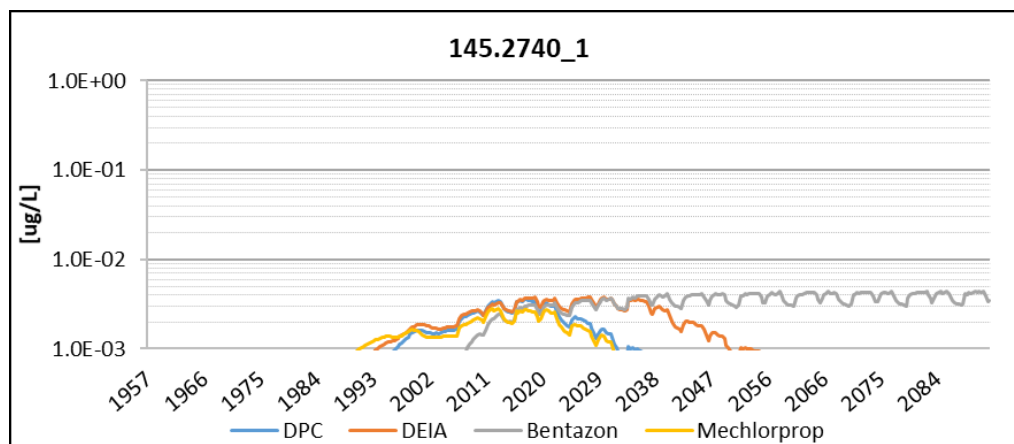
Modellsimuleringen blev udført for relevante parametre som chlorerede opløsningsmidler, oliestoffer og pesticider. For pesticider var bentazon, DEIA (nedbrydningsprodukt af triaziner), mechlorprop (MCP) og DPC udvalgt som relevante modelstoffer. Der var særlig fokus på DPC, da der tidligere har været dyrket mange roer i området, og fordi DPC i 2017 blev påvist i mange af indvindingsboringerne. DPC indgik ved simulering af både punktkilder (V2-kortlagte og fiktive) og den store fladekilde (marker med viden om dyrkning af roer). Punktkilderne var "sprøjtehåndteringspladser" på 50 m² med en koncentration af DPC på 1.000 og 100 µg/l for hhv. et "worst case" og et "mildt" scenarium (GEUS, 2019d).

Nedbrydning af DPC i grundvandsmagasinet blev ikke medtaget i modellen. Driftstiden for starthåndtering (punktkilder) af chloridazon blev sat til 1964, svarende til perioden, hvor midler

For fladekilden blev det antaget, at dyrkning af roer skete med omdrift hvert fjerde år og en behandlingshyppighed på én gang pr. dyrkningssæson (dvs. markerne blev sprøjtet med chloridazon hver fjerde dyrkningssæson). Som udgangspunkt blev doseringsvejledningen for forskellige midler med chloridazon (middelværdi) anvendt med en dosering af 2.182 g chloridazon pr. ha. Det blev antaget, at alt chloridazon blev omsat til DPC, og at der ikke forekom omsætning til MDPC. Det blev antaget, at 20% og 2% af doseringen blev udvasket til jordmiljøet i hhv. "worst case" og et "mildt" scenarium. Med inddragelse af massereduktion ved nedbrydning fra chloridazon til DPC (phenylgruppen mineraliseres) bliver kildestyrken på 28.663 µg/m² (20%) og 2.866 µg/m² (2%). Drift af fladekilden blev antaget til at være perioden 1966 -1980 på arealer, hvor der har været dyrket roer. Arealer med dyrkning af roer fremgår af FIGUR 3.2, og udgør en betydelig andel af indvindingsoplandene til de to kildepladser. Der blev gennemført forskellige beregningsscenarier med varierende indvinding (2,4 – 3,8 mio. m³/år) frem til år 2100 (GEUS, 2019d).

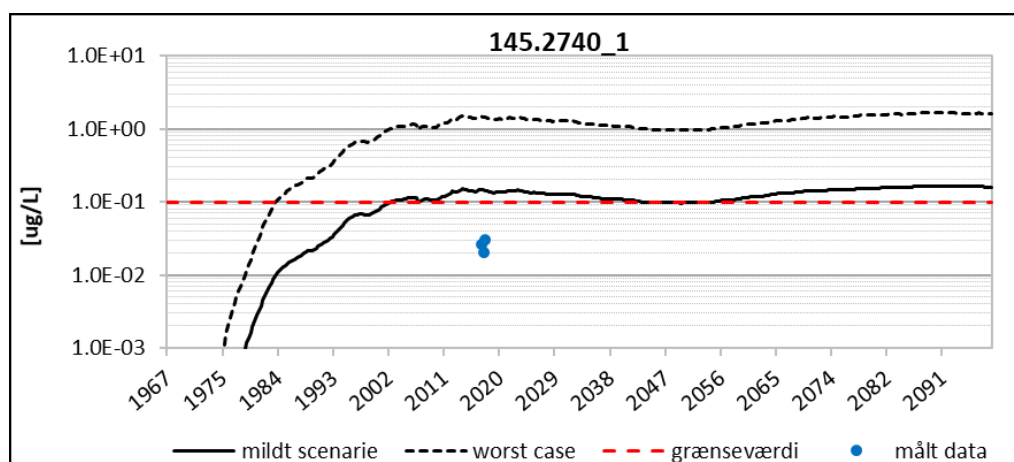
Miljøstyrelsen / Desphenyl-chloridazon – punktkilde eller fladekilde **19**

Modelberegningerne viste, at ingen af de fiktive pesticidpunktkilder vil påvirke indvindingsboringer i koncentrationer, som overskrider drikkevandskriteriet. Eksempler på gennembrudskurver for pesticider fra en fiktiv punktkilde i en indvindingsboring fremgår af FIGUR 3.3 (GEUS, 2019d).



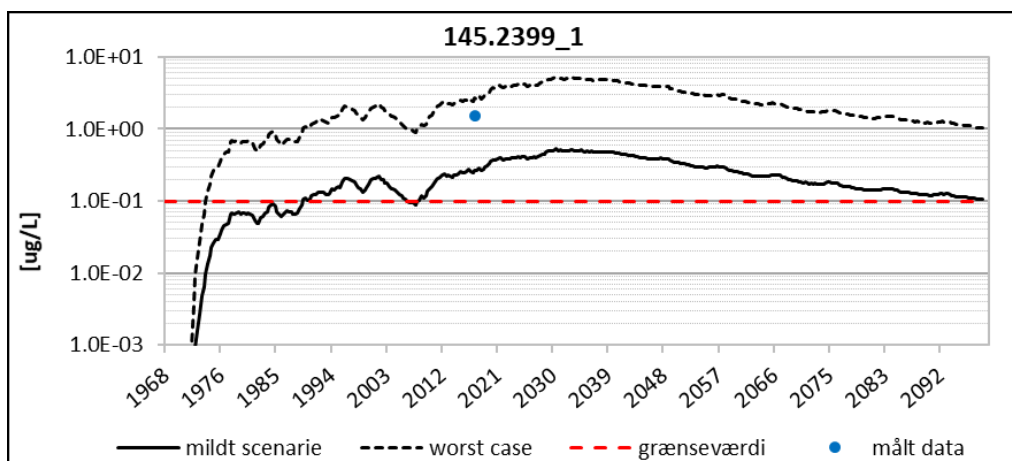
FIGUR 3.3 Eksempler på gennembrudskurver (punktkilde) for en indvindingsboring til Bolbro Vandværk (GEUS, 2019d).

Modelberegning for fladekilden (roemark) viste, at udvaskning af DPC påvirkede indvindingsboringerne ved "worst case" scenariet i koncentrationer over 1,0 µg/l (> 10 x drikkevandskriteriet), mens "det milde" scenarium viste overskridelser over grundvandskvalitetskriteriet (0,1 µg/l). Eksempler på gennembrudskurver for DPC fra en fladekilde i en indvindingsboring fremgår af FIGUR 3.4 (GEUS, 2019d).



FIGUR 3.4 Eksempler på gennembrudskurver for DPC fra en fladekilde for en indvindingsboring til Bolbro kildeplads (GEUS, 2019d).

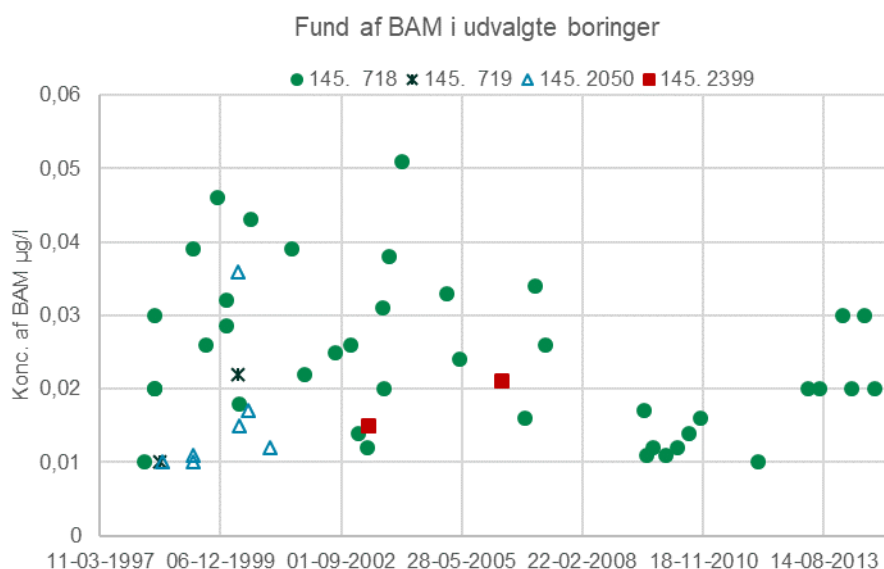
Beregningerne blev holdt op med målinger for DPC (udført fra 2017). I nogle tilfælde var de målte koncentrationer på niveau med eller større end de beregnede værdier for det milde scenarium illustreret ved FIGUR 3.5 (GEUS, 2019d).



FIGUR 3.5 Eksempler på gennembrudkurver for desphenyl-chloridazon fra en fladekilde for en indvindingsboring til Eksercermarken kildeplads (GEUS, 2019d).

Simuleringerne viste generelt, at fladekilden (i modsætning til de udførte modelberegninger for pesticidpunktkilder, lossepladser og fiktive pesticidpunktkilder) kan medføre overskridelser af grundvandskvalitetskriteriet i indvindingsboringerne. GEUS anfører, at de udførte modelsimuleringer er behæftet med betydelige usikkerheder, men vurderede, at alene fladekilder kan give anledning til fund af DPC påvist i indvindingsboringerne i 2017. GEUS anfører, at hvis de påviste indhold skulle have ophav i punktkilder, *"ville det kræve, at der lå mange punktkilder placeret hensigtsmæssigt omkring indvindingsboringerne, samt at kildestyrken var højere, end der er anvendt her"* (i modelsimuleringerne). Det anføres dog, at det ikke kan udelukkes, at forureningen med DPC i visse tilfælde kan skyldes en kombination af flade- og punktkilder. Modelsimuleringerne viste desuden, at forurening med DPC i indvindingsboringerne vil fortsætte mange år ud i fremtiden, og at koncentrationer i mange tilfælde vil stige frem mod år 2100 (GEUS, 2019d).

På baggrund af et udtræk fra Jupiter fremgår det, at der hovedsageligt er konstateret fund af BAM i fire af boringerne på de to kildepladser (se FIGUR 3.6). Efter 2014 er der ikke længere konstateret BAM i boringerne på de to kildepladser. De lave niveauer af BAM over så lang tid viser at magasinet er sårbart og dermed kan påvirkes af fladekilder (Miljøstyrelsen, 2013).



FIGUR 3.6 Fund af BAM i udvalgte boringer ved Bolbro Kildeplads og Eksercermarken kildeplads

Der er konstateret DPC i 9 ud af 11 indvindingsboringer (indvindingsboringer fremgår af figur 3.1 og 3), hvor der er overskridelse af grundvandskvalitetskriteriet i 5 af boringerne, heraf en som overskrider kriteriet med en faktor 12. Der er således stor variation i koncentrationsniveau for DPC imellem boringerne fra ikke påvist og op til 1,5 µg/l. Endelig har der været to enkeltfund af 4-nitrophenol og DEIA. Der er ikke sammenhæng mellem de boringer, hvor der er fund af DPC over grundvandskvalitetskriteriet i forhold til, hvorvidt der tidligere er konstateret BAM eller ej.

Der er i nedenstående boks foretaget en vurdering i forhold til de indikatorer, som Miljøstyrelsen udarbejdede i 2013. Resultaterne fra projektet og vurdering af indikatorerne fra 2013 indgår i en samlet diskussion i afsnit 4.

Vurdering i forhold til Miljøstyrelsens indikator i bilag 1 (Miljøstyrelsen, 2013)

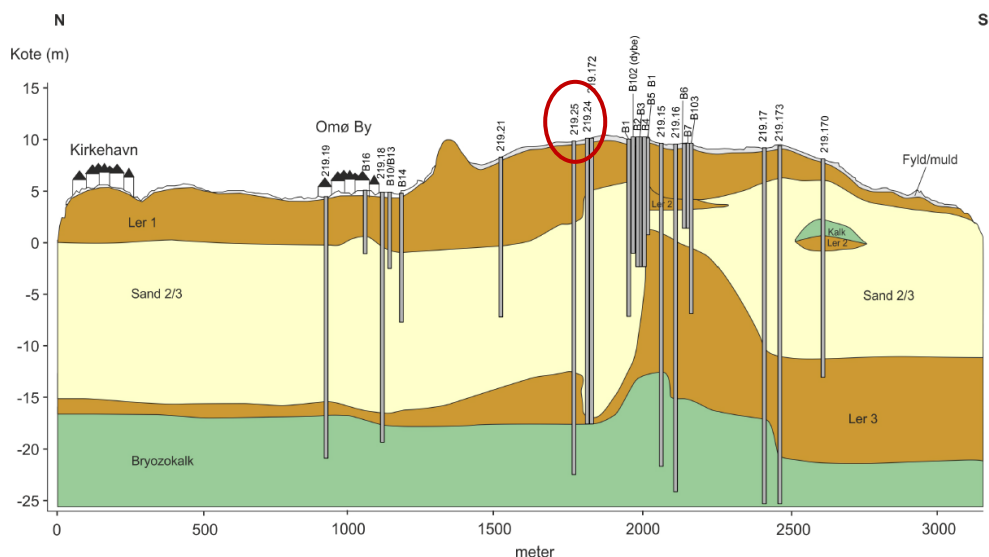
Modellsimuleringerne viser, at der kan være tale om en fladekilde, som er årsag til fund af DPC i indvindingsboringerne på kildepladsen. Dette underbygges af, at der stort set kun har været fund af BAM tidligere, som ofte kan henføres til en fladekilde i disse niveauer. Forurening med BAM og DPC er formodentlig ikke fra samme fladekilder, da midler til moderstoffet BAM blev anvendt til ukrudtsbekæmpelse på grusbelagte gårdspladser, offentlige arealer o.l. mens midler med chloridazon er blevet anvendt på dyrkede marker. De store forskelle i koncentrationsniveau for DPC imellem indvindingsboringerne indikerer dog, at punktkilder alligevel kan være en betydelig kilde til forureningen, primært de mest påvirkede boringer.

3.2 Fladepåvirkning på Agersø og Omø

Region Sjælland har på Agersø og Omø foretaget opsporing ved interview og arkivgennemgang samt indledende undersøgelser på hhv. 16 og 10 mulige lokaliteter for punktkildeforurening (Region Sjælland 2019a og 2019b). Det primære fokus har været OSD-områder på begge øer. Området til undersøgelsen på Agersø blev dog udvidet mod syd, da pejling viste et højerestående vandspejl med en potentiel nordvestlig strømningsretning. Se nedenstående FIGUR 3.7 for en oversigt over begge øer. Der er foretaget partikelbanesimuleringer, logning af vandspejl med diverse mv. til at understøtte de samlede risikovurderinger for indvindingen og ressourcen på øerne.



FIGUR 3.7 Agersø (til venstre) og Omø (til højre) med område med særlige drikkevandsinteresser, OSD (blåt område), indvindingsopland (blå linje) og indvindingsboringerne samt udvidet undersøgelsesområde på Agersø (rød linje), (Region Sjælland 2019a og 2019b)



FIGUR 3.9: Konceptuel model for Omø nord-syd. Indvindingsboring 219.24 med fund af DPC samt den nærliggende boring 219.25 er markeret med rød ring (Region Sjælland 2019b).

Vandværket på Omø indvinder fra tre borer. Boring 219.24 og 219.172 henter vand fra Sand 3 magasinet og boring 219.25 fra bryozokalken (se FIGUR 3.9). Kalkmagasinet adskilles fra Sand 3 af et lerlag på ca. 5 m. Der er blevet gjort fund af DPC på 0,24 µg/l og MDPC på 0,12 µg/l i boring 219.24. Der er ikke fundet forurening i boring 219.25 på trods af dens tætte placering på boring 219.24, hvilket kan skyldes det beskyttende lerlag imellem Sand 3 og kalken. Da der ikke er konstateret væsentlig forurening med DPC på de nærliggende lokaliteter med pesticidpunktkilder, vurderes det, at forureningen må stamme fra en fladekilde (Region Sjælland 2019b). Regionen har gennemført undersøgelse på alle potentielle lokaliteter i nærheden af indvindingsboringerne.

Indikationen på, at de påviste forureninger i de to indvindinger vurderes at kunne henføres til en fladekilde, underbygges af en simpel og konservativ beregning. Koncentrationer af DPC (og MDPC) fra vandværksboringerne, der ved de seneste målinger overstiger grundvandskvalitetskriteriet, multipliceres med indvindingen fra den forurenede indvindingsboring for at bestemme forureningsfluxen, som skal kunne bidrage til det konstaterede fund. Fluxen sammenholdes derefter med den årligt påførte mængde af f.eks. Pyramin, hvor aktivt stoffet er chloridazon (Middeldatabasen, 2019), for at bestemme hvilken procentdel, der må være blevet udvasket til grundvandet for at kunne give den beregnede flux. Data og udregninger for de indvindingsboringer er vist i TABEL 3.1.

TABEL 3.1 Samlede koncentrationer for DPC og MDPC, årlig flux samt andelen fluxen udgør af den årligt påførte mængde pesticid for hhv. Agersø og Omø.

	Konc. i indvindingsboring	Indvinding i boring	Flux	Andel af udvasket aktivstof ved behandling med Expander* på 1 ha. mark
Agersø	0,35 µg/l	5.000 m ³ /år	1,75 g/år	0,07 %
Omø	0,36 µg/l	2.030 m ³ /år	0,73 g/år	0,03 %

*Dosering med Pyramin er 2.629 g chloridazon pr. ha jf. TABEL A2.1 i appendiks 2.

Denne konservative udregning viser, at der kun skal udvaskes en meget lille andel af aktivstoffet i forbindelse med den regelrette anvendelse på markerne, for at kunne bidrage med de målte koncentrationer i de to indvindingsboringer. Der er valgt at se på udvaskningen pr. ha, da der er tale om en meget lille indvindingsmængde. Der foreligger oplysninger om, at der på Omø har været dyrket roer på den mark, som ligger lige i nærheden af indvindingsboringen.

Derfor er den samlede konklusion på undersøgelserne på de to øer, at de påviste fund af DPC og MDPC vurderes at stamme fra en fladekilde.

Der er i nedenstående boks foretaget en vurdering i forhold til de indikatorer, som Miljøstyrelsen udarbejdede i 2013. Resultaterne fra projektet og vurdering af indikatorerne fra 2013 indgår i en samlet diskussion i afsnit 4.

Vurdering i forhold til Miljøstyrelsens indikator i bilag 1 (Miljøstyrelsen, 2013)

I boringen på Agersø, hvor der er fund af DPC, er der også fund af CTA under grundvandskvalitetskriteriet. Ifølge Miljøstyrelsens indikatorer, er der én der peger på at fundene kan henføres til en fladekilde (Høj andel af metabolitter). Der er ikke tilstrækkelige analyser til at vurdere en tidlig udvikling og dermed er flere af indikatorerne ikke anvendelige. Derudover er der ingen nærliggende boringer til vurdering af en evt. horisontal eller vertikal variation.

Situationen er den samme på Omø, hvor der her dog kun er fund af DPC i en af boringerne og ingen andre stoffer. Her er derfor også kun indikator, der peger på en fladekilde samt ingen nærliggende boringer til vurdering af horisontal eller vertikal variation.

På baggrund af de gennemførte opsporingsprojekter og resultaterne herfra, vurderes fundene på begge øer at stamme fra en fladekilde.

3.3 Undersøgelser i indvindingsopland ved Læborg vandværk

Region Syddanmark har gennemført et partnerskabsprojekt sammen med bl.a. Vejen Kommune og Læborg Vandværk. Partnerskabsprojektet omfattede bl.a. opsporing og risikovurdering af pesticidpunktkilder til Læborg Vandværk beliggende i Vejen Kommune. Vandværket er et mindre privat vandværk med en indvindingstilladelse på 55.000 m³/år. Vandværkets indvinding sker fra to boringer placeret i en plantage ved Læborg. Boringerne indvinder fra et dårligt beskyttet magasin af smeltevandssand, og der er påvist nitrat og pesticider i råvandet - primært nedbrydningsproduktet BAM i koncentrationer mindre end drikkevandskriteriet (0,1 µg/l). Der er ikke blevet påvist DPC ved prøvetagning af råvand fra indvindingsboringerne (Region Syddanmark, 2019a).

Opsporingen af kilder til pesticidforurening i indvindingsboringer omfattede modelsimuleringer, udpegning af potentielle punktkilder ud fra gennemgang af historiske kilder, arkivmateriale, besigtigelser og personinterview, kemiske analyser af vand fra eksisterende boringer (primært markvandsboringer) samt indledende forureningsundersøgelser på fire udvalgte lokaliteter. Gennemgangen af kildemateriale, personinterviews mv. viste, at der i nærområdet ved vandværket har været plantage og dyrkning af juletræer, mens der generelt længere opstrøms i indvindingsoplandet har været landbrugsproduktion med bl.a. kvægavl, hvor dyrkning af roer var en vigtig foderafgrøde.

Udvælgelsen af lokaliteter til indledende forureningsundersøgelse af punktkilder skete på baggrund af kildemateriale, interviews og besigtigelser samt resultater af den indledende prøvetagning og analyser af vand fra eksisterende boringer. De udvalgte lokaliteter omfattede maskinstationer samt landbrugsejendomme med tidligere kvægavl (Region Syddanmark, 2019a).

I FIGUR 3.10 ses fund af DPC over detektionsgrænsen i vandprøver fra eksisterende boringer og udførte boringer ved undersøgelser af punktkilder vist samt boringer, hvor der ikke er konstateret indhold (Region Syddanmark, 2018).

Resultaterne viste, at der generelt er et meget lavt eller intet indhold af DPC i vandprøver fra grundvandsmagasinet. Ved prøvetagningerne af markvandsboringer (indvinder fra samme

Signaturer:

- Indvindingsboring
- Eksisterende boring, hvorfra der er udtaget vandprøve
- Udført boring

Påvist indhold af desphenyl-chloridazon [$\mu\text{g/l}$]

0,094

0,062

1,1

0,16

1,2

0,14

0,95

2

2,5

Læborg Vandværk

© SDFE

26 Miljøstyrelsen / Desphenyl-chloridazon – punktkilde eller fladekilde

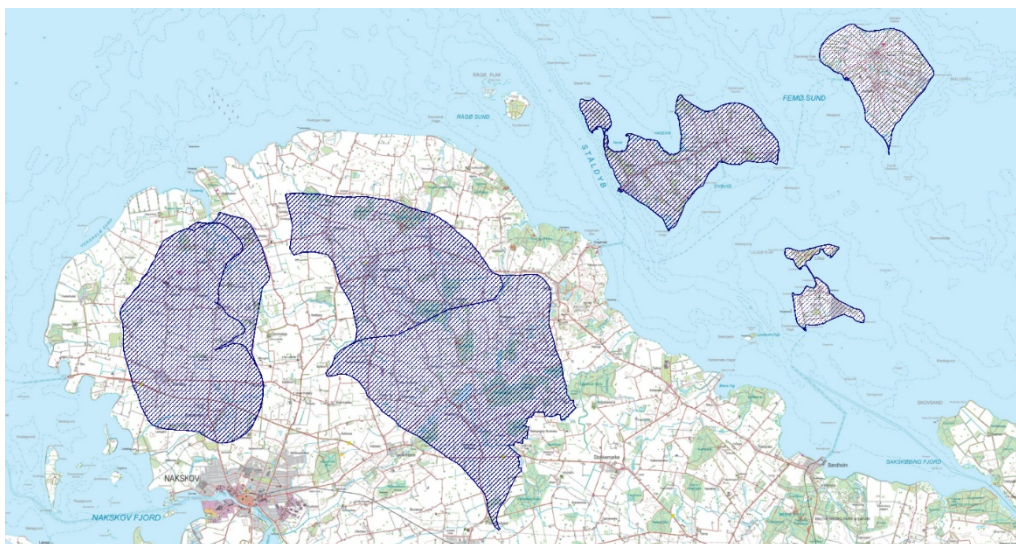
Der er i nedenstående boks foretaget en vurdering i forhold til de indikatorer, som Miljøstyrelsen udarbejdede i 2013 (se også bilag 1). Resultaterne fra projektet og vurdering af indikatorerne fra 2013 indgår i en samlet diskussion i afsnit 4.

Vurdering i forhold til Miljøstyrelsens indikator i bilag 1 (Miljøstyrelsen, 2013)

Der er primært fundet BAM i lave koncentrationer ($< 0,1 \mu\text{g/l}$) i vandværkets borer og samt et lavt indhold af hexazinon ($0,02 \mu\text{g/l}$). Der er ikke påvist DPC i indvindingsboringerne. Ifølge Miljøstyrelsens indikatorer vurderes det, at forurening i vandværkets borer skyldes fladekilder. Vurderingen inddrager ikke fund af DPC ved punktkilder i oplandet til vandværket, da der ikke er fund af DPC i vandværksboringerne.

3.4 Opsporing af pesticidpunktkilde på NV Lolland

Regionen igangsatte i 2017 et større projekt, hvor der foretages opsporing af potentielle pesticidpunktkilder på landbrug på NV Lolland, Fejø, Femø og Askø i en periode på fire år (Region Sjælland, 2019c). Området dækker over 134 km^2 og svarer samtidig til kortlægningsområdet udpeget af Naturstyrelsen. Området er vist i FIGUR 3.11.

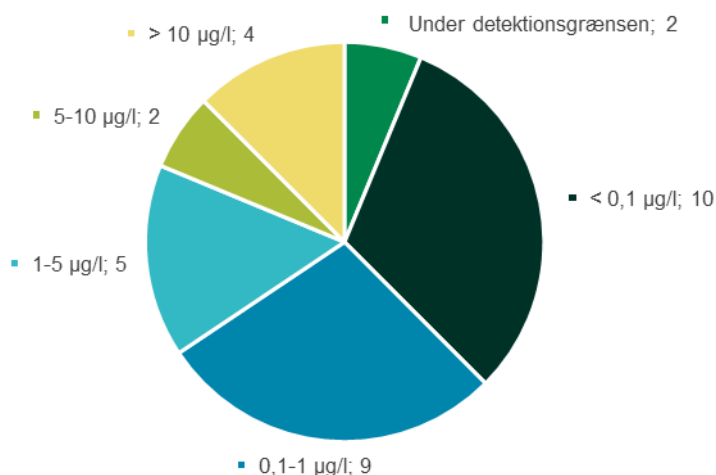


FIGUR 3.11 Området på NV Lolland og de tre øer, hvor der skal foretages opsporing af pesticidpunktkilder (Region Sjælland, 2019c)

Der er i alt gennemgået 144 landbrug på NV Lolland ved udgangen af 2019 og herefter resterer potentielle pesticidaktiviteter på de tre øer. Interview med grundejere og lokalkendte i området har vist, at man kun anvendte maskinstationer til sprøjtning frem til 1950'erne på Lolland. Herefter er det den enkelte landmand, der har sprøjtet selv, mens andre har indgået i et partnerskab med hinanden. Der er også flere landbrug, som har samme grundejer, hvorved disse er drevet sammen fra en fælles bedrift. I opsporingsarbejde har, udover grundejer og lokalkendte, VKST og DLS (viden- og rådgivningscentre) og Lolland Kommune bidraget til samarbejdet. Der er derudover løbende dialog med Miljøstyrelsen, som er i gang med at revurdere grundvandskortlægningen på NV Lolland.

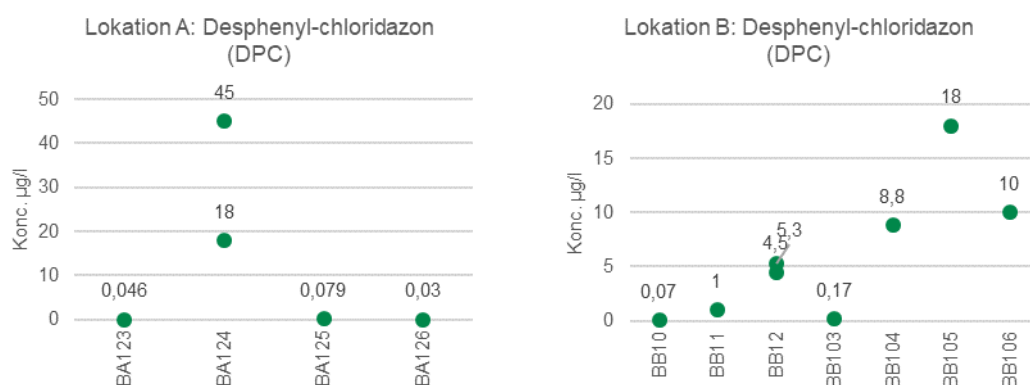
Der er indtil videre blevet udført 132 telefoninterviews og ud fra disse, er der gennemført 32 indledende undersøgelser. På FIGUR 3.12 kan fordelingen af de maksimale koncentrationer af DPC fra de indledende undersøgelser ses.

Makskoncentration af desphenyl-chloridazon (DPC)



FIGUR 3.12 Fordeling af makskoncentrationer af DPC på 32 lokaliteter på NV-Lolland efter de indledende undersøgelser (Region Sjælland, 2019c).

På ovenstående figur kan det ses, at den maksimale målte koncentration af DPC på 20 lokaliteter ligger over grundvandskvalitetskriteriet på 0,1 µg/l, når der foretages en summering. Kun på to lokaliteter er indholdet af DPC under detektionsgrænsen. På de to lokaliteter, hvor der er konstateret de højeste koncentrationer af DPC, herefter omtalt som lokalitet A og lokalitet B, er der konstateret koncentrationer på hhv. 45 og 18 µg/l (Region Sjælland, 2019c). Koncentrationerne fundet ved de to lokaliteter, som kan ses på FIGUR 3.13.



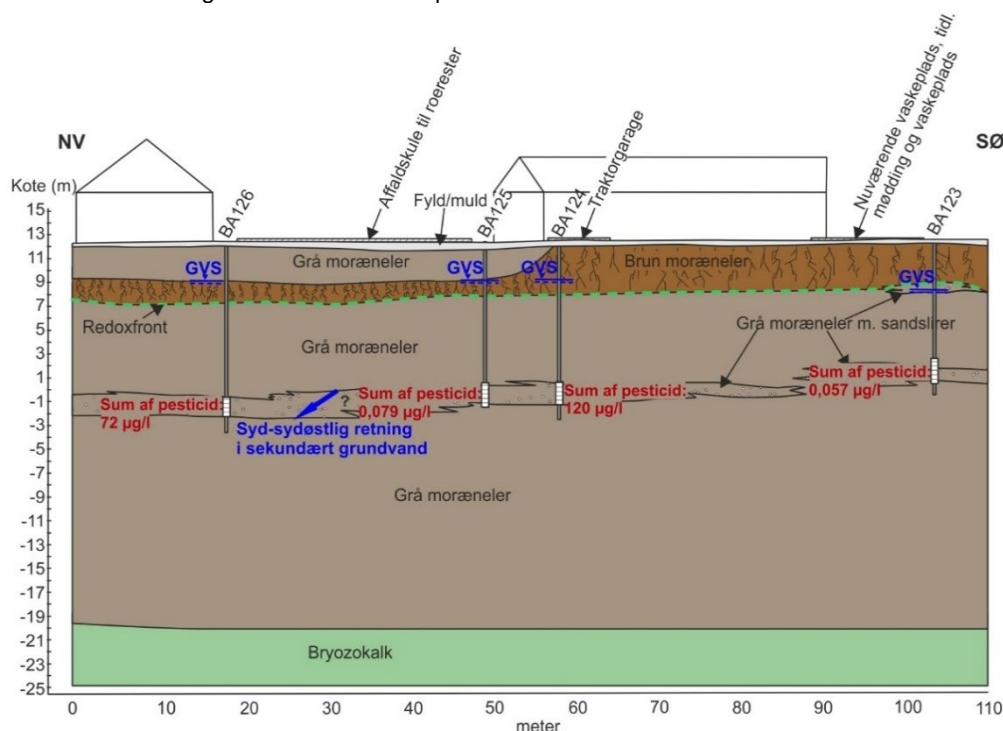
FIGUR 3.13: Koncentration af DPC for lokalitet A (til venstre) og koncentration af DPC for lokalitet B (til højre), (Region Sjælland, 2019c)

Hvis forureningen på en lokalitet vurderes at udgøre en potentiel grundvandsrisiko efter den indledende undersøgelse, vil den blive prioriteret til en videregående undersøgelse med henblik på en endelig afklaring af grundvandsrisikoen og dermed regionens videre indsats med henblik på at sikre grundvandet. Det er indtil videre vurderet, at der skal gennemføres 7-8 videregående undersøgelser på de indledende undersøgte lokaliteter.

Der er på lokalitet A konstateret pesticider på ejendommen, som overskrider Miljøstyrelsens grundvands-kvalitetskriterium for enkeltpesticider med op til en faktor 550 og for summen af pesticider på en faktor ca. 230. De højest målte koncentrationer udgøres af phenoxysyrer især MCP (mechloprop) og 2,4-DP (dichloprop) samt deres nedbrydningsprodukter. Der er derudover påvist et højt indhold af DPC. Forureningen med bl.a. DPC er konstateret omkring ind-

gangen til den tidligere traktorgarage på gårdspladsen. Den konstaterede forurening med pesticider på lokaliteten er efter den indledende undersøgelse vurderet til at udgøre en risiko for indvindingen til den nærliggende almene vandforsyning samt grundvandsressourcen i området.

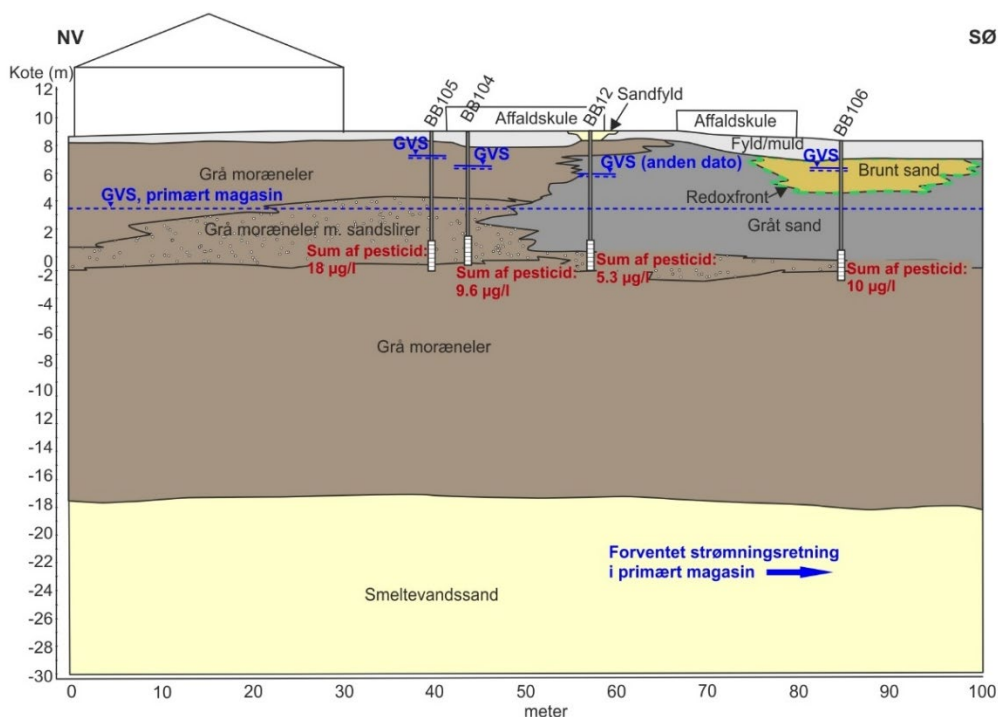
Regionen har derfor igangsat en videregående undersøgelse med det formål at kvantitativt tolke pesticidernes fordeling og spredningsveje, som skal føre til en risikovurdering samt danne grundlag til projektering af afværge. I FIGUR 3.14 er vist et geologisk profilsnit gennem lokaliteten med angivelse af summen af pesticider.



FIGUR 3.14 Profilsnit gennem lokalitet A (Region Sjælland, 2019c)

Der er konstateret pesticider på lokalitet B, som overskrider Miljøstyrelsens grundvandskvalitetskriterium for enkeltpesticider på op til faktor 180 og for summen af pesticider på op til faktor ca. 35. De højest målte koncentrationer udgøres i alle vandprøver af DPC. Der er herudover påvist mindre indhold BAM og mechlorprop (MCP) over grundvandskvalitetskriteriet samt en række andre enkelt pesticider på niveau med og under grundvandskvalitetskriteriet. Kilden til den konstaterede forurening med DPC vurderes i forbindelse med den indledende undersøgelse at være lokaliseret omkring to roekuler (Region Sjælland, 2019c).

Lokaliteten er beliggende indenfor OSD og indvindingsoplandet til et alment vandværk. Vandværkets nærmeste indvindingsboring er beliggende ca. 2.500 m fra lokaliteten. Med baggrund i en konservativ fluxberegning og en opblandet fiktiv indvinding, vil koncentrationen af DPC i det indvundne vand overskride Miljøstyrelsens grundvandskvalitetskriterium med en faktor 13,5. Der er en nedadrettet gradient imellem det sekundære og primære grundvand samt et morænelersdæklag på ca. 18 m. Det vurderes blandt andet derfor, at der, i forbindelse med den indledende undersøgelse på lokalitet B, er konstateret en forurening, som potentielt kan udgøre en risiko for grundvandsressourcen og vandindvindingen i området. Lokaliteten afventer i øjeblikket på at blive prioriteret til videregående undersøgelse (Region Sjælland, 2019c). I FIGUR 3.15 er vist et geologisk profilsnit gennem lokaliteten med angivelse af summen af pesticider.



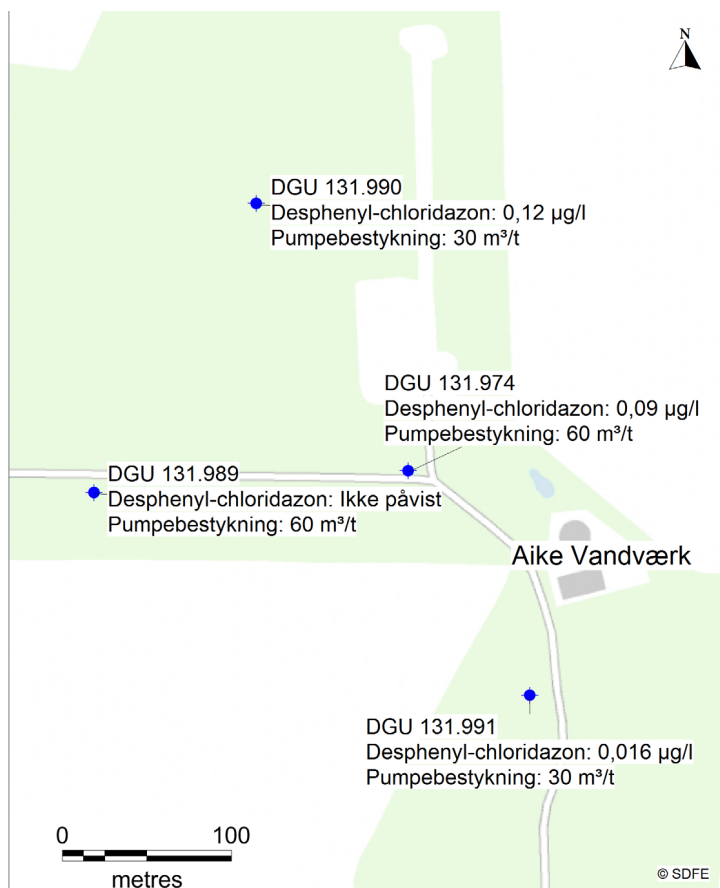
FIGUR 3.15 Profilsnit gennem lokalitet B (Region Sjælland, 2019c)

Geologien på Lolland er i høj grad præget af moræneler (GEUS, 2019e). Flere områder på både Fyn og i Sydøstjylland har en mere blandet geologi, hvor der foruden moræneler også findes bl.a. smeltevandssand, 2019e). Den geologiske variation kan muligvis forklare de markant højere koncentrationer af DPC fundet på NV-Lolland sammen med, at dyrkning af roer er og har været meget udbredt på Lolland.

Resultaterne fra projektet indgår i en samlet diskussion i afsnit 4.

3.5 Punktkildeundersøgelser i oplandet til Aike Vandværk

Region Syddanmark har gennemført et partnerskabsprojekt sammen med bl.a. Esbjerg Kommune og DIN Forsyning. Partnerskabsprojektet omfattede bl.a. opsporing og risikovurdering af pesticidpunktkilder i oplandet til Aike Vandværk. Vandværkets indvinding sker fra 4 borer placeret i en plantage ved Gørding i Esbjerg Kommune, og vandværket har en indvindingstilladelse på 500.000 m³/år. Boringerne indvinder fra et dårligt beskyttet magasin, som er knyttet til en prækvartær begravet dal med interglaciale marine aflejringer primært sand og grus med overliggende smeltevandssand, hvor der stedvis er tynde lerlag og stedvis morænelerdække. Der blev i 2011 påvist nedbrydningsproduktet BAM i den nordligste af vandværkets 4 borer (131.990) i koncentrationer mindre end 0,05 µg/l. I 2017 blev der påvist DPC i 3 af 4 indvindingsboringer, hvor højeste koncentrationer er på niveau med/overskrider drikkevandskriteriet, forekommende i den centrale boring (131.974) og den nordligste indvindingsboring (131.990). Der er således stor forskel på indholdet af DPC i de 4 borer. Påviste indhold fremgår af FIGUR 3.16 (Region Syddanmark, 2019b).



FIGUR 3.16 Påviste indhold af DPC i borerne til Aike vandværk

På baggrund af indberettede vandmængder til GEUS for indvinding i 2018 (GEUS, 2019) samt påviste indhold af DPC i borerne er masseflux og andelen af udvasket aktiv stof angivet i TABEL 3.2.

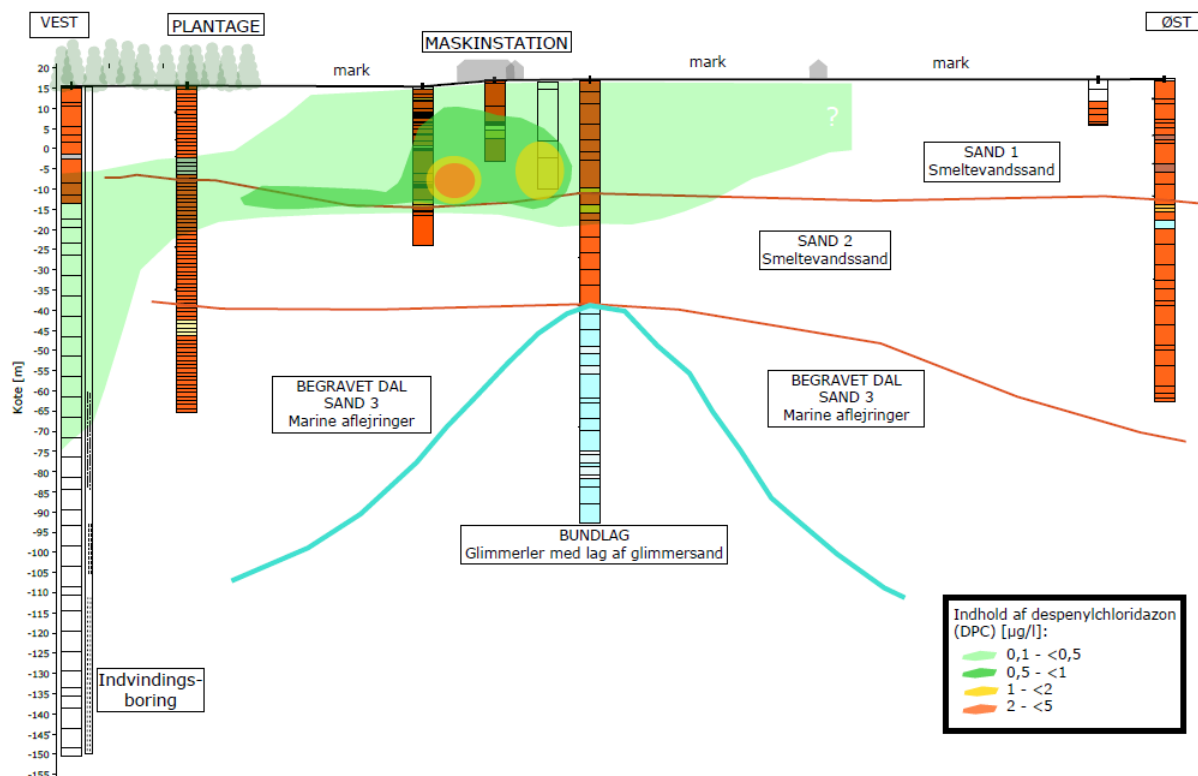
TABEL 3.2 Samlede koncentrationer for DPC, årlig flux samt andelen fluxen udgør af den årligt påførte mængde pesticid for borer ved Aike vandværk.

Boring	Konc. i indvindingsboring	Indvinding i boring	Flux	Andel af udvasket aktivstof ved behandling med Pyramin* på 1 ha. mark
Boring 131. 974	0,09	104.535 m ³ /år	9,41 g/år	0,36%
Boring 131. 989	0	131.916 m ³ /år	0 m/år	0,00%
Boring 131. 990	0,12	55.356 m ³ /år	6,64 g/år	0,25%
Boring 131. 991	0,016	48.056 m ³ /år	0,77 g/år	0,03%
Samlet indvinding		339.853 m ³ /år	16,82 g/år	0,64%

*Pyramin produkter har forskellige indhold af chloridazon og behandlingsindeks. Der antages en gennemsnitlig årlig dosering på 2.629 g chloridazon pr. ha.– se tabel A2.1 i appendiks 2.

Opsporing af kilder til pesticidforurening i indvindingsboringer omfattede modelsimuleringer, udpegning af potentielle kilder ud fra gennemgang af historiske kilder, arkivmateriale, besigtigelser og personinterview, kemiske analyser af vand fra eksisterende borer (primært markvandsboringer) samt indledende forureningsundersøgelser på udvalgte lokaliteter. Endvidere blev der udført supplerende undersøgelser ved en punktkilde (maskinstation), hvor der allerede var påvist forurening med bl.a. bentazon. Gennemgang af kildemateriale, personinterviews mv. viste, at der i nærområdet ved vandværket har været plantage siden før 1940, og at der i indvindingsoplandet har været landbrugsproduktion med bl.a. kvægavl, hvor dyrkning af

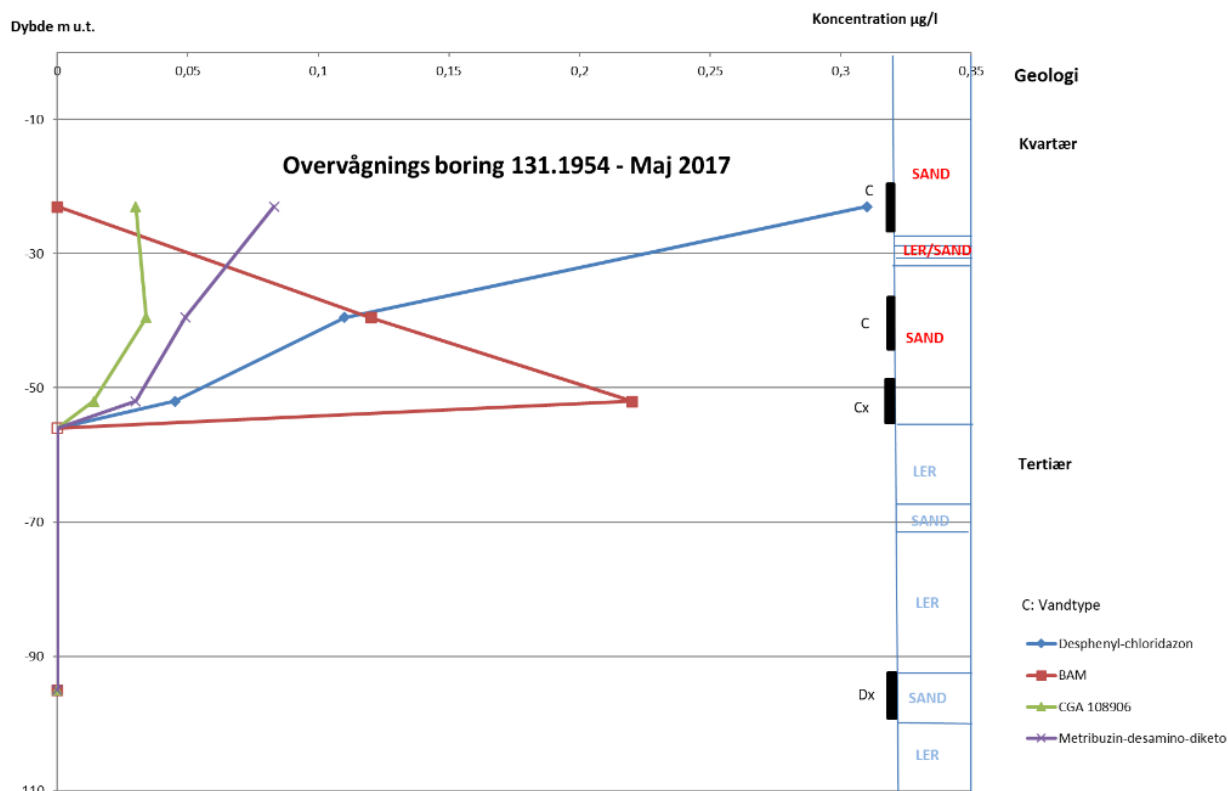
Konceptuel model for området fremgår af FIGUR 3.18.



FIGUR 3.18 Konceptuel model, Aike vandværk og maskinstation – profilsnit vest-øst (modificeret efter Region Syddanmark, 2020a)

Undersøgelserne viser (se figur 3.17 og 3.18), at der generelt i områdets øvre grundvandmagasin findes indhold af DPC i koncentrationer lavere end 0,1 µg/l. I porevand udtaget fra lerdække ved tidligere trælast er der påvist indhold af DPC på 0,35 µg/l, som vurderes at være fra fladekilde (marker) fra tidligere arealanvendelse (før trælasten).

I en monitoringsboring (131.1954) beliggende ca. 500 m fra vandværkets indvindingsboringer er der i det øvre grundvandsmagasin (20-26 m u.t.) påvist indhold af DPC i koncentrationer op til 0,32 µg/l. Endvidere der påvist lavere indhold af nedbrydningsprodukter af metalaxyl og metribuzin. Forureningen er aftagende med dybden. Med dybden påvises endvidere stigende koncentrationer af BAM i koncentrationer op til 0,22 µg/l ca. 50 m u.t. Boringen er beliggende opstrøms en maskinstation, og er placeret ved saddelpunkt mellem 2 begravede dalsystemer. Koncentrationsprofil for boring 131.1954 fremgår af FIGUR 3.19.



FIGUR 3.19 Koncentrationsprofil for monitoringsboring 131.1954

Maskinstationen er beliggende ca. 300 m nordøst for indvindingsboringerne DGU nr. 131.974 if 131.990. (se figur 3.17 og 3.18). Ved maskinstationen er der påvist forurening ved punktkilder med en række pesticider bl.a. bentazon og DPC. Udbredelse af DPC er dog mere omfattende end for de andre pesticider, og det vurderes at forureningen er sammenfaldende med opstrøms beliggende forurening fra flade eller punktkilde med koncentrationer under 0,5 µg/l (påvist i boring 131.990). Ved maskinstationen er der påvist DPC i koncentrationer op til 3,0 µg/l og punktkilden bidrager generelt med en fane af DPC i koncentrationer over 0,5 µg/l nedstrøms maskinstationen. Endvidere er der påvist chloridazon ved maskinstationen i koncentrationer op til 0,18 µg/l. Forekomst af chloridazon indikerer punktkilde. Det vurderes, at forurening fra punktkilde ved maskinstation påvirker vandkvaliteten i indvindingsboringerne. Endvidere vurderes det, at forurening med DPC fra opstrøms beliggende flade- eller punktkilde også bidrager til påvirkning af vandkvaliteten i indvindingsboringerne. Dvs. at forurening med DPC i indvindingsboringerne er summen af flux fra en nærliggende punktkilde og bidrag fra en ikke kortlagt punkt- eller fladekilde.

Der er yderligere påvist DPC ved punktkilde ved tidligere landbrugsejendom i koncentrationer op til 0,89 µg/l. Ved samme punktkilde er der påvist forurening med nedbrydningsprodukter af metribuzin i koncentrationer op til 15,8 µg/l (sum af nedbrydningsprodukter). Nedbrydningsprodukter af metribuzin påvises endvidere i fane nedstrøms punktkilden. Lokalt ligger ca. 300 m syd for maskinstation og ca. 350 m fra indvindingsboring 131.991. Det vurderes, at forurening fra punktkilden ikke påvirker indvindingsboringerne til Aike Vandværk.

Der er i nedenstående boks foretaget en vurdering i forhold til de indikatorer, som Miljøstyrelsen udarbejdede i 2013 (se også bilag 1). Resultaterne fra projektet og vurdering af indikatorerne fra 2013 indgår i en samlet diskussion i afsnit 4.

Vurdering i forhold til Miljøstyrelsens indikator (Miljøstyrelsen, 2013)

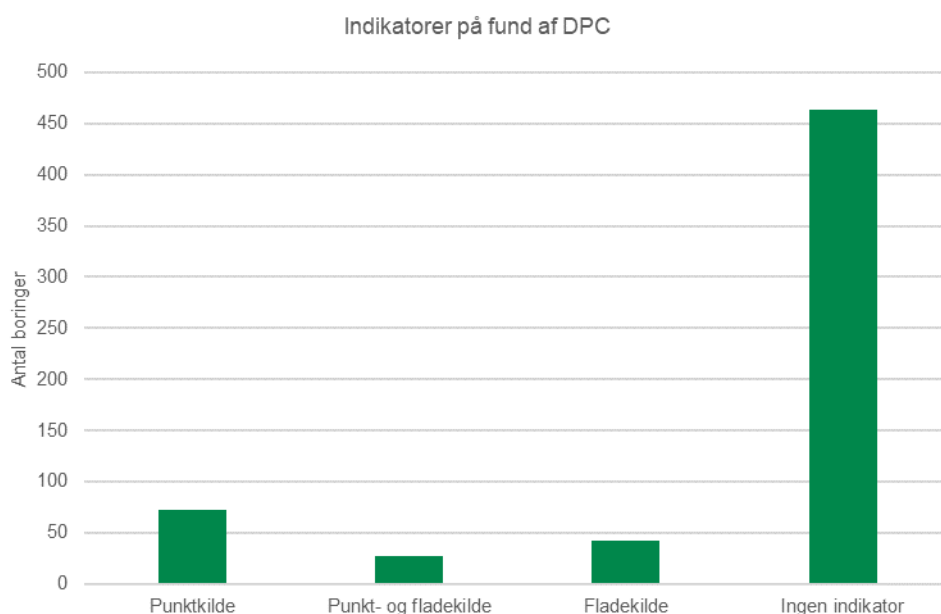
Den horisontale variation i indhold af DPC (i.p. – 0,12 µg/) mellem indvindingsboringerne betragtes som relativ stor, da indvindingsboringerne er filtersatte over store stræk i grundvandsmagasiner med stor mægtighed, og variationen indikerer ifølge Miljøstyrelsens indikatorer, at forureningen med DPC stammer fra en punktkilde. Påvist forurening fra punktkilde ved maskinstation og forurening fra opstrøms beliggende flade- eller punktkilde kan ikke adskilles, og det vurderes, at forurening fra begge kilder påvirker vandkvaliteten i vandværket.

Det påviste indhold af pesticider i monitoringsboring 131.1954 beliggende opstrøms maskinstation med punktkilde viser indhold af flere nedbrydningsprodukter/metabolitter (ingen phenoxysyrer) hvilket indikerer fladekilde iht. Miljøstyrelsens indikatorer. Forekomst af 4 stoffer over detektionsgrænse og 2 stoffer over grundvandskvalitetskriteriet indikerer punktkilde iht. Miljøstyrelsens indikatorer. For forureningen påvist opstrøms punktkilde ved maskinstationen er der således en indikation på både punkt og fladekilde.

4. Input til indikatorer til fund af DPC

DPC var ikke en del af analysepakken for boringskontrollen til indvindingsboringer i 2013, og dermed har fund af DPC ikke været med i datagrundlaget ved udarbejdelsen af Miljøstyrelsens indikatorer. Flere af indikatorerne indeholder også en vurdering af fund over tid, hvilket sjældent er muligt med DPC, da der kun er analyseret herfor i en begrænset periode. Indikatorerne er vedlagt i bilag 1.

Der er foretaget en test af, hvorvidt fund af DPC i indvindingsboringer kan henføres til en punktkilde og/eller en fladekilde på baggrund af indikatorerne fra 2013. Testen er en "automatisering" af otte af de 11 indikatorer (bilag 1), som dermed defineres som en screening. De tre andre indikatorer kræver en mere manuel gennemgang af fundene i de enkelte boringer, da det bl.a. er en vurdering i forhold til fund i nærliggende boringer. Der er testet på de indvindingsboringer, hvor der har været fund af DPC (se FIGUR 4.1). Det fremgår samlet set af figuren, at på under en fjerdedel af boringerne, kan indikatorerne give en indikation på, hvorvidt fund af pesticider i den pågældende boring kan henføres til en punktkilde og/eller fladekilde, mens der ikke er nogen indikationer på den resterende del.



FIGUR 4.1 Indvindingsboringer med indikationer på fund af DPC

I bilag 1 med indikatorerne fra 2013, fremgår det, at flere af indikatorerne vurderes på baggrund af en tidsserie over en længere periode. Dette er ikke tilfældet for DPC, som kun har været en del af vandværkernes analysepakke inden for de sidste par år.

Det fremgår i afsnit A2.2 i appendiks 1, at i 60 % af indvindingsboringerne er DPC det eneste stof, der er konstateret. I TABEL 4.1 fremgår det, at kun i 8 % af disse boringer (28 stk.), er der indikatorer, der peger på punktkilde og/eller fladekilde. Det vil sige, at såfremt der ikke er andre stoffer i en vandprøve fra en indvindingsboring, som man kan vurderes i forhold til indikatorerne, er det ofte at vanskeligt at vurdere, hvilken kilde, der er årsdag til fundet.

TABEL 4.1 Fordeling af indvindingsboringer med fund af DPC på kilder i forskellige datasæt. Grundlaget for datasættene er nærmere beskrevet i appendiks 2

Kilde	Antal boringer i alt	Andel fund, som kan henføres til den enkelte kilde	Antal boringer, hvor DPC er det eneste stof	Antal boringer nær en punktkilde inden for 1.000 m	Antal boringer nær en mark med roer eller majs inden for 300 m
Punktkilde	72	12%	17	6	11
Punkt- og fladekilde	27	4%	4	0	5
Fladekilde	42	7%	7	6	9
Ingen indikator	463	77%	334	44	124
I alt	604		362	56	149

DPC har bl.a. været anvendt i forbindelse med dyrkning af roer. Majs overtog i stedet for roer som foderafgrøde i 1980'erne. Der er derfor i appendiks 3, afsnit A3.1 set på beliggenheden af indvindingsboringer med fund af DPC i forhold til nærliggende marker, hvor der har været dyrket roer samt majs, da der er en vis sandsynlighed for, at der tidligere har været dyrket roer her. Data vedr. markerne stammer fra 2014, da der ikke findes tidligere offentlige tilgængelige oplysninger herom. I de 14 boringer, som ligger i nærheden af en mark, hvor der har været dyrket roer eller majs og der er indikationer på fladekilde, er det kun i to af boringerne, at DPC er det eneste stof. Det vil sige, at for de resterende kan det lige så godt være de øvrige stoffer i den analyserede vandprøve, som giver udfaldet for indikatorerne.

I forbindelse med udpegning af indikatorerne i 2013, blev der anvendt datasæt fra LOOP, som var Landovervågningsprogrammets grundvandsdel, der var en del af det nationale overvågningsprogram for vand og natur (NOVANA). Der er tale om monitoringsboringer placeret i højtliggende grundvand under konventionelt dyrkede marker, hvorved dataene repræsenterede fund, som med stor sandsynlighed kunne henføres til en fladekilde (Miljøstyrelsen, 2013). Overvågningen af pesticider er dog blevet taget ud af programmet i 2007, hvorved der ikke er blevet analyseret for DPC i LOOP overvågningen. Derfor er det ikke muligt at vurdere, hvorvidt fund af DPC opfører sig på samme måde, som de stoffer, der blev vurderet i 2013 i forhold til en fladebelastning.

I afsnit A3.2 i appendiks 3 er der foretaget et udtræk af indvindingsboringer med fund af DPC inden for 1.000 m i forhold til nærliggende forureningsboringer med fund af DPC. I seks indvindingsboringer, som ligger inden for 1.000 m til en forureningsboring, er der indikation på, at fundene kan henføres til en punktkilde jf. TABEL 4.1. I halvdelen af disse boringer ligger fundet med DPC under grundvandskvalitetskriteriet, mens fundene i de tre andre boringer ligger op til en faktor 2 over kriteriet (se figur A3.5 i appendiks 3) I fem af de seks boringer er der andre stoffer i den analyserede vandprøve.

Det vurderes på baggrund af ovenstående, at indikatorerne, der er udviklet i 2013, ikke er tilstrækkelige til at vurdere fund af DPC i indvindingsboringer.

I de efterfølgende afsnit er der foretaget en gennemgang af resultatet af databehandlingen med fund, anvendelsesmønstre og fysisk-kemiske egenskaber med henblik på at komme med anbefalinger til reviderede indikatorer, der kan anvendes ved fund af DPC i indvindingsboringer. I appendiks 1-3 er både data- og beregningsgrundlag yderligere beskrevet.

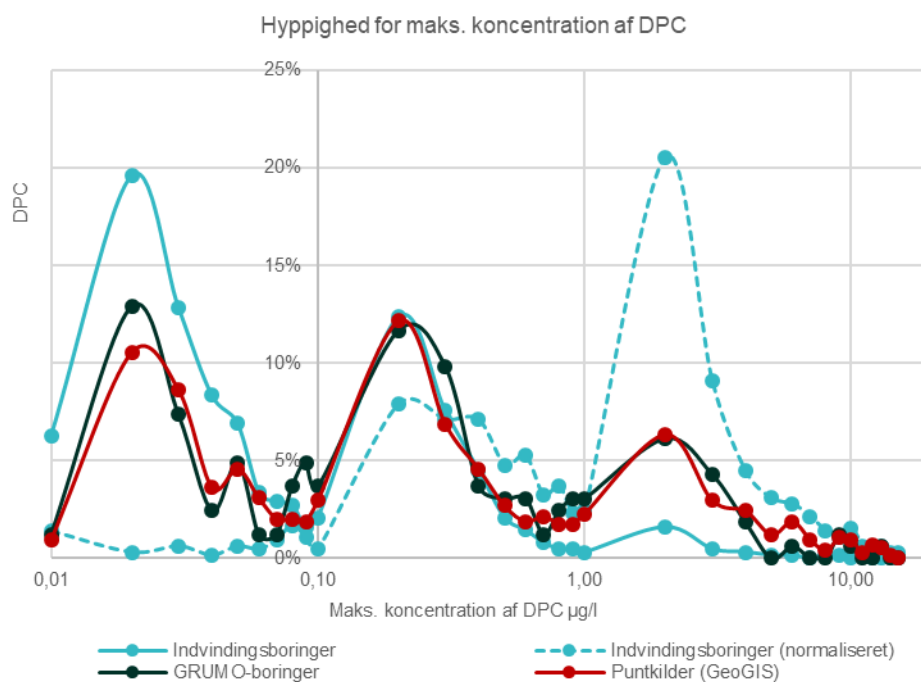
4.1.1 Fund i forhold til indvinding

DPC har, som tidligere nævnt, været en del af grundvandsovervågningen siden 2017. Der er på landsplan fund af DPC i 22 % af alle aktive indvindingsboringer i 2018 og i 6,6 % af alle aktive boringer, er der fund over grænseværdien (GEUS 2019c). Halvdelen af de aktive indvindingsboringer, hvor der er fund af DPC, ligger i Region Syddanmark, mens der kun er fund af DPC i en mindre del af de aktive indvindingsboringer i Region Hovedstaden. Den resterende del fordeler sig mellem de tre øvrige regioner (se afsnit A2.1).

I forhold til GRUMO-boringer viser de seneste resultater fra grundvandsovervågningen, at DPC er det stof, der oftest konstateres i disse boringer. Der er i 2018 konstateret fund af DPC i 30,1 % af alle GRUMO-boringerne, og i 15,2 % af GRUMO-boringerne er der fund over grundvandskvalitetskriteriet (GEUS, 2019c). Det vil sige, at der er en højere andel af fund over detektionsgrænsen i GRUMO-boringer i forhold til de aktive indvindingsboringer.

Vandprøver, der udtages til analyse fra aktive indvindingsboringer, er udtaget fra boringer i drift, hvor der oppumpes store mængder vand; dvs. blandingsvand, som kan stamme fra store oplande og mange års grundvandsdannelse. Der vil her ske en stor fortynding af evt. pesticider i en forureningsfane. I forbindelse med prøvetagning fra monitorings- og undersøgelsesboringer udtages der ofte små mængder vand og prøver herfra repræsenterer vandkernen i et bestemt punkt i magasinet på et bestemt tidspunkt. Ved datavurderingen er der ikke taget hensyn til, at nogle fund i indvindingsboringer kan være boringsbetinget forurening, som følge af utætheder i boringskonstruktion, således at forurenet grundvand fra øvre magasiner påvirker vandkvaliteten i boringerne. Der er ligeledes ikke taget hensyn til gradient, magasinets ydelse, sænkning m.m.

Hvis man skal sammenligne fund i indvindingsboringer og GRUMO-boringer, er der derfor foretaget en normalisering af fundene i indvindingsboringerne ift. indvindingsmængden. Dette er nærmere beskrevet i afsnit A2.1 i appendiks 2. Resultatet er vist i FIGUR 4.2. Fund i boringer, der er udført i forbindelse med en forureningsundersøgelse, fremgår ligeledes af figuren.

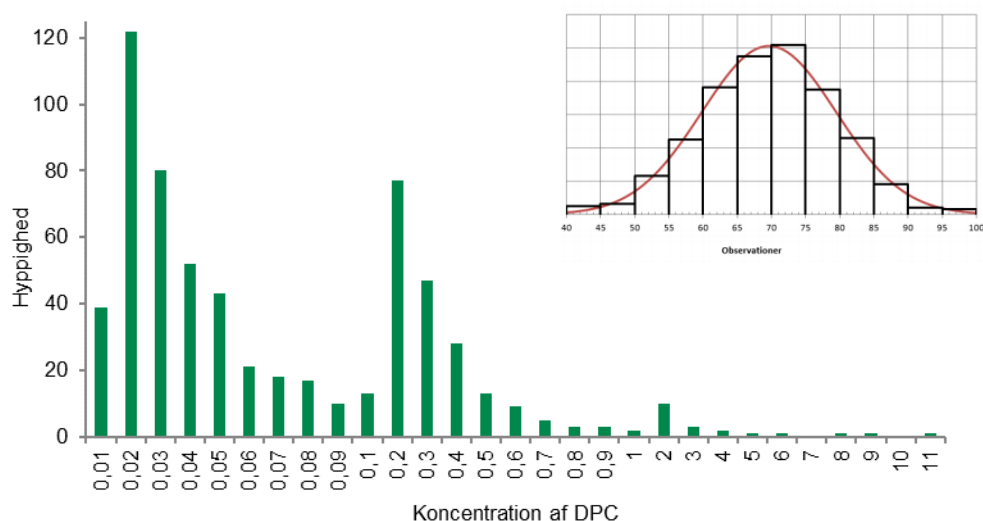


FIGUR 4.2 Hyppighed af maks. koncentration af DPC i de tre datasæt for hhv. indvindingsboringer, GRUMO-boringer og boringer placeret ved punktkilder samt fund i indvindingsboringer,

der er normaliseret i forhold til aktuelle indvinding. Bemærk logaritmisk skala. (GEUS, 2019a og Danske regioner, 2019)

FIGUR 4.2 viser, at de lave niveauer for DPC, der er påvist i indvindingsboringer afslører, at en meget stor del af de undersøgte magasiner er påvirket med DPC, idet koncentrationsniveauerne stiger med to-tre størrelsesordener, hvis man normaliserer for indvindingsmængden. Fordeling af de koncentrationer, der er normaliseret i forhold til indvindingen, svarer nogenlunde til tendensen for GRUMO-boringerne og punktkildeboringer. Dette indikerer, at der, selvom der forsat sker nedsivning af DPC mod de dybere magasiner, er koncentrationsniveauet overordnet formentlig allerede peaket, da GRUMO boringerne er filtersat i mindre dybder end indvindingsboringerne.

Der er foretaget en statistisk vurdering af datagrundlaget for DPC i aktive indvindingsboringerne. Der er i afsnit A2.4 foretaget en vurdering af, hvorvidt datasættet er normalfordelt og dermed tilhører den samme population. Det fremgår i et opstillet histogram, at det samlede datasæt vedr. DPC i indvindingsboringerne ikke tilhører samme population, da dataene ser ud til at fordele sig med to toppe (se FIGUR 4.3). Der er derfor foretaget en statistisk vurdering ved to qq-plot for at afgøre, om en stikprøve kan antages at stamme fra en bestemt fordeling (f.eks. en normalfordeling), dvs. fra samme population. Her ses en rimelig lineær sammenhæng i datasættet i koncentrationsintervallet mellem 0,01-0,03 µg/l og 0,1-0,3 µg/l, som kan tyde på, at der er tale om data i samme population og dermed kan stamme fra samme kilde (se også FIGUR A2.18).



FIGUR 4.3 Histogram, som viser hyppigheden af de målte koncentrationer af DPC i datasættet for indvindingsboringerne. Figuren i højre hjørne viser et eksempel på en normalfordelt population

I projektet vedr. Bolbro og Eksercermarken ved Odense er der ved modelberegninger i GEUS, 2019d regnet med en udvaskning på 2-22 % fra fladekilder afhængig af, om der er tale om et "mildt" eller "worst case" scenarie. Kigges der på den samlede indvinding og flux ved kildepladserne er der en oppumpning på ca. 500 g/år baseret på data fra Jupiter (samlet indvindingstilladelse på 2,6 mio. m³/år). Denne mængde DPC for eksemplet Bolbro/Eksercermarken giver en udvaskning på 19,4 % af dosseringen for 1 ha dyrket roemark (dossering på 2.629 g/ha/år under antagelse af marken behandles 1 gang med det anbefalede behandlingsindeks for midlerne Pyramin FL, Pyramin DF og DLG Pyramin FL (der henvises til afsnit 2, hvor der er teoretiske overvejelser for den potentielle udvaskning af DPC fra fladekilde).

Der blev i forbindelse med forureningsundersøgelserne på Agersø og Omø udført nogle konservative beregninger på baggrund af de konstaterede fund i indvindingsboringerne i forhold til, hvorvidt de kunne henføres til en fladepåvirkning (se afsnit 3.2). De konservative beregninger viste, at målte koncentrationer på ca. 0,35 µg/l i indvindingsboringerne kunne henføres til en fladekilde ved en forholdsmæssig lille indvinding, hvor dette svarer til en udvaskning af chloridazon på 0,03-0,07 % for en ha dyrket mark. I beregningerne er der ikke taget højde for arealet af fladekilden, da der er tale om en meget lille indvinding og dermed et lille indvindingsopland. Den overliggende mark er på ca. 10 ha., så hvis udvaskningen skal fordeles over 10 ha dyrket mark, bliver udvaskningen tilsvarende lavere dvs. 0,003 – 0,007 % pr. ha. Tilsvarende er der i GEUS, 2019d (Bolbro og Eksercermarken ved Odense) regnet med en udvaskning på 2-22 % afhængig af, om der er tale om et "mildt" eller "worst case" scenarie. På Agersø og Omø er der et tykt sandlag med indslag af lerlag på ca. 5-10 m (se afsnit 3.2). I et scenarie med et forventet udvaskning på 2 % (mildt scenarie iht. GEUS 2019d) på Omø, ville koncentrationen i indvindingsboringen blive en faktor 25 større end det påviste niveau. Det vurderes derfor mere sandsynligt, at der i praksis har været en mindre udvaskning pr. ha. end det antages i modelberegninger ved Odense.

Ved Aike Vandværk viser tilsvarende beregninger en udvaskning af chloridazon på 0,64 % (0,96% hvis der korrigeres for DPC har mindre molvægt end moderstoffer chloridazon). Dette er vurderet ud fra en samlet flux i alle fire indvindingsboringer. Udvasningen på boringsniveau ligger mellem 0-0,36 % med et gennemsnit på 0,16 %. Området ved Aike er præget af terrænnære sandaflejring i delområder og morænelerdække i andre delområder. Undersøgelser indikerer dog, at indvindingen i Aike Vandværk er påvirket af punktkilde ved nærliggende maskinstation samt fra en opstrøms beliggende flade- eller punktkilde. Ved Aike Vandværk er der for indvindingsboring, 131.990, tidligere udført en pumpetest med akkumuleret prøvetagning for nedbrydningsproduktet BAM (udført før der blev påvist DPC), som indikerede, at grundvandet, som strømmede ind i store dele af boringens filter indeholdt meget lave indhold af BAM, mens indholdet i grundvandet, som strømmede ind i toppen af filteret, indeholdte BAM i et niveau, som er ca. 10 gange højere end det faktiske målte indhold i boringen (Region Syddanmark, 2018). Antages dette også at være gældende for DPC, vil koncentrationen i grundvandet, som strømmer ind i toppen af filteret, ligge på ca. 1 µg/l, hvilket svarer til koncentrationsniveauer påvist ved nærliggende punktkilde ved maskinstation.

Indvindingsboringerne ved Aike Vandværk har fire indtag i forskellige dybde (samme stamme/rør) fra 70-160 m u.t. Forsyningen har nu lavet en blokering af det øverste indtag på en af de mest forurenede boringer. Dette har medført, at indholdet er faldet fra ca. 0,1 µg/l til under detektionsgrænsen. Dette viser, at forureningen kom ind i toppen af boringens filtersætning. På sigt må det forventes at forureningen trækkes ned mod de dybere indtag, men det er forventningen, at forureningen næppe stiger til samme koncentrationsniveau som før. Resultaterne af ombygningen bekræfter antagelsen om, at grundvand med højere koncentrationer af DPC (ca. 1 µg/l) frem til nu, har været årsag til de målte indhold af DPC (ca. 0,1 µg/l) i råvand fra indvindingsboringerne.

I de beskrevne eksempler for Agersø, Omø og Aike er det beregnet, at fluxen af DPC ved indvinding udgør hhv. 0,07, 0,03 og 0,64 % af dosseringer for 1 ha dyrket roemark. Til sammenligning udgør fluxen ved indvinding for Bolbro/Eksercermarken 19,4% af dosseringen for 1 ha dyrket roemark (se tidligere betragtninger vedr. Bolbro/Eksercermarken i dette afsnit). Vurderingerne i forhold udvaskning fra 1 ha dyrket roemark inddrager ikke arealet af indvindingsoplandet herunder andelen af tidligere roemark. Metoden med sammenligningen af flux af DPC ved indvinding sammenlignet med 1 ha dyrket roemark, kan derfor alene bruges som sammenligningsgrundlag ved indvindinger for små vandværker (indvindinger mindre en 25.000 m³/år). Areal af indvindingsoplandet stiger med kildepladsens størrelse (indvundne mængder), så ved mellemstørrelse og store indvindinger/vandværker skal arealet af indvindingsopland med tidligere roemark indgå i vurderingen. Arealet af indvindingsopland, hvor der blev dyrket

roer er en kompleks størrelse, som afhænger af tidligere arealanvendelse og landbrugspraksis, indvindingshistorik, geologi og hydrogeologi herunder dæklag, grundvandsdannelse og grundvandets alder. Særligt grundvandsdannelsen kan variere meget mellem forskellige dele af Danmark. Derfor er metoden ikke velegnet som indikator i skelnen værktøj ved fund af DPC i større indvindinger ($> 25.000 \text{ m}^3/\text{år}$), da *skelnen værktøjet* skal bruges på screeningsniveau uden dybere kendskab til geologi, hydrogeologi og opland. Metoden kan anvendes ved større dybdegående projekter, hvor der kigges på sammenhæng mellem fund i indvindinger og potentielle forureningskilder f.eks. ved en vurdering af fremtidsudsigterne for en kildeplads.

Vurdering i forhold til indvinding

Såfremt man vil sammenligne fund i indvindingsboringer og fund i monitorings- og/eller undersøgelsesboringerne, bør fund i indvindingsboringerne normaliseres i forhold til indvindingen for at kunne komme med et bud på en "worst case" koncentration i indvindingen. Der er opsat følgende eksempel:

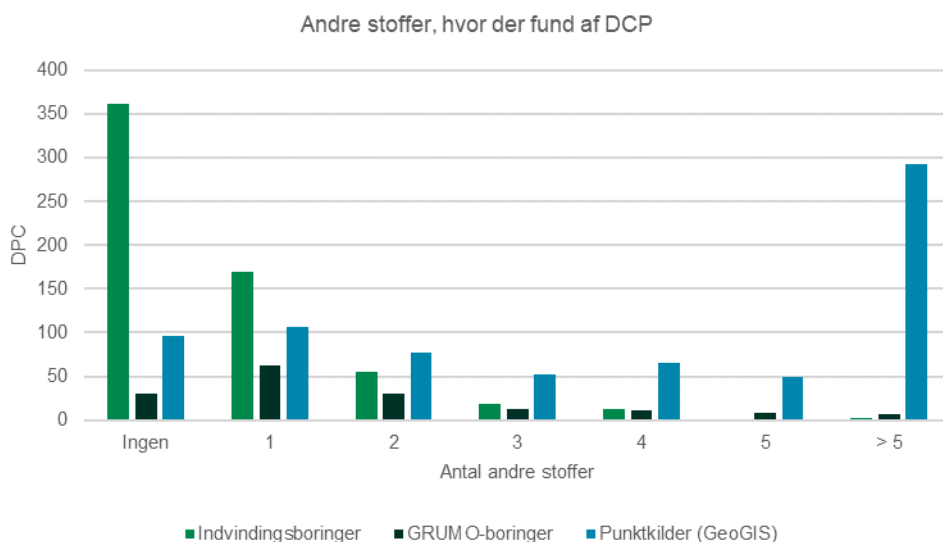
Er indvindingen i en vandværksboring f.eks. $20.000 \text{ m}^3/\text{år}$, og koncentrationen i råvandet $0,05 \mu\text{g/l}$. Antages koncentrationen primært at strømme ind i 10 % af filteret/magasinet svarende til $2.000 \text{ m}^3/\text{år}$ fås en maksimal koncentration i grundvandsmagasinet på $0,5 \mu\text{g/l}$.

Der er en rimelig lineær sammenhæng mellem data i koncentrationsintervallet for DPC i indvindingsboringer i $0,01\text{--}0,03 \mu\text{g/l}$ og $0,1\text{--}0,3 \mu\text{g/l}$, som kan tyde på at data fordeler sig i disse to populationer.

Sammenligning med flux af oppumpet mængde DPC i forhold til udvaskning af 1 ha dyrket roemark kan alene bruges ved mindre indvindinger ($<25.000 \text{ m}^3/\text{år}$).

4.1.2 Fund og andre stoffer

Der er foretaget en opsamling på, hvor ofte DPC er det eneste stof, der konstateres i en indvindingsboring og hvor ofte, der også konstateres andre stoffer i samme vandprøve (se FIGUR 4.4). I mere end 50 % af indvindingsboringerne, er fund af DPC det eneste stof, der er konstateret over detektionsgrænsen. Der er i denne opgørelse set bort fra de analyser, hvor der udelukkende er analyseret for DPC. Hvis dette sammenlignes med antal stoffer, der konstateres i boringer udført i forbindelse med forureningsundersøgelser ved punktkilder, er der her oftere flere forskellige stoffer i den vandprøve, hvor der er fund af DPC. Der er i 40 % af punktkildeboringerne fund af mere end fem stoffer sammen med fund af DPC.



FIGUR 4.4 Antal fund af andre stoffer i de vandprøver, hvor der er konstateret DPC i de tre datasæt

I de vandprøver fra indvindingsboringer, hvor der er fund af andre stoffer sammen med DPC, er det især MDPC, der oftest konstateres i samme vandprøve. MDPC er et nedbrydningsprodukt af DPC jf. afsnit A1.2 i appendiks 1. Antal fund af andre stoffer, hvor der også er fund af DPC er vist i FIGUR 4.5. Her er kun de 15 oftest fundne stoffer taget med, mens der i FIGUR A2.11 i appendiks 2 er vist den komplette liste med stoffer. Udover MDPC, konstateres der ofte DMS i boringerne, hvor der også er fund af DPC. DMS er et nedbrydningsprodukt af svampemidlet tolylfluamid, som bl.a. har været anvendt i forbindelse med bejdsning af roefrø.

Det skal bemærkes, at der i de sidste år har været særlig fokus på DPC og DMS og derfor har flere vandværker udtaget vandprøver til analyse for netop disse to stoffer inkl. MDPC, og dermed ikke nødvendigvis analyseret for den samlede pesticidpakke. Den seneste rapport fra grundvandsovervågningen viser dog også, at DPC er det stof, som i 2018 blev konstateret i næstflest aktive indvindingsboringer efter DMS (GEUS 2019c), så FIGUR 4.5 vurderes at give et retvisende billede sammenlignet med opgørelsen fra grundvandsovervågningen i 2018 (se FIGUR A2.1). Antallet af fund af MDPC er dog sandsynligvis for højt i figuren.



FIGUR 4.5 Antal fund af andre stoffer i vandprøver fra indvindingsboringer, hvor der er konstateret indhold med DPC

Der er foretaget en statistisk bearbejdning af fund af DPC i de vandprøver, hvor der også er konstateret andre stoffer. Dette er yderligere beskrevet i afsnit A2.4 i appendiks 2, hvor der er taget udgangspunkt i de fund af DPC, hvor der samtidig er konstateret MDPC og/eller DMS. Her ses det, at når der er fund af DPC i koncentrationer mindre end 0,2 µg/l, og der samtidig er fund af DMS eller MDPC, kan der være tale om data i samme population. Her skal bemærkes, at moderstoffet til DPC, chloridazon har været anvendt i forbindelse med dyrkning af roer og DMS er et nedbrydningsprodukt af svampemidlet tolylfluamid, som bl.a. har været anvendt i forbindelse med bejdsning af roefrø.

Vurdering i antal fund og andre stoffer

Der er ingen forskel i, hvordan dataene i de to datasæt med hhv. DPC som eneste stof og DPC sammen med andre stoffer fordeler sig i forhold til koncentration af DPC. Her fordeler begge datasæt i to populationer mellem 0,01-0,03 µg/ og 0,1-0,3 µg/l.

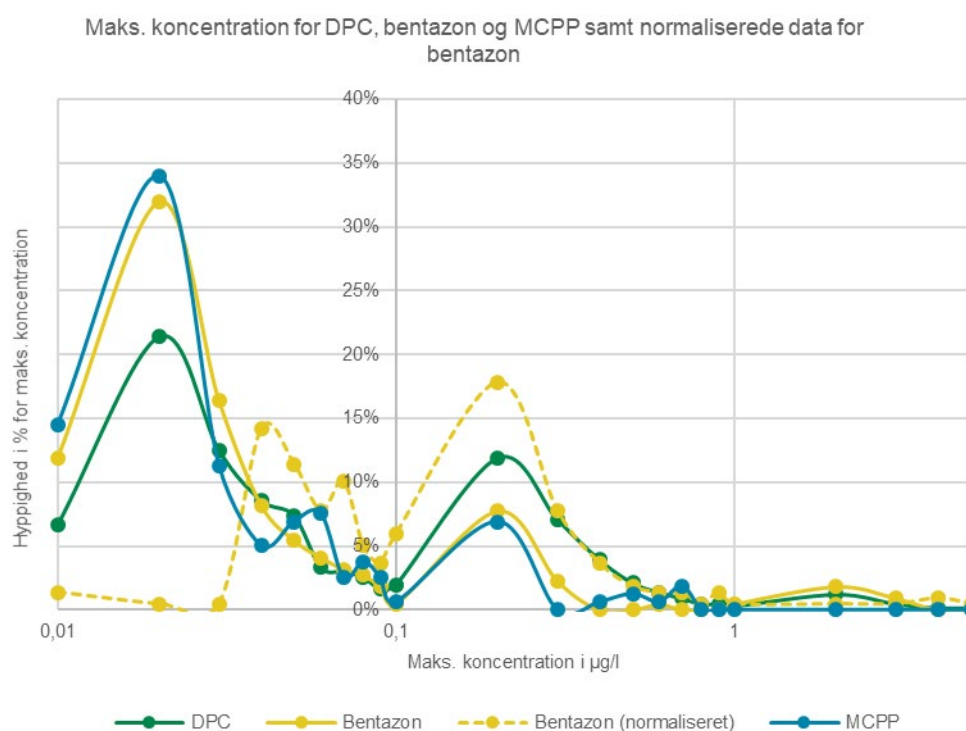
Dog er der en lineær sammenhæng i datasættet med DPC og andre stoffer i hele koncentrationsintervallet fra 0,01-0,1 µg/l.

Når DPC konstateres sammen med MDPC og DMS, er der en tendens til, at fund mindre end 0,2 µg/l tilhører samme population og dermed kan komme fra samme kilde.

4.1.3 Fund i forhold til koncentrationer og tidslig udvikling

Salget af moderproduktet, chloridazon, er primært sket i perioden ca. 1970-1980 med mængder fra 60.000 kg/år til over 100.000 kg/år. Chloridazon blev udfaset i Danmark i 1996, og fra 2012 har chloridazon været omfattet af et besiddelsesforbud. Dette er nærmere beskrevet i afsnit 2. I forhold til andre stoffer, så er mængden af solgt chloridazon ikke så stor. Det er især phenoxysyrer-pesticiderne, der er solgt i store mængder, herunder bl.a. dichlorprop med op til 1.800.000 kg/år og MCPP 700.000 kg/år (Pesticid databasen, 2019).

Der er foretaget en sammenligning med DPC i forhold til nogle af de andre stoffer, der oftest konstateres i aktive indvindingsboringer jf. grundvandsovervågningen. Der er i afsnit A2.1 i appendiks 2 foretaget en sammenligning i hyppigheden af påviste koncentrationer af DPC, MCPP og bentazon. Der er på baggrund af dosering og behandlingsindeks foretaget en normalisering af koncentrationen for bentazon, da doseringen adskiller sig fra DPC og MCPP (se TABEL A2.1 i appendiks 2). Resultatet er vist i FIGUR 4.6.



FIGUR 4.6 Maks. koncentration af DPC sammenlignet med maks. koncentration for bentazon og MCPP samt normaliserede bentazon-data i forhold til dosering af DPC

Det fremgår af FIGUR 4.6, at DPC hyppigere konstateres i højere koncentrationer end bentazon og MCPP. Mønsteret for fund af bentazon og MCPP minder om hinanden, hvor størstedelen af fundene ligger under grundvandskvalitetskriteriet på 0,1 µg/l, ca. 85-90 %. For DPC ligger ca. 30 % over grundvandskvalitetskriteriet. Datasættet for bentazon, hvor der er foretaget en normalisering i forhold til doseringen af chloridazon, ændrer sig således, at der nu er en

større andel over grundvandskvalitetskriteriet svarende til 40 %. DPC og bentazon er lige kritiske i forhold til deres mobilitet og persistent, mens man i mindre grad finder MCP, fordi den er mere nedbrydelig. Dette stemmer med de fysiske/kemiske egenskaber for DPC, som viser, at DPC er persistent under aerobe forhold og sandsynligvis udvaskelig (se afsnit A1.2 i appendiks 1).

Der er i appendiks 2 foretaget en sammenstilling af fund af DPC, bentazon og MCP i forhold til salgsperiode og -mængde af de tre stoffer. Denne sammenstilling viser, at antal fund af MCP kun varierer i mindre grad over tid, mens antal fund af DPC og bentazon er stigende. Det tyder derfor på, at til trods for at MCP har været solgt i store mængder, så kan de fysiske/kemiske egenskaber for DPC og bentazon være årsagen til den stigende tendens i antal fund pr. år (se FIGUR A2.5). MCP og moderstoffet, chloridazon, til DPC har begge været anvendt på marker med bl.a. korn og roer i omdrift og dermed kan stamme fra samme kilde. Moderstoffet, tolyluanid, til DMS har bl.a. været anvendt i forbindelse med bejdsning af roer og som svampemiddel i træbeskyttelse. Så der er ikke helt tale om samme aktiviteter, der bidrager til fund af DPC og DMS.

Vurdering af koncentration og tidlig udvikling

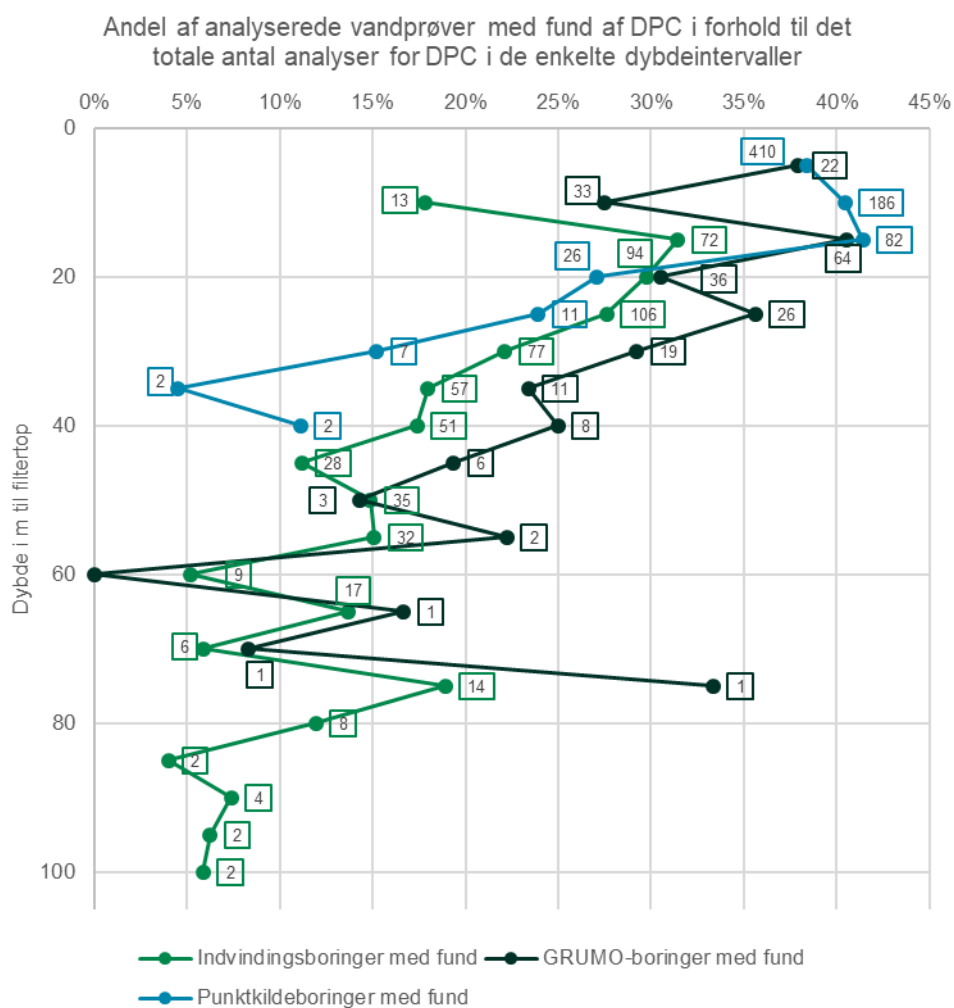
Der er ikke umiddelbart sammenhæng i mængden af solgt produkt i forhold til de koncentrationer, der konstateres i indvindingsboringerne.

4.1.4 Fund i forhold til dybde

GEUS har tilskrevet lag fra DK-modellen til filtre i boringerne (GEUS, 2009). Der er i afsnit A2.3 foretaget en vurdering af, om der er sammenhæng mellem geologiske lag og fund af DPC. Her ses det, at langt størstedelen af fundene er konstateret i indvindingsboringer, der ser ud til at indvinde fra de kvartære sand/grus lag, herunder især de mellem og nedre sand/grus lag (se også FIGUR A2.16). Der er i afsnit A2.3 foretaget en opsamling på de dybder, hvor der er fund af DPC i de tre datasæt. Her ses det, at de fleste fund ved punktkilder konstateres inden for de første 10 m, hvilket hænger sammen med, at dette er en typisk dybde i forbindelse med forureningsundersøgelser; især de indledende undersøgelser. Fordeling af fundene i indvindingsboringer og GRUMO-boringer er nogenlunde ens fra 10 m, hvis der tages med i betragtningen, at der kun er meget få indvindingsboringer, der indvinder inden for de øverste 10 m.

FIGUR 4.7 viser andelen af fund i hver dybde i forhold til det samlede antal vandprøver, der er analyseret i den pågældende dybde.

Det vil sige, at figuren tager højde for, at der i nogen dybder udtages flere vandprøver end andre samt forskellen i de tre datasæt i forhold til prøvedybden. Figuren viser, at der oftere er fund i de vandprøver, der udtages i de øverste 20 m. Figuren viser samtidig også, at der er fund i indvindingsboringer, der indvinder meget dybt samt en forholdsvis stor andel af de vandprøver, der analyseres for den pågældende dybde. Der er f.eks. fund i 35 og 32 indvindingsboringer, hvor toppen af filteret står i hhv. 45-50 m og 50-55 m under terræn, svarende til 15 % af de indvindingsboringer, der indvinder fra denne dybde. Der er således noget der tyder på, at der er en vertikal spredning af forurening med DPC mod de dybere magasiner.



FIGUR 4.7 Andel af fund af DPC i forhold til det samlede analyserede vandprøver for stoffet i den pågældende dybde for indvindingsboringer, GRUMO-boringer og punktkildeboringer. Tallene angiver antal forurenede filtre.

Resultater fra Aike Vandværk (beskrevet i afsnit 4.1.1) viser, at forureningen er kommet ind i indvindingsboringerne i dybden ca. 70 m u.t. mens underliggende grundvand ikke er væsentlig forurenede med DPC. Det vurderes, at DPC-forureningen er knyttet til kvartære smeltevandsaflejringer, mens underliggende rent grundvand er knyttet til interglaciale (kvartære) marine aflejringer, som følge af tilstedeværelsen af en prækvartær begravet dal (se figur 3.18).

Vurdering af fund i forhold til dybden

Der er flest fund af DPC i indvindingsboringer, der er filtersat i de kvartære sand/grus lag. Der er flest fund af DPC i de øverste 20 m, dog også stor andel af fund i større dybder i især indvindingsboringerne.

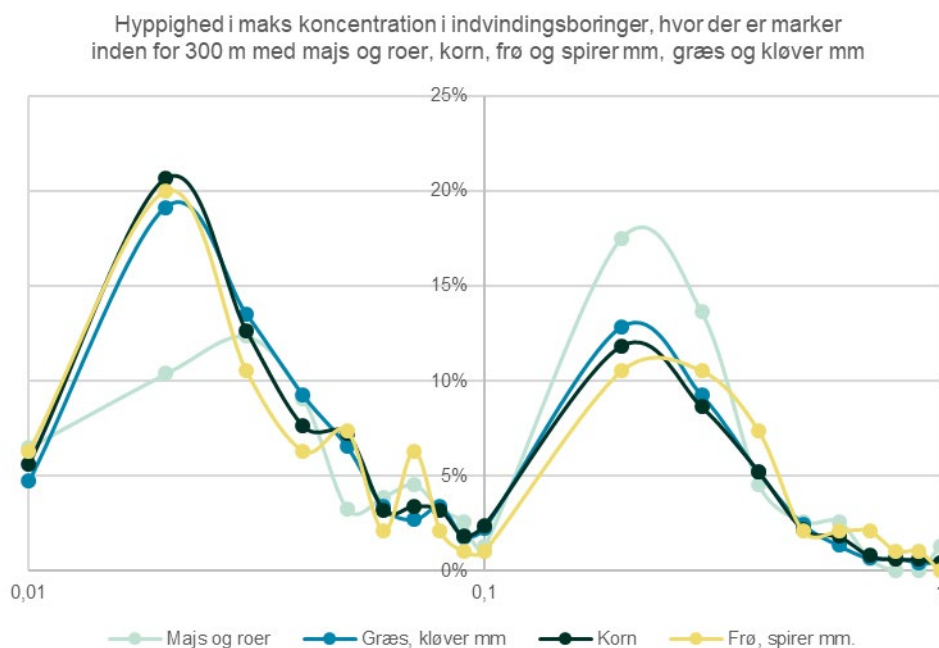
Indikation på en vertikal spredning af forurening med DPC mod de dybere magasiner.

4.1.5 Fund i forhold til afstand til fladekilder og punktkilder

Der er en beskrivelse af anvendelsesmønstret for chloridazon, som er moderstof til DPC, i afsnit 2. Det har været anvendt til ukrudtsbekæmpelse ved dyrkning af bl.a. roer som foderafgrøde. Dyrkningen af majs overtog gradvist roer som foderafgrøde fra starten af 1980'erne. Der findes ikke historiske opgørelser over dyrkning på markerne, så der er taget udgangspunkt i nyere data fra 2014. Et udtræk af marker inden for en afstand på 300 m til nærmeste

indvindingsboring med fund af DPC viser, at der hovedsageligt er tale om marker, hvor der er dyrket korn, græs/kløver, majs, frø/spirer og roer (se TABEL A3.1). Mælkeproducenter har ofte haft sædskifte mellem Roer/majs, korn og græs. Det samme gælder sukkerroerproducenter, som ligeledes har haft sædskifte med korn.

Der er i appendiks 3 foretaget en vurdering af hyppigheden af fund af DPC i indvindingsboringer, hvor der inden for 300 m er dyrket korn, græs og kløver mm., frø og spirer mm, roer samt majs. Afstanden på 300 m er valgt, da dette er den officielle beskyttelseszone omkring indvindingsboringerne. Dette er vist i FIGUR 4.8. I figuren er fund i nærheden af marker, hvor der har været dyrket majs og roer lagt sammen, da det vurderes, at der er en vis sandsynlighed for, at der tidligere har været dyrket roer, hvor der i 2014 blev dyrket majs.



FIGUR 4.8 Hyppighed af fund af DPC i indvindingsboringer, hvor der inden for 300 m er dyrket korn, majs, roer eller græs, kløver mm. Bemærk logaritmisk skala.

Det fremgår af FIGUR 4.8, at fundene i indvindingsboringer i nærheden af marker med korn, frø og spirer mm., græs og kløver mm. oftest ligger under 0,02 µg/l svarende til ca. 25 % af fundene i borer i nærheden af disse marker. Tendensen for de målte maksimale koncentrationer i borer i nærheden af disse afgrøder er ens. For borer der ligger i nærheden af marker, hvor der dyrkes majs og roer, ligger fundene oftere over grundvandskvalitetskriteriet på 0,1 µg/l, svarende til ca. 45 %. Billedet for majs og roer hver for sig er det samme, som når de to datasæt er lagt sammen.

Der ses ikke samme tendens for GRUMO-datasættet, hvor der er lavet en tilsvarende opstilling af data. Dette er vist i FIGUR A3.3 i appendiks 3.

Midler med chloridazon har, udover foderroer, også været anvendt til dyrkning af roer til sukkerproduktion (se afsnit 2). Produktionen har været afhængig af afstanden til sukkerfabrikker og saftstationer, hvor roer kunne indleveres til produktionen. Erfaringer fra bl.a. sukkerfabrikken i Assens viser, at man bl.a. har kørt roer fra Nordfyn hertil. En af de mest forurenede vandværksboringer på Fyn (DGU nr. 127.223) ligger knap 50 km fra Assens, hvor der i 2019 blev konstateret 3,8 µg/l DPC. Ved Nyborg er der konstateret fund af DPC ved en maskinstation, som ligger ca. 56 km fra Assens og ca. 35 km fra Odense, hvor der også har været sukkerfabrik frem til starten af 1970'erne.

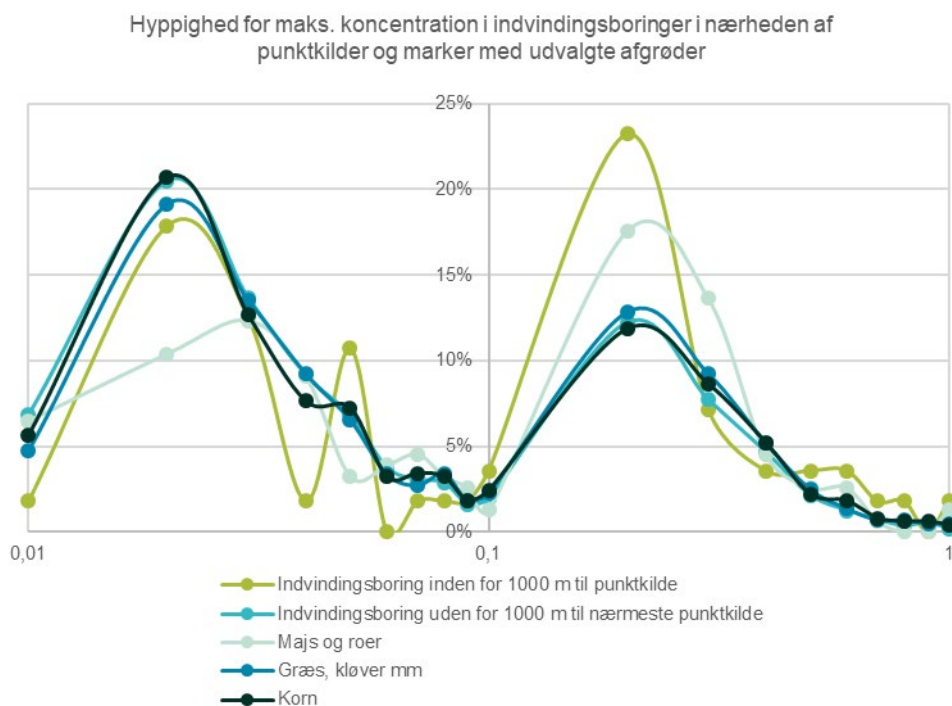
Såfremt der lægges en bufferzone omkring de sukkerfabrikker og saftstationer, der har været i drift i samme periode, som man anvendte midler med chloridazon, viser det sig, at ca. 45 % af indvindingsboringer med fund af DPC ligger inden for en afstand på 30 km, mens op til ca. 68 % af boringerne ligger inden for en afstand på 60 km.

Dyrkning af roer har foregået fra landbrug og maskinstationer, hvor områder med håndtering af pesticider kan være potentielle kildeområder (f.eks. påfyldnings- og vaskepladser). Andre lokaliteter, hvor man kan have håndteret midler med chloridazon kan også være på gartnerier og planteskoler. Derudover kan rester med chloridazon være blevet bortskaffet i fyld- og lossepladser. Der er i appendiks 3 foretaget en opsamling på fund af DPC i indvindingsboringer i forhold til beliggenheden til boringer med fund af DPC, der er udført i forbindelse med forureningsundersøgelser.

Der er set på hyppigheden af fund af DPC i indvindingsboringer, der ligger hhv. inden for 500 m og 1.000 m til nærmeste boring på en lokalitet med en punktkilde samt dem, som ligger længere væk end 1.000 m. Disse afstande er valgt baseret på erfaringer fra forureningsundersøgelser på lokaliteter med pesticidforureninger. Det viser sig, at op til 70 % af fundene i boringerne, som ligger mere end 1.000 m fra en punktkildeboring, ligger under grundvandskvalitetskriteriet. Til sammenligning ligger ca. 45 % af fundene over 0,1 µg/l i indvindingsboringer i nærheden af punktkilde. Dette er vist i FIGUR A3.5 i appendiks 3.

I FIGUR 4.9 er data vedr. fund i indvindingsboringer i nærheden af marker med udvalgte afgrøder og i afstanden til punktkilder vist ved hyppigheden af fund. Figuren viser et sammenfaldende mønster mellem de boringer, der er placeret mere end 1.000 m fra en punktkildeboring og de boringer, der er placeret i nærheden af marker, hvor der har været dyrket korn og græs, kløver mm. Den højeste andel af fund ligger her under grundvandskvalitetskriteriet, mens indvindingsboringer, der ligger inden for 1.000 m til nærmeste punktkildeboring eller i nærheden af marker, hvor der har været dyrket majs og roer, har en højere andel af fund over grundvandskvalitetskriteriet. Dette er yderligere beskrevet i appendiks 3.

Ved Aike Vandværk er der observeret forskelle på koncentrationer af DPC imellem de enkelte indvindingsboringer fra ikke påvist til koncentrationer i niveau med drikkevandskvalitetskriteriet 0,1 µg/l, hvilket indikerer forurening med punktkilder (se afsnit 3.5).



FIGUR 4.9 Hyppighed i maksimale koncentrationer i indvindingsboringer i forhold til nærliggende punktkilder og afgrøder. Bemærk logaritmisk skala.

Vurdering af fund i forhold til afstand til fladekilde og punktkilde

I boringer inden for 300 m i forhold til marker med bl.a. med korn, frø og spirer, græs og kløver mm. ligger fundene med DPC i indvindingsboringer oftest under $0,02 \mu\text{g/l}$, mens de der er i nærheden af marker med majs og roer oftere ligger over $0,1 \mu\text{g/l}$.

I en afstand på 30 km og 60 km fra sukkerfabrikker og saftstationer, som var i drift, mens man har brugte midler med chloridazon, ligger hhv. ca. 45 % og 68 % af indvindingsboringerne med fund af DPC.

Op til 70 % af fundene i indvindingsboringerne med DPC, som ligger mere end 1.000 m fra en punktkildeboring, ligger under grundvandskvalitetskriteriet. Mens ca. 45 % af fundene over $0,1 \mu\text{g/l}$ i indvindingsboringer ligger inden for 1.000 m i forhold til en punktkilde.

Der er et sammenfaldende mønster mellem de boringer, der er placeret mere end 1.000 m fra en punktkildeboring og de boringer, der er placeret i nærheden af marker, hvor der har været dyrket korn og græs, kløver mm.

Tilsvarende sammenfald er der mellem indvindingsboringer, der ligger inden for 1.000 m til nærmeste punktkilde boring og indvindingsboringer i nærheden af marker, hvor der har været dyrket majs og roer.

4.1.6 Opsamling på input

Der er foretaget en gennemgang af fund af DPC i indvindingsboringer, GRUMO-boringer og boringer, udført i forbindelse med forureningsundersøgelser (punktkildeboringer). Det har vist sig at de indikatorer, der blev udviklet af Miljøstyrelsen i 2013 ikke er tilstrækkelige i vurderingen af, hvorvidt fund af DPC i aktive indvindingsboringer kan henføres til en punktkilde og/eller en fladekilde. Dette afsnit er en opsamling på de input, der er kommet i afsnit 4.1.1-4.1.5.

En analyse af datasættet for DPC i indvindingsboringer har vist, at data sandsynligvis fordeler sig i to populationer, dvs. kan stamme fra samme kilde. Der er en andel, som fordeler sig mellem $0,01-0,03 \mu\text{g/l}$ (ca. 54 % af fundene) og en andel i intervallet fra $0,1-0,3 \mu\text{g/l}$ (ca. 20 % af fundene), mens den resterende fjerdedel ikke tilhører én af de to populationer. Denne sidste

del fordeler sig nogenlunde ligeligt mellem 0,03-0,1 µg/l og > 0,3 µg/l. Der er ikke umiddelbart nogen forskel i fordelingen mellem populationer i forhold til, hvorvidt DPC er eneste stof eller det konstateres sammen med andre stoffer. Fordelingen svarer til den, der er angivet i de to koncentrationsintervaller for det samlede datasæt for fund af DPC.

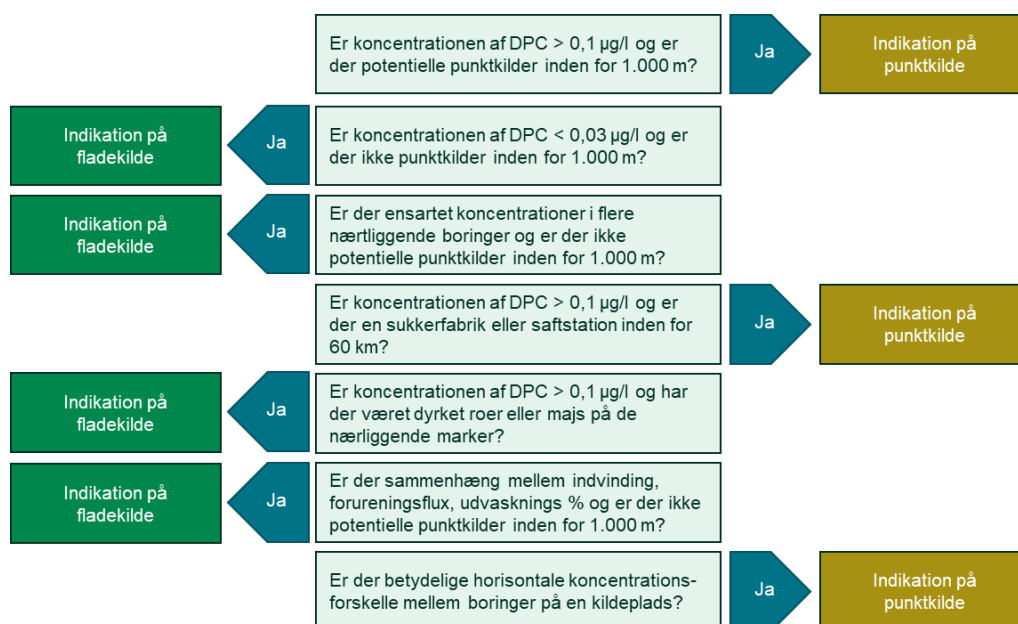
En vurdering af hyppigheden af koncentrationer af DPC i indvindingsboringer i nærheden af dyrkede marker viser, at når der dyrkes afgrøder, såsom korn, frø og spirer, græs og kløver mm., ligger fundene på mindre end 0,2 µg/l. Ifølge Miljøstyrelsen ligger fund som kan henføres til en fladekilde ofte i dette koncentrationsniveau (Miljøstyrelsen, 2013).

I de indvindingsboringer, hvor der inden for 1.000 m ligger en potentiel punktkilde, er der en sandsynlighed for, at punktkilden kan være årsag til fund af DPC såfremt indholdet ligger over grundvandskvalitetskriteriet.

Erfaringer viser, at man ofte har kørt langt med sukkerroer til sukkerfabrikkerne og saftstationer. Et udtræk af indvindingsboringer med fund af DPC viser, at der inden for en radius på 60 km har ligget en sukkerfabrik eller saftstation i nærheden af 68 % af boringerne.

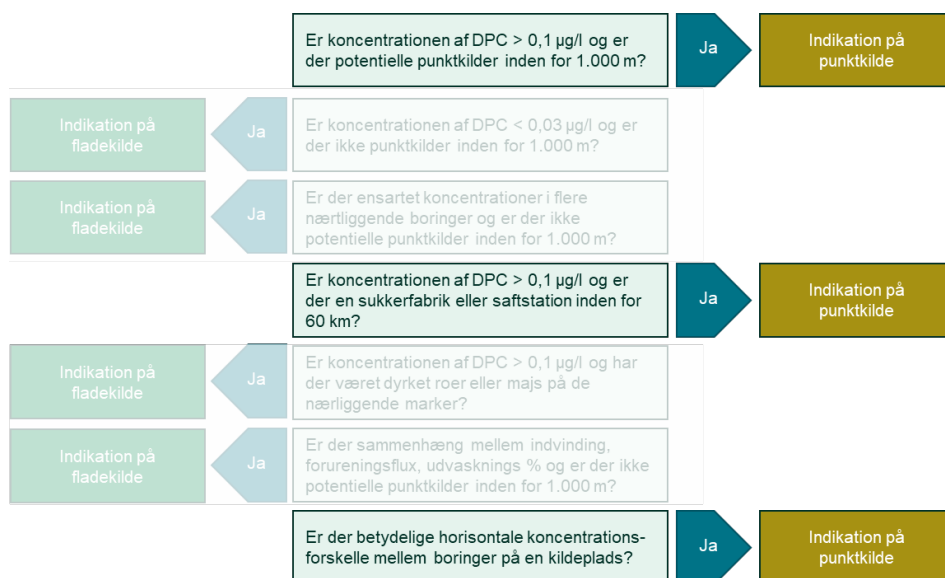
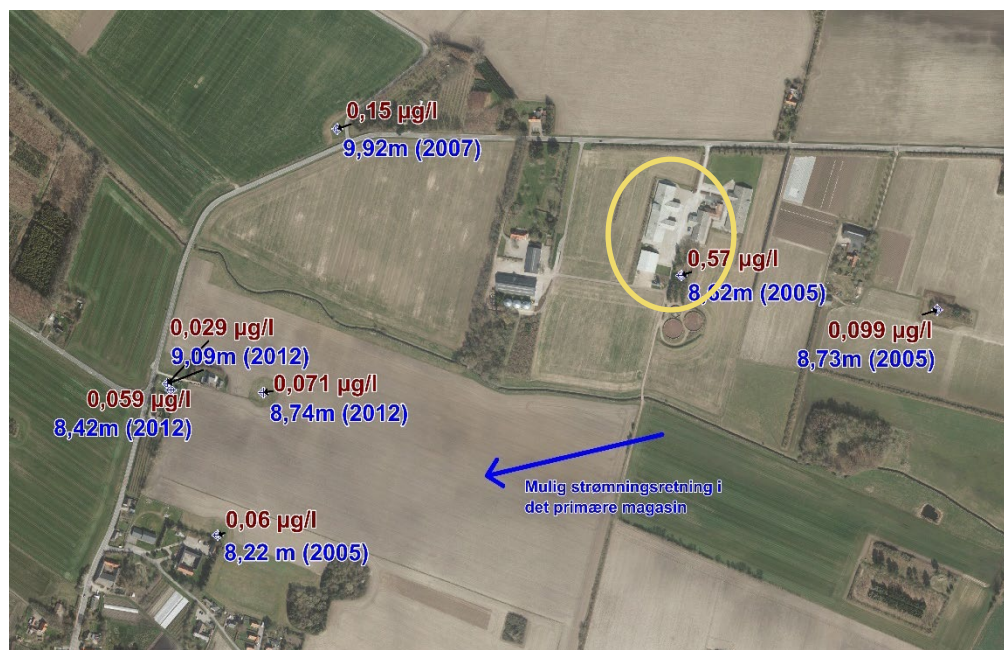
Indvindingen fra boringerne kan have indflydelse på vurderingen af, hvor meget der udvaskes af et givent middel med chloridazon i forhold til den forureningsflux, der skal give bidraget med DPC i indvindingsboringerne. Disse parametre bør derfor overvejes nøje i forhold til vurdering af en mulig kilde til fund i en indvindingsboring. Såfremt man vil sammenligne fund i monitorings- og/eller undersøgelsesboringer, bør der foretages en normalisering af fundene med DPC i forhold til den aktuelle indvinding.

På baggrund af ovenstående opsamling er der i FIGUR 4.10 lavet et diagram, som kan anvendes i forbindelse med vurdering af fund af DPC i indvindingsboringer. Figuren omhandler kun input til vurdering af fund af DPC. Den skal således suppleres med vurderingen af Miljøstyrelsens indikatorer fra 2013, såfremt der er fund af andre stoffer (Miljøstyrelsen, 2013).



FIGUR 4.10 Input til indikatorer til vurdering af fund af DPC i forhold til punktkilde og/eller fladekilde. Fund i en indvindingsboring kan pege på en eller flere indikatorer

I FIGUR 4.11 er vist et simpelt eksempel på fund af DPC i flere indvindingsboringer. Boringerne ligger i et område med flere potentielle punktkilder i form af landbrugsejendomme, hvor der kan have været håndteret pesticider. Der er ikke umiddelbart oplysninger om, at der har været dyrket roer eller majs i området (Landbrugsstyrelsen, 2014). Der har ligget en sukkerfabrik ca. 30 km fra boringerne.



FIGUR 4.11 Eksempel på fund af DPC i flere indvindingsboringer med varierende koncentrationer (rød skrift) samt sidst pejlede vandspejl (blå skrift). I den gule ring er markeret en landbrugsejendom med potentiel punktkilde. Nederst er vist mulige indikatorer i forhold til eksemplet

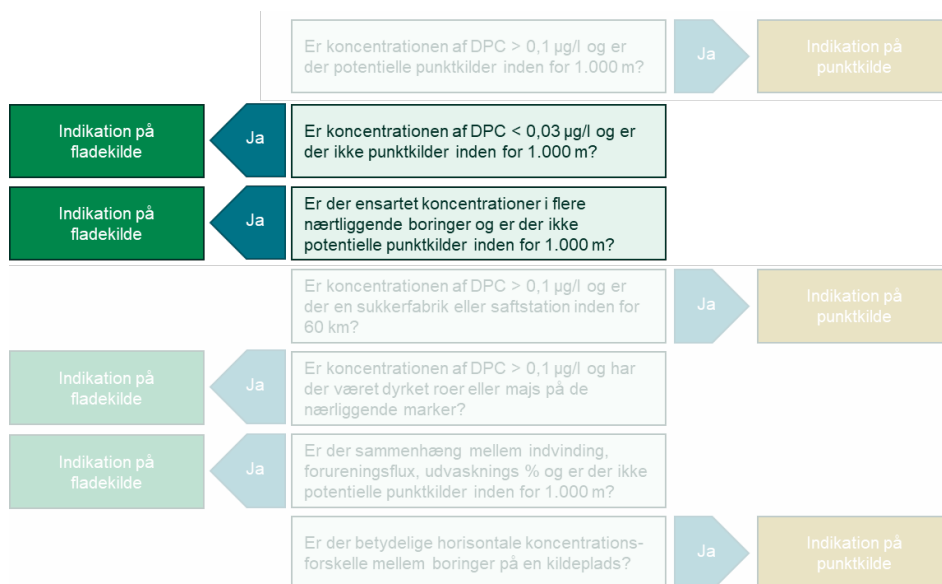
Udover de viste koncentrationer for DPC, er der i tre af boringer et fund af dimethachlor ESA, som er en metabolit til dimethachlor, der bl.a. har været anvendt til raps. I boringen med den højeste koncentration på 0,57 $\mu\text{g/l}$, er der også fund af MDPC på 0,03-0,05 $\mu\text{g/l}$. Derudover er der ikke fund af andre pesticider i boringerne. Det betyder således, at ingen af indikatorerne fra 2013, kan hjælpe i forhold til, hvorvidt der er tale om en punktkilde og/eller en fladekilde som årsag til fundene med DPC i boringerne.

Ved boringen med den højeste koncentration af DPC, ligger der en landbrugsejendom, hvor der kan være en potentiel punktkilde. Pejlinger fra borerne kan indikere en vestlig til sydvestlig strømning i det primære magasin, som muligvis kan forklare fundene i borerne mod vest som følge af en fane fra en potentiel punktkilde på landbrugsejendommen. Der er dog en boring mod øst, som her et indhold på 0,099 µg/l og en boring mod nordvest med et indhold på 0,15 µg/l. Hvorvidt det skyldes flere potentielle punktkilder i området eller, at der har været dyrket roer til produktion på den nærliggende sukkerfabrik og dermed en fladebelastning, kan ikke vurderes på det foreliggende grundlag. Her vil der skulle foretages en indsamling af viden om aktiviteter og dyrkning i området.

Der er nedenfor beskrevet yderligere et simpelt eksempel, hvor der i et område er konstateret lave værdier af DPC i aktive indvindingsboringer. Dette er vist i FIGUR 4.12. Der er i alle borer konstateret lave koncentrationer på DPC med en maksimal koncentration på 0,036 µg/l i en af borerne mod nordvest. I de tre borer mod nordvest er der udover DPC også konstateret indhold af DMS i samme niveauer som DPC. Det samme gælder for boringen mod sydvest. I boringen mod sydøst er der udover fund af DPC og DMS, i en længere periode konstateret indhold af BAM samt et enkelt fund af dichlorprop.

Miljøstyrelsens indikatorer vil ikke kunne pege på hverken en punktkilde eller en fladekilde til fundene, bortset fra indholdet med BAM i den sydøstlige boring, hvor der kan være tegn på en fladekilde. Der ligger enkelte landbrugsejendomme i den sydøstlige del, men hvor der er en afstand på 1,2 km til borerne mod nordvest. I følge markblokke fra 2014, dyrkes der korn på de omkringliggende marker (Landbrugsstyrelsen, 2014). Der er ikke nogen sukkerfabrik eller saftstation inden for en radius på 60 km. Sammenholdes disse betragtninger med et nogenlunde ens koncentrationsniveau med DPC i borerne, vurderes fundene at kunne henføres til en fladebelastning i området.



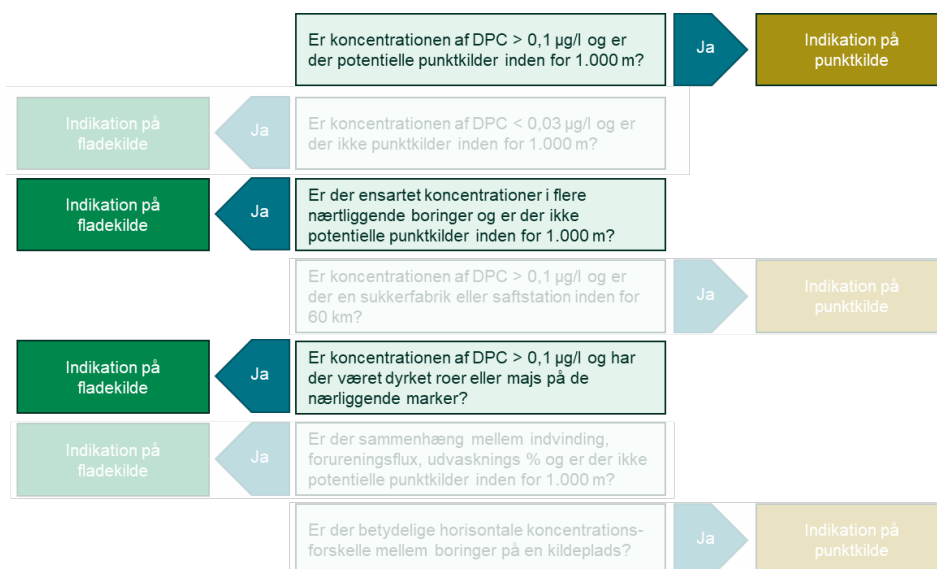
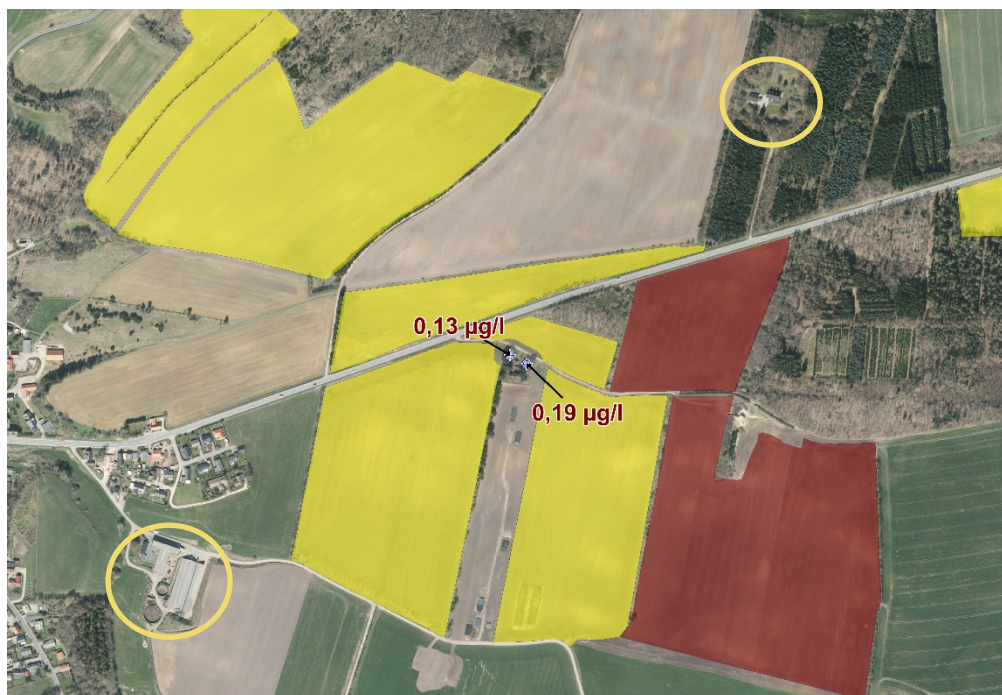


FIGUR 4.12 Eksempel på fund af DPC i flere indvindingsboringer med lave koncentrationer (rød skrift) samt sidst pejlede vandspejl (blå skrift). Nærliggende landbrug er vist med en gul ring. Nederst er vist mulige indikatorer i forhold til eksemplet

I det tredje simple eksempel, er der vist to borer med fund af DPC over grundvandskvalitetskriteriet (se FIGUR 4.13). Udover fund af DPC har der været fund af MDPC. Inden der blev konstateret fund af DPC og MDPC, er der ikke tidligere konstateret pesticider i de to borer. Ligesom de to foregående eksempler, er det ikke muligt at bruge Miljøstyrelsens indikatorer til at vurdere, hvorvidt der er tale om en punktkilde eller en fladekilde.

Der ligger enkelte landbrugsejendomme i en afstand på 6-700 m fra indvindingsboringerne. Det fremgår af figuren, at der på de nærliggende marker i 2014 blev dyrket roer og majs. Nærværende projekt har vist, at borer i nærheden af marker, hvor der har været dyrket majs og roer, kan ligge over grundvandskvalitetskriteriet. Årsagen til, at majs medtages som en afgrøde, der vurderes i forbindelse med fund af DPC, skyldes som tidligere nævnt, at dyrkningen af majs gradvis overtog roer som foderafgrøde fra starten af 1980'erne. Det vil sige, at der kan have været dyrket roer på disse marker inden der blev dyrket majs.

Da der ikke er konstateret fund af andre pesticider, vurderes det mest sandsynligt, at der er tale om en fladepåvirkning i forbindelse med dyrkning af roer på de omkringliggende marker. Dog kan det ikke afvises, at der på de nærliggende landbrugsejendomme kan være potentielle kilder til fundene med DPC., hvilket bl.a. kan afklares ved arkivgennemgang og interview.



FIGUR 4.13 Eksempel på fund af DPC i to indvindingsboringer med koncentrationer over grundvandskvalitetskriteriet (rød skrift). På de røde marker dyrkes roer og på de gule marker dyrkes majs i 2014 (Landbrugsstyrelsen, 2014). Nærliggende landbrug er markeret med en gul ring. Nederst er vist mulige indikatorer i forhold til eksemplet

5. Konklusion

Der er foretaget en test af, hvorvidt fund af DPC i indvindingsboringer kan henføres til en punktkilde og/eller en fladekilde på baggrund af indikatorerne fra 2013. Denne test viser, at indikatorerne fra 2013 kun delvist kan anvendes ved vurdering af fund af DPC, herunder især når DPC er det eneste stof, der er konstateret i en vandprøve fra en aktiv indvindingsboring.

Årsagen er bl.a., at der ikke foreligger tidsserier for fund af DPC over en længere periode samt at der ikke er et datagrundlag til at vurdere fladebelastningen af DPC som følge af regelret anvendelse af midler med chloridazon.

På baggrund af en statistisk vurdering af data fra indvindings-, monitorings- og forureningsboringer samt erfaringsopsamling på projekter med DPC, kan der konkluderes følgende:

- Datasættet for de aktive indvindingsboringer viser, at fundene fordeler sig i to populationer hhv. 0,01-0,03 µg/l og 0,1-0,3 µg/l.
- Fundene i indvindingsboringer i nærheden af marker med korn, frø og spirer, græs og kløver mm. ligger oftest under 0,02 µg/l, mens for indvindingsboringer, der ligger i nærheden af marker, hvor der dyrkes majs og roer, ligger fundene oftere over grundvandskvalitetskriteriet på 0,1 µg/l.
- En normalisering af fundene i indvindingsboringerne viser, at de lave niveauer for DPC, der er påvist i indvindingsboringer, afslører at en meget stor del af de undersøgte magasiner er påvirket med DPC, idet koncentrationsniveauerne stiger med to-tre størrelsesordener.
- Der er lavet en vurdering af beregnet flux af DPC ved indvinding i forhold til dosseringer for 1 ha dyrket roemark. Denne vurdering kan alene anvendes ved små vandværker/kildepladser (<25.000 m³/år).
- De fleste fund er konstateret i de vandprøver, der udtages i de øverste 20 m. Der er noget der tyder på, at der er en vertikal spredning af forurening med DPC mod de dybere magasiner.
- Op til 68 % af indvindingsboringerne med fund af DPC ligger inden for en afstand på 60 km til en sukkerfabrik og/eller saftstation, der har været i drift i den periode, hvor der blev solgt midler med chloridazon.
- Op til 70 % af fundene i indvindingsboringerne med DPC, som ligger mere end 1.000 m fra en punktkildeboring, ligger under grundvandskvalitetskriteriet. Mens ca. 45 % af fundene over 0,1 µg/l i indvindingsboringer ligger inden for 1.000 m i forhold til en punktkilde.

Ovenstående har ført til, at der er opstillet 7 indikatorer, der kan anvendes som supplement til Miljøstyrelsens indikatorer fra 2013, når der skal foretages en vurdering af, hvorvidt fund af DPC i en indvindingsboring/monitoringsboring kan henføres til en punktkilde og/eller en fladekilde.

6. Referencer

- Bayerischen Landesamtes für Umwelt 2008: Pflanzenschutzmittel-metaboliten. Vorkommen und Bewertung. Fachtagung des Bayerischen Landesamtes für Umwelt am 18. Und 19.11.2008. Umwelt Spezial. Via www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe
- Christensen 2019: Redegørelse for projektet "Nye pesticidanalysepakker 2018". Abelone Christensen, Region Midtjylland, Marts 2019
- Danske regioner, 2019: Udtræk fra regionernes GeoGIS databaser pr. 19-28. juni 2019
- EFSA, 2009: Conclusion regarding the peer review of the pesticide risk assessment of the substance chloridazon. EFSA Scientific Report (2007) 108, 1-82, Conclusion on the peer review of chloridazon. Version of 31 July 2007.
- Engvild et al. 1969: Microbial Decomposition of the Herbicide Pyrazon. K.C. Engvild og H.L. Jensen. Soil Biol. Biochem. Vol 1, pp. 295-300. Pergamon Press 1969.
- GEUS, 2009: Kobling af boringernes indtag til DK-Modellens lag og grundvandsforekomster, Mielby et al., 2009, GEUS
- GEUS, 2018: Forekomst af desphenylchloridazon og methyl-desphenylchloridazon i grundvandet. GEUS-NOTAT nr.: 05-VA-18-01. GEUS - Geokemisk Afdeling. 14. marts, 2018
- GEUS, 2019a: Udtræk fra Jupiter vedr. aktive indvindingsboringer og GRUMO-boringer pr. 8. juli 2019 (GEUS, 2019a)
- GEUS, 2019b: Grundvandsovervågning 1989-2017, GEUS februar 2019
- GEUS, 2019c: Grundvandsovervågning 1989-2018, Miljø- og Fødevareudvalget 2019-20, MOF Alm. del - Bilag 112, GEUS, november 2019
- GEUS, 2019d: Fælles grundvand, fælles ansvar, WP3 Stoftransport og risikovurdering, Ida M. Valentin Christiansen, Anders R. Johnsen, Jacob Kidmose & Torben O. Sonnenborg, GEUS rapport 2019/14.
- GEUS, 2019e: Danmarks Digitale Jordartskort 1:25.000. https://data.geus.dk/geusmap/?map-name=denmark#baselayer=baseMapDa&optlayer=&extent=38636.363359244075,5874767.04526749,1076363.636640756,6575232.95473251&layers=jordartskort_25000
- Landbrugsstyrelsen, 2014: Udtræk af dyrkede marker i 2014, lfst.dk
- Lenschow et al., 2016: Pesticider – udvidede analysepakker anskueliggør nye forureningsproblemer. Søren Rygaard Lenschow, Katrine Oest, Jacqueline Anne Falkenberg, Tove Svendsen og Jesper Lindgren Gregersen. Miljø og Ressourcer nr. 4 2016, Regionernes Videncenter for Miljø og Ressourcer.

Nielsson, 2019: De Danske Sukkerfabrikker. Tommy Nielsson. Artikel publiceret på Jernbanen.dk. © Jernbanen.dk 2019 via <https://www.jernbanen.dk/artikler.php?artno=53>

Middeldatabasen, 2019: Opslag i Middeldatabasen via <https://middeldatabasen.dk/> (SEGES)

Miljø- og Fødevareministeriet, 2012: Bekendtgørelse nr. 919 af 13/9-2012 vedr. opbevaringsforbud pr. 15/12-2012.

Miljøstyrelsen, 1997: Boringskontrol på vandværker. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 2 1997.

Miljøstyrelsen, 2000: Pesticiders udvaskelighed - Vurdering af usikkerheden på DT50 og Koc der anvendes i GUS. Bo Lindhardt, Inge Formgaard, Walter Brüsich og Rossanna Bossi. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen Nr. 1 2000.

Miljøstyrelsen, 2013: Miljøstyrelsen, Skelnen mellem pesticidkilder, Miljøprojekt nr. 1502, 2013

Pesticiddatabasen, 2019: Udtræk fra Pesticiddatabasen, Videncenter for Miljø og Ressourcer, 2019, via <https://www.miljoeogressourcer.dk/pesticiddata/pesticiddatabase.php>

PPDB, 2019: Pesticide Properties DataBase – PPDB. University of Herfordshire via <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/atoz.htm>

Region Sjælland, 2019a: Pesticidpunktkildeopsporing på Agersø, samlet vurdering af pesticidbelastningen af grundvandet på Agersø, Orbicon, september 2019

Region Sjælland, 2019b: Pesticidpunktkildeopsporing på Omø, samlet vurdering af pesticidbelastningen af grundvandet på Omø, Orbicon, juli 2019

Region Syddanmark, 2013: Udviklingsprojekt vedrørende indsamling af historisk materiale og gennemførelse af forureningsundersøgelser af pesticidpunktkilder i det åbne land i grundvandsinteresse-område Børkop. Samlerapport udarbejdet af NIRAS for Regions Syddanmark, 2013.

Region Syddanmark, 2017: Lok.nr. 483-70104: Maskinstation, Guleshøj 11, Ørritslev, 5471 Sønderlø. Videregående forureningsundersøgelse. Rapport udarbejdet af NIRAS for Region Syddanmark 2017.

Region Syddanmark 2018: Fund af pesticider i vand fra almene vandværker - Idékatalog til vandværker og myndigheder. Idékatalog udarbejdet af NIRAS for Region Syddanmark 2018.

Region Syddanmark, 2019a: Partnerskabsprojekt om pesticidfund ved Læborg Vandværk, Vejen Kommune. Læborg Vandværk – samlerapport. Forurening med pesticider og nedbrydningsprodukter. Rapport udarbejdet af NIRAS for Regions Syddanmark, januar 2019.

Region Syddanmark, 2019b: Partnerskabsprojekt om pesticidfund ved Aike Vandværk, Esbjerg Kommune. Aike Vandværk – samlerapport. Forurening med pesticider og nedbrydningsprodukter. Rapport udarbejdet for Region Syddanmark 2019.

Region Syddanmark 2020a: Risagervej 10, Aike 6740 Bramming. Lokalitets nr. 557-32101 Videregående undersøgelser. Rapport udarbejdet af NIRAS for Region Syddanmark, udkast dec. 2019.

Region Syddanmark 2020b: Risagervej 13, Aike 6740 Bramming. Lokalitets nr. 561-81124 Videregående undersøgelser. Rapport udarbejdet af NIRAS for Region Syddanmark, udkast dec. 2019.

Vandcenter Syd, 2015: Bolbro Kildeplads, Handleplan, Vandcenter Syd 2015.

Videnscenter for Jordforurening, 2013: Branchebeskrivelse for sukkerfabrikker og tilhørende saftstationer - med fokus på jordbassiner. Teknik og Administration, Nr. 1 2013. Videncenter for Jordforurening.

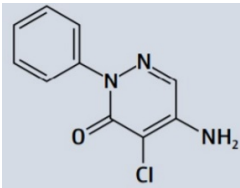
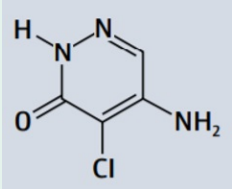
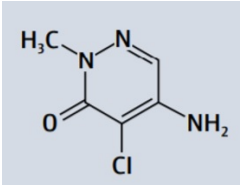
Appendiks 1 Egenskaber for chloridazon og desphenyl-chloridazon

Dette afsnit omhandler en gennemgang af de fysisk-kemiske egenskaber for chloridazon og nedbrydningsproduktet heraf, desphenyl-chloridazon (DPC). Nedbrydningen af chloridazon er herudover beskrevet.

Chloridazon (CAS no. 1698-60-8) er et herbicid, som tidligere er blevet anvendt ved dyrkning af bl.a. roer (midlet Pyramin). Stoffet er også kendt under navnet pyrazon.

Der er forekommer en række nedbrydningsprodukter af chloridazon, hvor desphenyl-chloridazon (DPC) og methyl-desphenyl-chloridazon (MDPC) er relevante nedbrydningsprodukter i grundvand (Pesticidbasen, 2019; PPDB, 2019 og EFSA, 2017). Navngivning, CAS nr., kemiske strukturer for chloridazon og nedbrydningsprodukterne DPC og MDPC fremgår af TABEL A1.1.

TABEL A1.1 Navngivning og kemisk struktur af chloridazon og relevante nedbrydningsprodukter

Navne	IUPAC navn / kemisk formel	CAS nr. (EC-nr.)	Strukturformel	Bemærkning
Chloridazon Pyrazon	5-amino-4-chloro-2-phenylpyridazin-3(2H)-one $C_{10}H_8ClN_3O$	1698-60-8 EC nr.: 216-920-2		Moderstof
Desphenyl-chloridazon Chloridazon-desphenyl DPC Metabolit B	5-amino-4-chloro-3(2H)-pyridazinone $C_4H_3ClN_3O$	6339-19-1 EC nr.: 693-510-1		Primære nedbrydningsprodukt /3/
Methyl-desphenyl-chloridazon MDPC Metabolit B1	5-amino-4-chloro-2-methyl-3(2H)-pyridazinone $C_5H_6ClN_3O$	17254-80-7 EC nr.: 605-639-4		Sekundært nedbrydningsprodukt som oftest forekommer i mindre andel end DPC /3/

A1.1 Fysisk-kemiske egenskaber

Data for fysisk-kemiske parametre er vist i TABEL A1.2. Disse viser, at moderstoffet chloridazon er præget af høj opløselighed samt, at stoffet har en relativ lav binding til sediment.

TABEL A1.2 Fysisk kemiske egenskaber. Data stammer fra Pesticiddatabasen, 2019; PPDB, 2019 og EFSA, 2007,

Stof	Molvægt	Opløselighed	logK _{ow}	K _{f oc}	K _d (alle jordtyper)	pKa	Damptryk	Henry's konstant	Bemærkninger
Enhed	g/mol	mg/l		ml/g	ml/g		Pa	Pa·m ³ /mol	
Chloridazon	221,6	340-422	1,19	89-340	0,07-5,96	3,3	1*10 ⁻⁵	6,5x10 ⁻⁶ - 5,3x10 ⁻¹⁰	Svag syre Ingen indikation af at pH har betydning for sorption /3/
Desphenyl-chloridazon (DPC)	145,6	87.820*	-1,59*	29-74	0,48	-	7,8*10 ⁻⁴	1,7*10 ⁻⁵	Ingen indikation af at pH har betydning for sorption /3/
Methyl-desphenyl-chloridazon (MDPC)	159,6	50.240*	-1,38*	27-216	-	-	-	-	Ingen indikation af at pH har betydning for sorption /3/

-: Ingen oplysninger

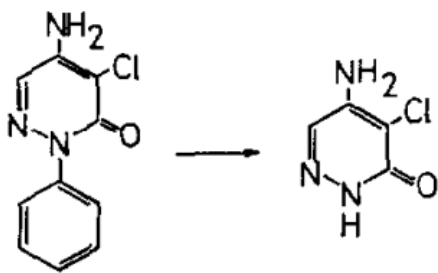
*: Data for opløselighed og logK_{ow} hentet fra PPDB. 2019. Oplysninger i Pesticiddatabasen, 2019 er forkerte. Beregninger udført af NIRAS med software - EPA Estimation Programs Interface (EPI) suite TM giver samme resultater som PPDB, 2019.

Nedbrydningsprodukterne DPC og MDPC har en meget høj opløselighed og meget lav binding til sediment, karakteriseret ved lav logK_{ow} og K_d-værdier, som medfører at, nedbrydningsprodukterne i meget lille omfang sorberer til organisk stof i jord/sedimentet. Til sammenligning har det "mobile" nedbrydningsprodukt 2,6-dichlorbenzamid (BAM) en logK_{ow} på 0,77, mens DPC har en logK_{ow} på -1,59 (logK_{ow} < 0 indikerer, at DPC hovedsagelig findes i vandfasen og ikke bindes til en organisk fase).

De lave damptryksværdier og Henry's konstanter indikerer, at chloridazon og DPC ikke afdamper fra jord eller grundvand.

A1.2 Nedbrydning af chloridazon

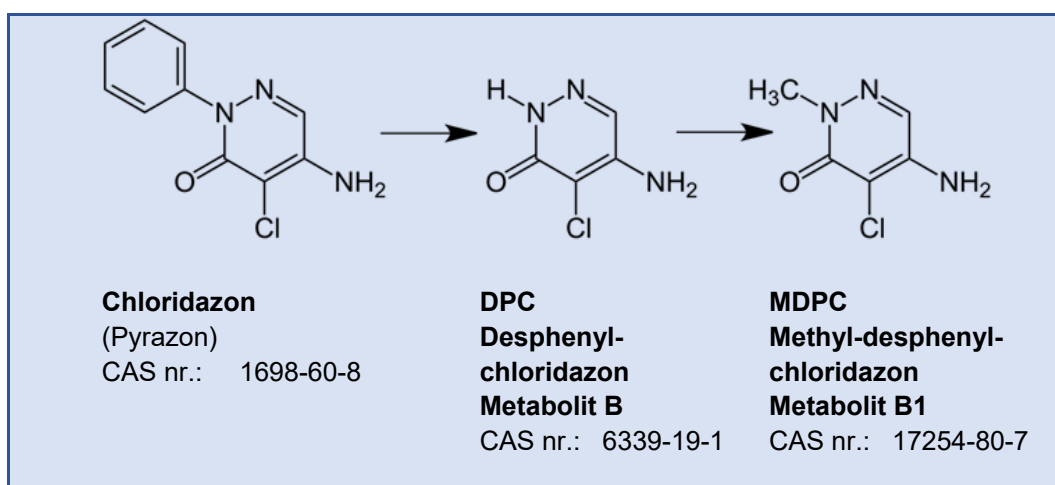
Nedbrydning af chloridazon i jord blev påvist af de danske jordbrugsforskere Engvild og Jensen i 1969. De påviste, at chloridazon nedbrydes mikrobiologisk til DPC i jord – se A1.1. Der blev ved laboratorieforsøg isoleret en uidentificeret bakterie, som kunne nedbryde chloridazon. Tilsætning af bakterien til jord fremmede nedbrydningen. Benzenringen på den pyridazinon ringstruktur af chloridazon blev nedbrudt, og de vurderede, at benzen anvendes som kulstofkilde ved den mikrobielle nedbrydning. Engvild og Jensen angiver i artiklen fra 1969, at man bør være opmærksom på, at DPC er stabilt i jord, og at anvendelse af chloridazon kan medføre ophobning af nedbrydningsprodukter med ukendte egenskaber i jorden (Engvild et al., 1969).



Pyrazon

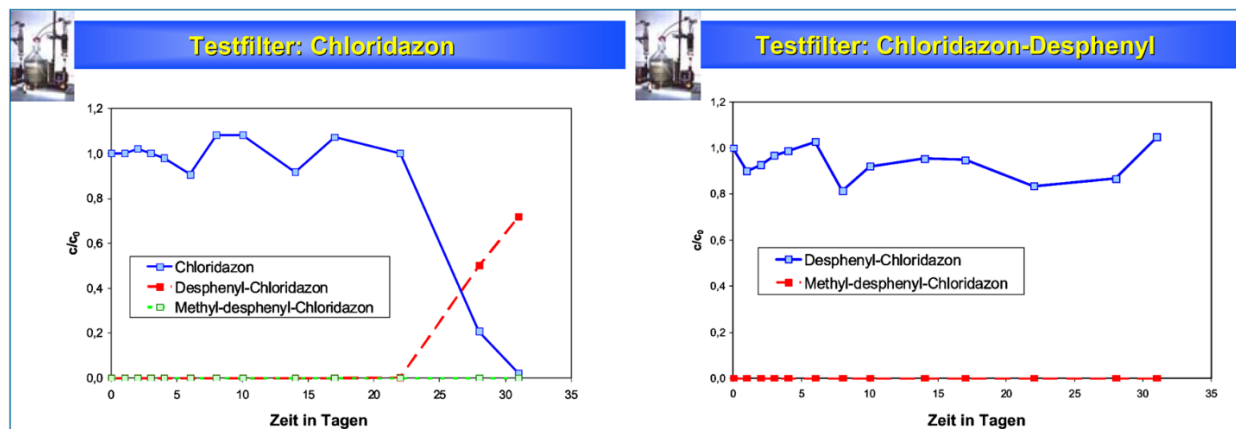
FIGUR A1.1 Nedbrydning af chloridazon (pyrazon) til desphenyl-chloridazon (Engvild et al. 1969)

Nedbrydningsproduktet MDPC forekommer yderligere ved nedbrydning af DPC i jord og grundvand – vist i FIGUR A1.2 (EFSA, 2019 og Bayerischen Landesamtes für Umwelt, 2008). Sammenhængen og nedbrydningsveje er ikke helt klarlagt.



FIGUR A1.2 Nedbrydning af chloridazon til DPC og MDPC

Nedbrydningsforsøg udført i laboratoriet (testfilter) i Tyskland (Bayerischen Landesamtes für Umwelt, 2008) viser, at der under aerobe forhold sker en relativ hurtig omsætning af chloridazon til DPC efter en lagfase på ca. 20 dage. Nedbrydningsvejen er illustreret i FIGUR A1.3, hvor mulighed for en forskydning i ligevægt mellem DPC og MDPC ligeledes er vist. Tilsvarende forsøg med DPC viser ingen omsætning af DPC inden for samme tidshorisont (Bayerischen Landesamtes für Umwelt, 2008).



FIGUR A1.3 Nedbrydning af chloridazon og desphenyl-chloridazon i testfilter (Bayerischen Landesamtes für Umwelt, 2008)

Data for nedbrydning og vurdering af udvaskningsrisiko er vist i TABEL A1.3. GUS indeks (Groundwater Ubiquity Score) er en simpel beregnet værdi, som udtrykker stoffets potentielle risiko for udvaskning til grundvand. GUS index er en funktion af stoffets nedbrydning i jord og evne til at adsorbere på organisk kulstof i jord (PPDB, 2019/3/ og Miljøstyrelsen 2000):

$$\text{GUS index} = (\log DT_{50}) \times (4 - \log K_{oc})$$

Generelle regel for udvaskning er følgende (PPDB; 2019 og Miljøstyrelsen, 2000):

- GUS-index < 1,8 : ikke sandsynlig udvaskelig
- GUS-index 1,8-2,8 : mulig udvaskelig
- GUS-index > 2,8 : sandsynlig udvaskelig

TABEL A1.3 Halveringstid jord og GUS-index for chloridazon og nedbrydningsprodukter

Stof/param	DT ₅₀ jord (aerob) /3/	DT ₅₀ (anaerob) /7/	GUS-indeks /3/
Enhed	Dage	Dage	
Chloridazon	31 (felt 34,7)*	370-607	2,78
Desphenyl-chloridazon	108 (felt 235,5)**	-	4,66
Methyl-desphenyl-chloridazon	145***	-	4,39

*: EU/EFSA angiver at DT₅₀ målt ved laboratorieforsøg ligger i intervallet 8,6-173 dage for forskellige jordarter, og for feltstudier er DT₅₀ i intervallet 3-97 dage (EFSA, 2007). Chloridazon karakteriseres moderat persistent baseret på nedbrydning i jord (DT₅₀) under aerobe forhold (PPDB, 2019).

**: EU/EFSA, 2007 dokument angiver at DT₅₀ målt ved laboratorieforsøg ligger i intervallet 80-132 dage for forskellige jordarter og for feltstudier er DT₅₀ i intervallet 130-132 dage (EFSA, 2007). DPC karakteriseres som persistent (PPDB, 2019).

***: EU/EFSA dokument angiver at DT₅₀ målt ved laboratorieforsøg ligger i intervallet 118-170 dage (EFSA, 2017). MDPC karakteriseres som persistent (PPDB, 2019).

TABEL A1.3 indikerer, at chloridazon er moderat persistent under aerobe forhold og er sandsynligvis udvaskeligt (GUS). Desuden er DPC og MDPC persistente under aerobe forhold og sandsynligvis udvaskelig. Som det fremgår af TABEL A1.3, så er chloridazon persistent (DT₅₀ på mere end 370 – 607 dage) under anaerobe forhold. Ved grundvandsundersøgelser påvises chloridazon meget sjældent, som sandsynligvis skyldes hurtig omsætning til de mere persistente nedbrydningsprodukter (se afsnit 3).

Erfaringer viser, at redoxforhold ikke har betydning for nedbrydning af nedbrydningsproduktet DPC, som påvises både under aerobe og anaerobe forhold. Følgende eksempel fra Aike Vandværk viser persistens af DPC, da der ikke sker nedbrydning af DPC ved vandbehandling i vandværket. Indvindingen sker fra fire borer med varierende indhold af DPC – se FIGUR A1.4. Boringerne anvendes på skift, og er bestykket med forskellige pumpeydelse. Råvandet fra borerne er anaerobt (vandtype C – svagt reduceret) og vandbehandling omfatter beluftning og filtrering i sandfiltre. TABEL A1.4 viser samtidige resultater ved prøvetagning af indvindingsboringer samt af drikkevand ved afgang fra vandværk (Region Syddanmark, 2018).



FIGUR A1.4 Indhold af DPC og pumpebestykning i Aike vandværk (Region Syddanmark, 2018)

TABEL A1.1 Målte indhold af DPC i indvindingsboringer samt beregnede/målte indhold i drikkevand ved afgangsvand fra Aike vandværk (Region Syddanmark, 2018)

Aike vandværk	Pumpeydelse drift m³/h				Råvand DPC µg/l				Drikkevand DPC µg/l	
Dato	131.974	131.989	131.990	131.991	131.974	131.989	131.990	131.991	Beregnet	Målt
25-04-2017	60		30	30	0,09	<0,01	0,12	0,016	0,079	0,082
29-05-2017		60	30	30		<0,01	0,12	0,016	0,034	0,036
21-08-2017		60	30	30		<0,01	0,11	0,014	0,031	0,033
18-09-2017	60	60			0,12	<0,01			0,060	0,054
11-12-2017	60	60			0,086	<0,01			0,043	0,044

Der er på baggrund af målte koncentrationer i råvand og boringernes pumpeydelser udført beregninger af indholdet af DPC i drikkevandet efter opblanding i vandværket. Der er ikke væsentlig forskel på det beregnede indhold i drikkevandet sammenlignet med de målte værdier i drikkevandet ved afgang fra vandværk. Der sker således ingen nedbrydning eller anden fjernelse omsætning af DPC ved vandbehandling i Aike Vandværk (Region Syddanmark, 2018).

Vurderingen af de fysisk-kemiske egenskaber og nedbrydningsforholdene viser, at kombinationen af persistens og stor mobilitet i grundvandsmagasiner medfører, at nedbrydningsprodukterne af chloridazon udgør en potentiel risiko for forurening af grundvand.

Appendiks 2 Opsamling på fund af DPC

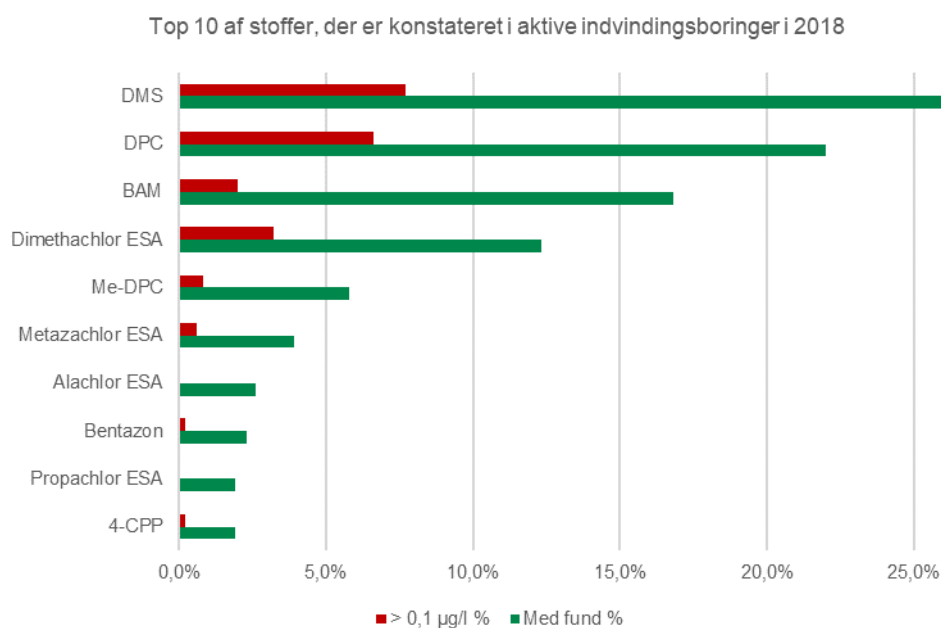
Der foreligger data fra analyser fra indvindingsboringer og GRUMO-boringer siden 2017 samt fra regionernes undersøgelser siden 2012. Dette samlede datamateriale indgår i denne opsamling af fund af DPC i Danmark. Der er indsamlet data fra følgende:

- Udtræk fra Jupiter vedr. boringer, som er angivet som aktive indvindingsboringer pr. 8. juli 2019 (GEUS, 2019a)
- Udtræk fra Jupiter vedr. GRUMO-boringer pr. 8. juli 2019 (GEUS, 2019a)
- Udtræk fra regionernes GeoGIS databaser pr. 19-28. juni 2019 (Danske regioner, 2019)

I datamaterialet indgår alle analyser, hvor DPC har været en del af pakken. I datasættet indgår 622 indvindingsboringer, 126 GRUMO-boringer og 651 boringer fra GeoGIS (punktkilder). I udtrækket fra Jupiter vedr. de aktive indvindingsboringer, kan der være boringer, der er taget midlertidigt ud af drift bl.a. på grund af fund af pesticider. Det har dog ikke været muligt at tage disse ud af datasættet, da deres status står som aktive i Jupiter. I databehandlingen er ikke medtaget pejle- og monitoringsboringer tilhørende vandværkerne, men vurdering af fund herfra indgår i den samlede vurdering af fund og input til mulige indikatorer for DPC i forhold til punktkilder og fladekilder.

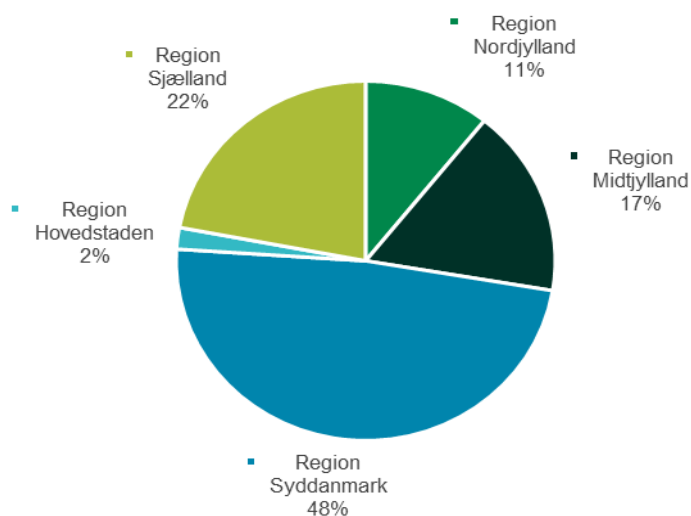
A2.1 Fund af DPC

DPC er det stof, som i 2018 blev konstateret i næstflest aktive indvindingsboringer efter DMS. På landsplan er der fund af DPC i 22 % af alle aktive indvindingsboringer i 2018 og i 6,6 % af alle aktive boringer, er der fund over grænseværdien (GEUS 2019c). I FIGUR A2.1 er vist de hyppigst fundne stoffer i aktive indvindingsboringer i 2018.



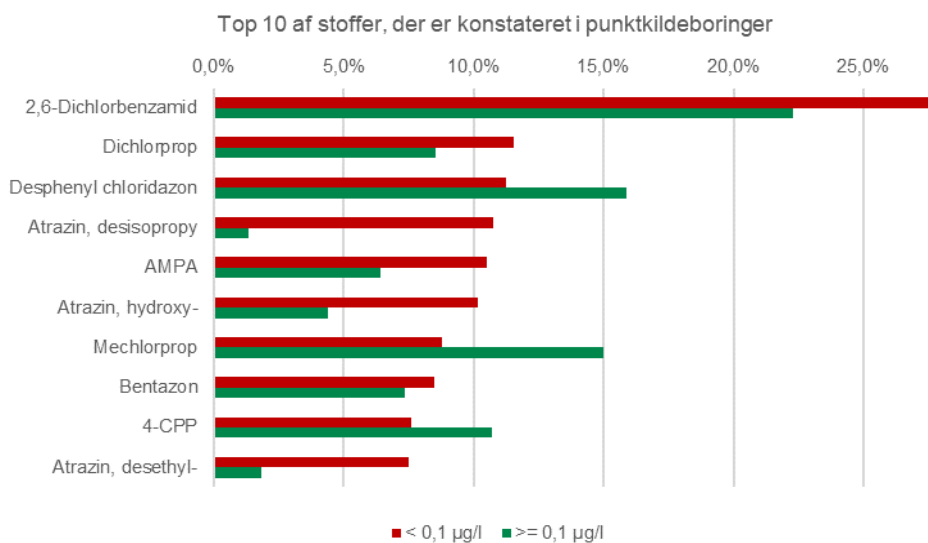
FIGUR A2.1 De 10 stoffer, som oftest er konstateret i aktive indvindingsboringer i 2018 (GEUS, 2019c)

Fordelingen mellem de fem regioner er vist i FIGUR A2.2. Her fremgår det, at næsten 50 % af indvindingsboringerne er beliggende i Region Syddanmark, heraf ligger næsten halvdelen på Fyn. Knap en fjerdedel af indvindingsboringerne med fund af DPC ligger i Region Sjælland, mens hhv. 17 % og 11 % af indvindingsboringerne med fund af DPC er beliggende i Region Midtjylland og Region Nordjylland. Der er kun et mindre antal indvindingsboringer i Region Hovedstaden med fund af DPC (GEUS, 2019a).



FIGUR A2.2 Fordeling af indvindingsboringer i Danmark med fund af DPC (GEUS, 2019a)

DPC begyndte at blive en del af regionernes analysepakker i 2012. Det fremgår af FIGUR A2.3 hvilke stoffer, som oftest er konstateret i de vandprøver fra undersøgelsesboringer, hvor DPC også har været en del af analysepakken (Danske regioner, 2019). Her ses det, at DPC er det stof, som konstateres over detektionsgrænsen i tredje flest boringer, som er placeret på lokaliteter med punktkilder. Hvis man ser bort fra BAM, er det DPC, som oftest konstateres over detektionsgrænsen på de undersøgte lokaliteter. Resten af pesticiderne i top-10 domineres af phenoxysyrer, nedbrydningsprodukter til atrazin og AMPA, som er et nedbrydningsprodukt af glyphosat. I FIGUR A2.1 fremgik det, at ESA-metabolitter ofte forekom i indvindingsboringer. Disse stoffer er først blevet en del af regionernes analysepakke i 2019.



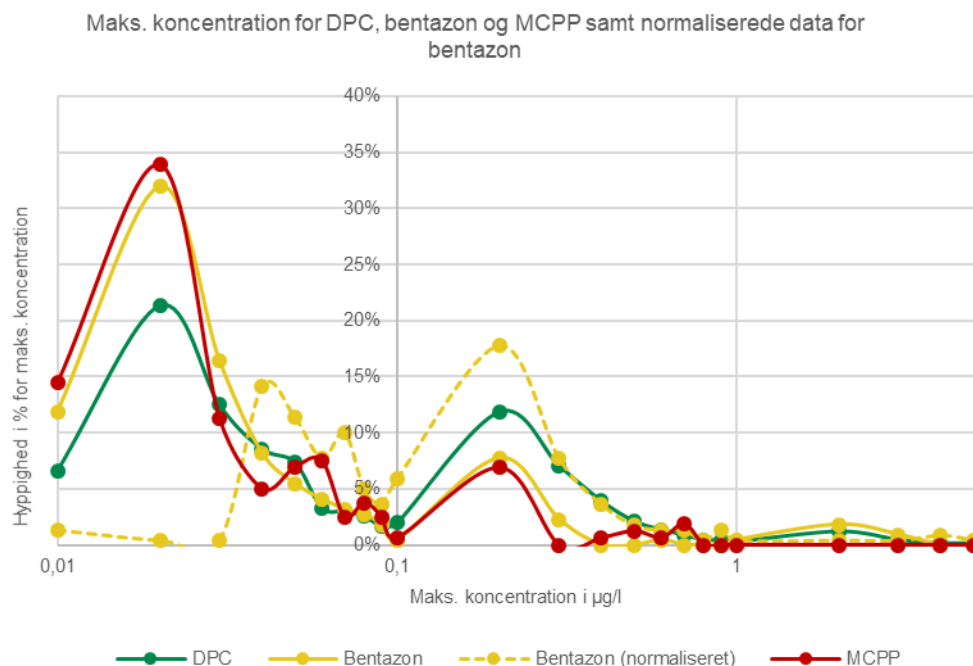
FIGUR A2.3 De 10 stoffer, som oftest er konstateret i vandprøver fra undersøgelsesboringer, hvor der er analyseret for DPC. Resultatet er fra den seneste analyse (Danske regioner, 2019)

Der er foretaget en sammenligning med DPC i forhold til nogle af de stoffer, der oftest konstateres i indvindingsboringerne jf. grundvandsovervågningen fra 2017 (GEUS, 2019b). Dette er vist i FIGUR A2.2. Der er medtaget bentazon, som fortsat er tilladt samt MCPP, som et stof, der ofte konstateres ved punktkildeundersøgelser. Det skal dog bemærkes, at stofferne ikke har været i handlen i de samme perioder. Hyppigheden i de målte koncentrationer er normaliseret i forhold til en gennemsnitlig dosering af aktivstoffet (Middeldatabasen, 2019). Dette er samlet i TABEL A2.1, hvor der kun er medtaget de midler, hvor stoffet er det eneste aktiv stof samt kun flydende midler.

TABEL A2.1 Udvalgte stoffer med middel og behandlingsindeks (Middeldatabasen, 2019)

Stof	Middel	Indhold	Gennemsnitlig dosering	Gennemsnitligt behandlingsindeks for alle afgrøder	Gennemsnitligt behandlingsindeks	Gennemsnitlig dosering
Chloridazon (moderstof til DPC)	Pyramin FL	430 g/l	390 g/l	7,43 l/ha	6,74 l/ha	2.629 g/ha
	DLG Pyramin FL	350 g/l		6,05 l/ha		
Bentazon	Basagran 480	480 g/l	480 g/l	1,67 l/ha	1,67 l/ha	802 g/ha
	Bentazon 480	480 g/l		1,67 l/ha		
	Troy	480 g/l		1,67 l/ha		
MCPP	BASF_MP 575	575 g/l	558 g/l	5,22 l/ha	4,74 l/ha	2.645 g/ha
	Duplosan MP	600 g/l		3,00 l/ha		
	Herbattox_MP 500	500 g/l		6,00 l/ha		

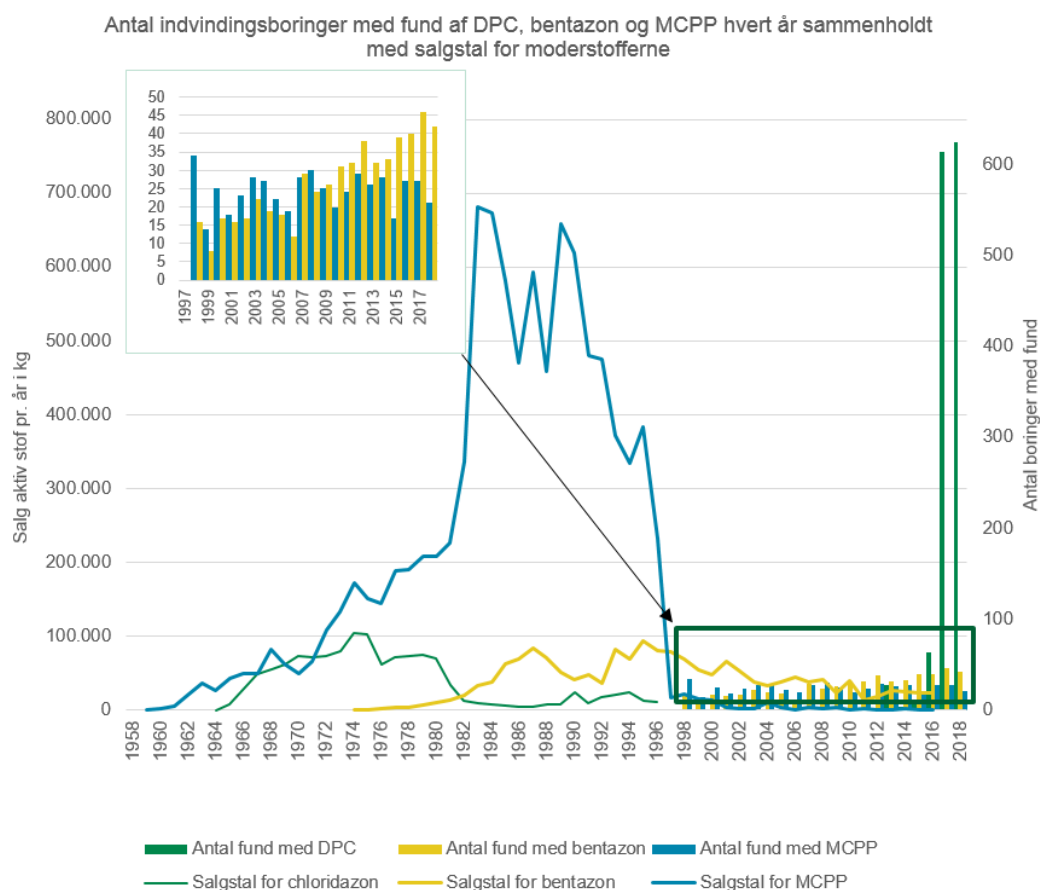
I FIGUR A2.4 er plottet hyppigheden af de maksimale målte koncentrationer af DPC, bentazon og MCPP. Datasættet for bentazon er på baggrund af TABEL A2.1 normaliseret i forhold til chloridazon ud fra forholdet mellem de gennemsnitlige doseringer. Det vil sige, at i og med at dosering af bentazon er lavere end chloridazon, må der forventes højere koncentrationer af bentazon i indvindingsboringerne, såfremt der var anvendt samme dosering som for chloridazon, samt at de dyrkede arealer har samme størrelse. Der er ikke foretaget en tilsvarende normalisering af data for MCPP, da den gennemsnitlige dosering er nogenlunde den samme som for chloridazon (se TABEL A2.1).



FIGUR A2.4 Maks. koncentration af DPC sammenlignet med maks. koncentration for bentazon og MCPP samt normaliserede bentazon-data i forhold til dosering af DPC (GEUS, 2019a)

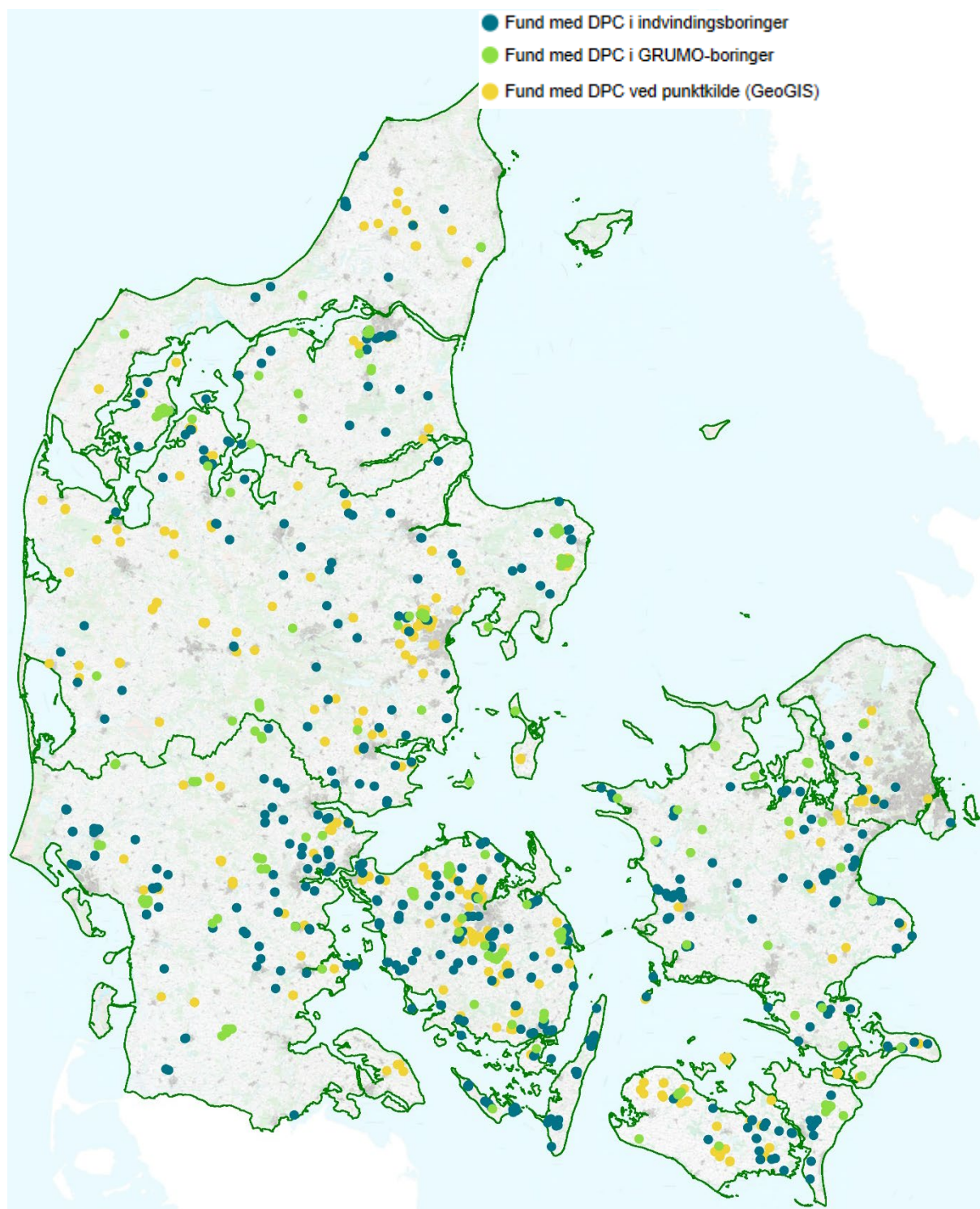
Det fremgår af FIGUR A2.4, at DPC hyppigere konstateres i højere koncentrationer end bentazon og MCPP. Mønstrene for fund af bentazon og MCPP minder om hinanden, hvor størstedelen af fundene ligger under grundvandskvalitetskriteriet på 0,1 µg/l, ca. 85-90 %. For DPC ligger ca. 30 % over grundvandskvalitetskriteriet. Datasættet for bentazon, hvor der er foretaget en normalisering i forhold til doseringen af chloridazon, ændrer sig således, at der nu er en større andel over grundvandskvalitetskriteriet; svarende til 40 %. DPC og bentazon er lige kritiske i forhold til deres mobilitet og persistent, mens man i mindre grad finder MCPP, fordi det er mere nedbrydelig.

I FIGUR A2.5 er vist antal indvindingsboringer pr. år med fund af de tre stoffer i forhold til, hvornår stofferne har været i brug samt mængde af solgt, aktiv stof. Det skal bemærkes, at der kun er analyseret for DPC siden 2013 i indvindingsboringer, og at det på det tidspunkt kun var en mindre del af borerne, der blev analyseret for stoffet. Der er i figuren indsat et mindre diagram, som viser udviklingen i antal fund af bentazon og MCPP siden 1998. Dette viser, at antal fund af MCPP kun varierer i mindre grad, mens antal fund af bentazon er stigende. Det tyder derfor på, at til trods for at MCPP har været solgt i store mængder, så kan de fysisk/kemiske egenskaber for DPC og bentazon være årsagen til den stigende tendens i antal fund pr. år.

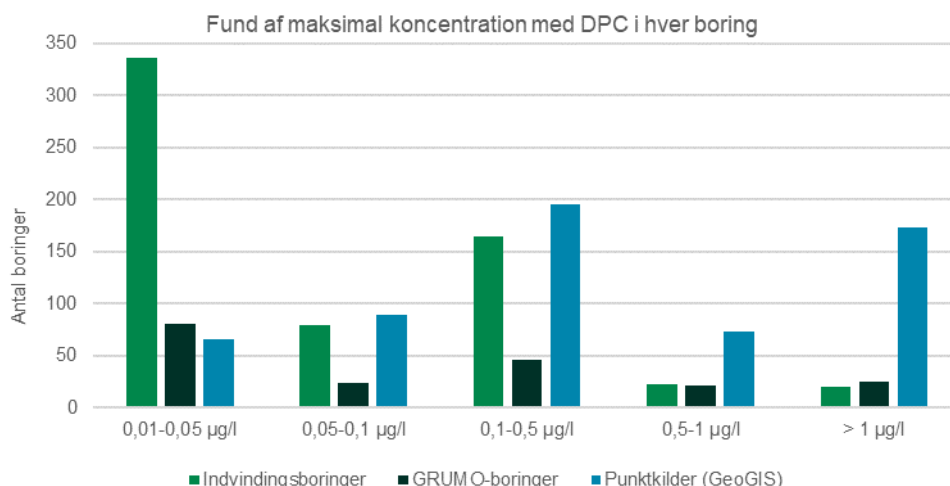


FIGUR A2.5 Sammenligning med antal indvindingsboringer med fund af DPC, bentazon og MCPP pr. år samt salgstal for chloridazon, bentazon og MCPP. Det lille diagram i venstre hjørne viser et forstørret udsnit af fund af bentazon og MCPP (GEUS, 2019a)

Fund af DPC i indvindingsboringer; GRUMO-boringer og undersøgelsesboringer (punktkilder) er vist i FIGUR A2.6. I FIGUR A2.7 ses i hvilke koncentrationsintervaller, DPC er konstateret i de enkelte datasæt.



FIGUR A2.6 Fund af DPC i indvindingsboringer, GRUMO-boringer og ved undersøgte punktkilder (GEUS, 2019a og Danske regioner, 2019)



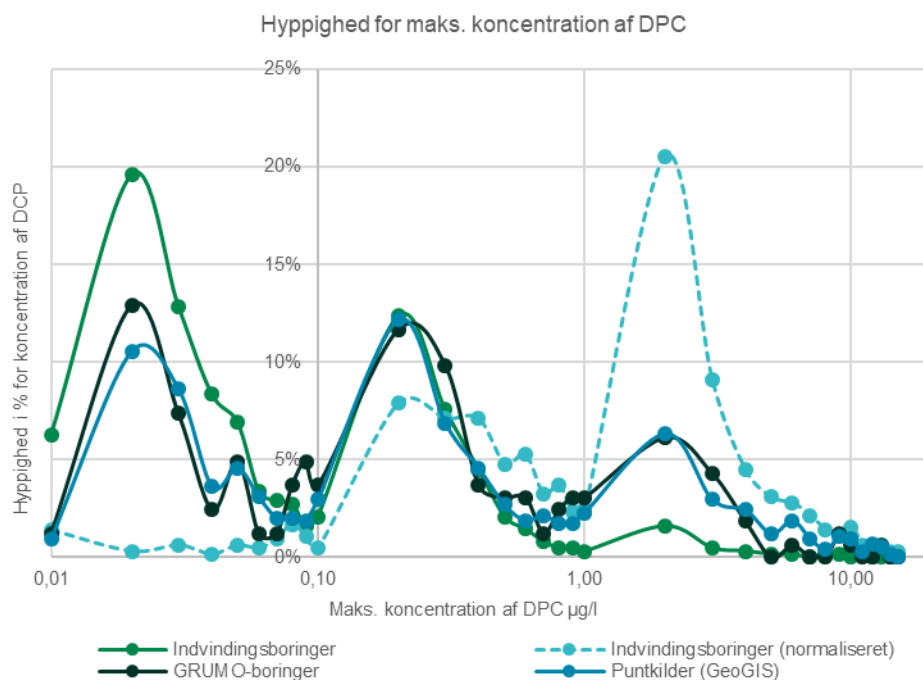
FIGUR A2.7 Den maksimale koncentration af DPC, der er konstateret i de tre datasæt vedr. indvindingsboringer, GRUMO-boringer og punktkilder (GEUS, 2019a og Danske regioner, 2019)

Det fremgår af figuren, at i de fleste indvindingsboringer ligger den maksimale koncentration af DPC i intervallet 0,01-0,05 µg/l, mens der er færre indvindingsboringer, hvor fundene ligger over 0,5 µg/l. Niveauet for antal GRUMO-boringer er nogenlunde ens i alle koncentrationsintervaller. For boringer på lokaliteter med punktkilder, er der mere end 70 boringer i hvert koncentrationsinterval, herunder flest i intervallet fra 0,1-0,5 µg/l.

Det er ikke overraskende, at de fleste fund i indvindingsboringerne er placeret i intervallet mellem 0,01-0,1 µg/l, mens der er flere fund i koncentrationer højere end 1 µg/l i GRUMO-boringer og punktkildeboringer i forhold til indvindingsboringerne. Hertil skal det bemærkes, at indvindingsboringerne er i drift og dermed repræsenterer et større vandvolumen og hertil fortyndet, mens der fra GRUMO-boringer og punktkilde-boringer ofte udtages små mængder vand, og prøver herfra repræsenterer vandkemi i et bestemt punkt i magasinet på et bestemt tidspunkt. Hertil skal bemærkes, at der i forbindelse med forureningsundersøgelser ofte placeres flere boringer omkring et hotspot og dermed bliver andelen af boringer med høje fund også større.

Der er endvidere foretaget en vurdering af, hvor hyppigt DPC konstateres i de forskellige datasæt for de tre datasæt for hhv. indvindingsboringer, GRUMO-boringer og boringer placeret i forbindelse med forureningsundersøgelser (punktkilder). Disse vurderinger fremgår af FIGUR A2.8. Vandprøver fra indvindingsboringer repræsenterer et større vandvolumen på grund af den aktive indvinding. Der er i FIGUR A2.8 foretaget en normalisering af de målte koncentrationer i indvindingsboringerne således, at der tages højde for indvindingsmængden, når der sammenlignes med GRUMO-boringer og punktkildeboringer. Dette er gjort ved at tage den seneste aktuelle indvinding pr. anlæg og fordele den på det antal aktive boringer, der er tilknyttet anlægget. Der er herefter normaliseret i forhold til 2.000 m³/år, svarende til en typisk renpumpning før prøvetagning i f.eks. en GRUMO-boring med en ydelse på 3,5-4 l/min.

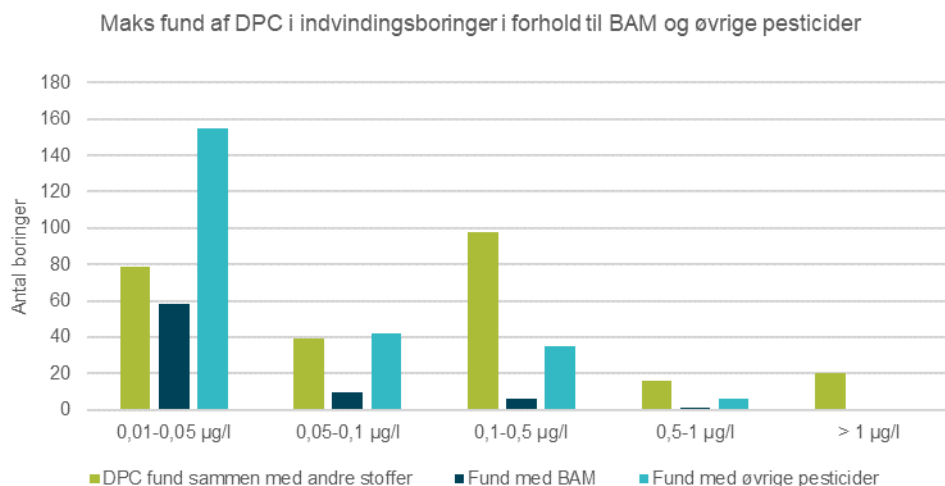
FIGUR A2.8 viser, at de lave niveauer for DPC, der er påvist i indvindingsboringer, afslører, at en meget stor del af de undersøgte magasiner er påvirket af DPC, idet koncentrationen stiger med to-tre størrelsesordener, hvis man normaliserer for indvindingsmængden. Fordeling af de koncentrationer, der er normaliseret i forhold til indvindingen, svarer nogenlunde til tendensen for GRUMO-boringerne og punktkildeboringer. Dette indikerer, at koncentrationen allerede er peaket, selvom der fortsat sker nedsivning af DPC mod de dybere magasiner.



FIGUR A2.8 Hyppighed af maks. koncentration af DPC i de tre datasæt for hhv. indvindingsboringer, GRUMO-boringer og boringer placeret ved punktkilder samt fund i indvindingsboringer, der er normaliseret i forhold til aktuelle indvinding. Bemærk logaritmisk skala. (GEUS, 2019a og Danske regioner 2019)

A2.2 Fund af DPC i forhold til BAM og øvrige pesticider

Fund af DPC er det eneste stof i mere end 50% af indvindingsboringerne. Der er i denne opgørelse set bort fra de analyser, hvor der udelukkende er analyseret for DPC. I en årrække har fund af BAM i indvindingsboringer været en stor udfordring for de almene vandværker. Der er derfor foretaget et udtræk af fund af BAM i de 260 boringer, hvor der har været fund af DPC med henblik på at se, om de to stoffer konstateres i samme koncentrationsintervaller. Der er set på koncentrationen af BAM i den vandprøve, hvor der er konstateret det maksimale indhold af DPC (dvs. samme prøvedato). Den samme øvelse er foretaget med fund af andre pesticider.

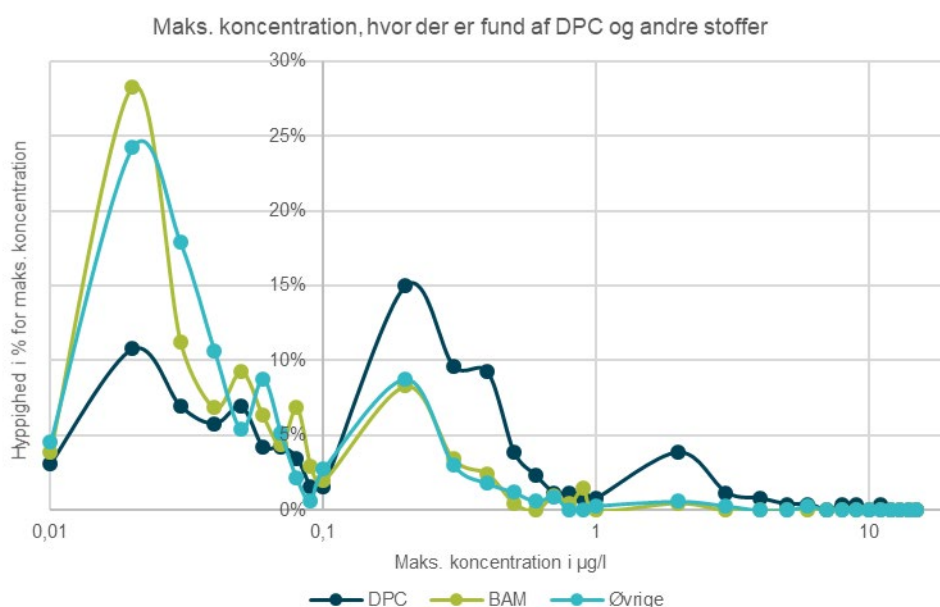


FIGUR A2.9 Koncentrationen af BAM og øvrige pesticider i de vandprøver, hvor der er konstateret indhold af DPC i indvindingsboringer (GEUS, 2019a)

Det fremgår af FIGUR A2.9, at i det lave koncentrationsinterval ligger antal indvindingsboringer med fund af DPC og BAM på samme niveau, mens antallet af indvindingsboringer med BAM er lavere i de øvrige koncentrationsintervaller. Der er flest indvindingsboringer med fund af de øvrige stoffer i koncentrationer mindre end 0,05 µg/l. Der er i ingen af borerne med fund af DPC konstateret indhold af øvrige stoffer på mere end 1 µg/l.

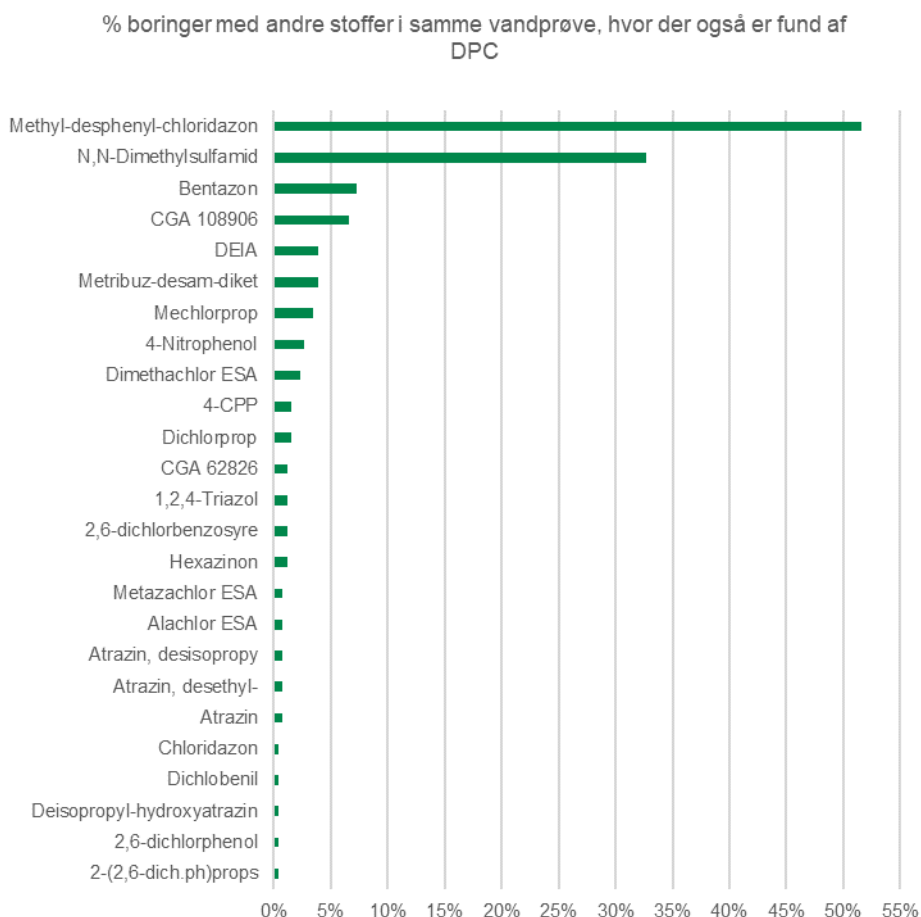
Hvis FIGUR A2.7 og FIGUR A2.9 sammenholdes, ses det, at såfremt DPC konstateres i koncentrationsintervallet mellem 0,01-0,05 µg/l, er det ofte som det eneste pesticid svarende til, at i ca. 75 % af vandprøverne, hvor der konstateres DPC i dette koncentrationsinterval, vil der ikke være fund af andre pesticider. I koncentrationsintervallet mellem 0,05-0,5 µg/l, er DPC det eneste stof i halvdelen af vandprøverne, mens det fra 0,5-1 µg/l, vil være det eneste stof i hver fjerde vandprøve. Når koncentrationen af DPC bliver højere end 1 µg/l, er der i 20 vandprøver også konstateret indhold af andre pesticider dog, som FIGUR A2.9 viser, i lavere koncentrationer.

En anden måde at illustrere dette på er ved at se på hyppigheden af fund af DPC, BAM og øvrige pesticider i forhold til koncentrationer, som det fremgår af FIGUR A2.10. Hyppigheden i de enkelte koncentrationsintervaller er vist i forhold til det samlede antal analyser med fund af stofferne. I figuren fremgår det også, hvordan fundene fordeler sig inden for de enkelte intervaller i de tre datasæt. Det ses, at BAM og de øvrige pesticider oftest konstateres i koncentrationer under 0,02 µg/l, svarende til 25-30 % af fundene, mens DPC oftere konstateres i koncentrationer på 0,2-0,4 µg/l svarende til ca. 35 % af fundene.



FIGUR A2.10 Hyppighed i koncentrationer af DPC, BAM og de øvrige pesticider i indvindingsboringerne. Der er kun medtaget de fund af DPC, hvor der samtidig også er konstateret andre stoffer. Bemærk logaritmisk skala. (GEUS, 2019a)

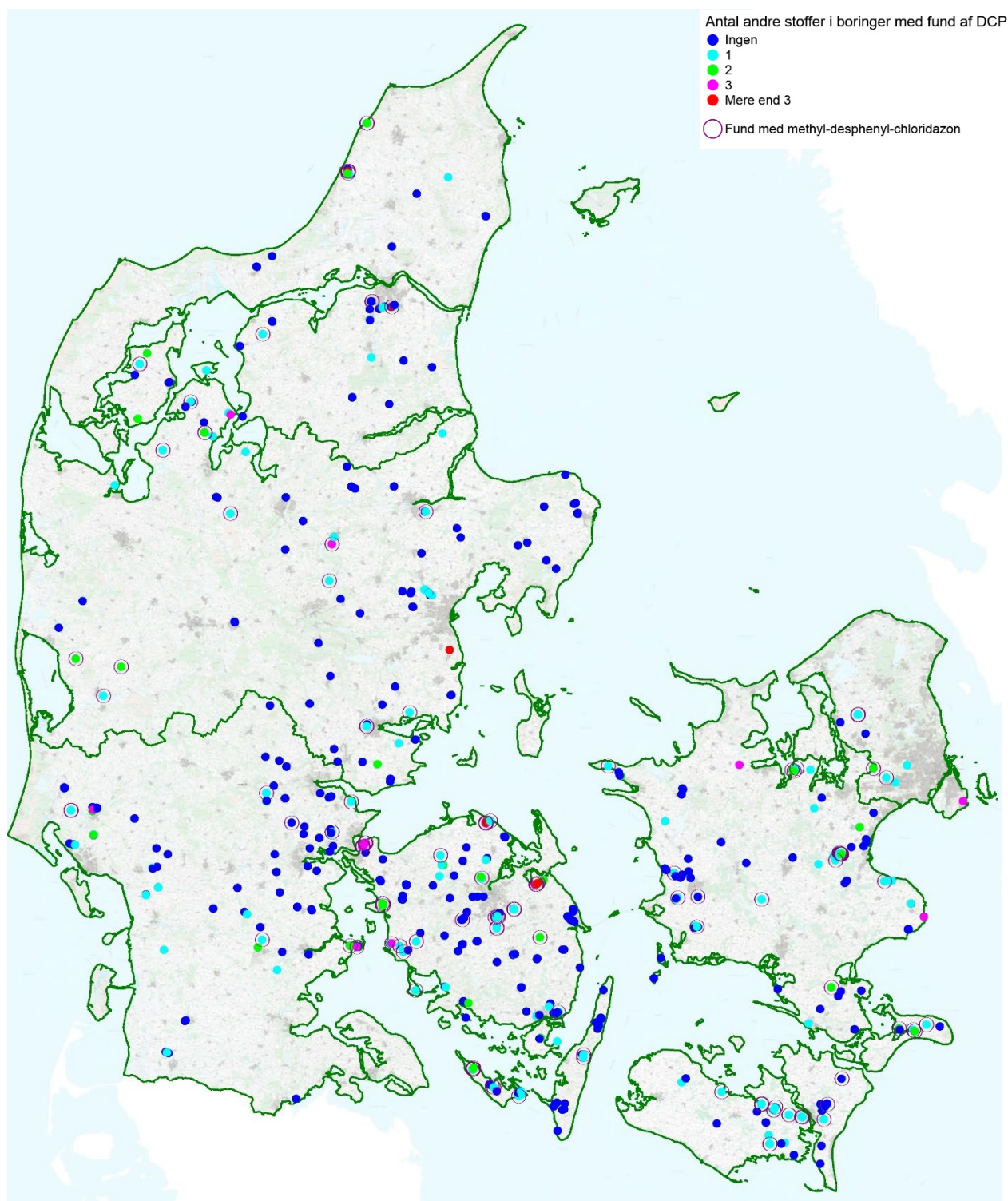
I FIGUR A2.11 er vist, hvilke andre stoffer, der konstateres i de vandprøver fra indvindingsboringer, hvor der er konstateret indhold med DPC. Der er valgt at tage udgangspunkt i den vandprøve fra hver boring, hvor der er konstateret det maksimale indhold af DPC og herefter se på, hvilke andre stoffer, der er konstateret i samme vandprøve.



FIGUR A2.11 Antal fund af andre stoffer i vandprøver fra indvindingsboringer, hvor der er konstateret indhold med DPC (GEUS, 2019a)

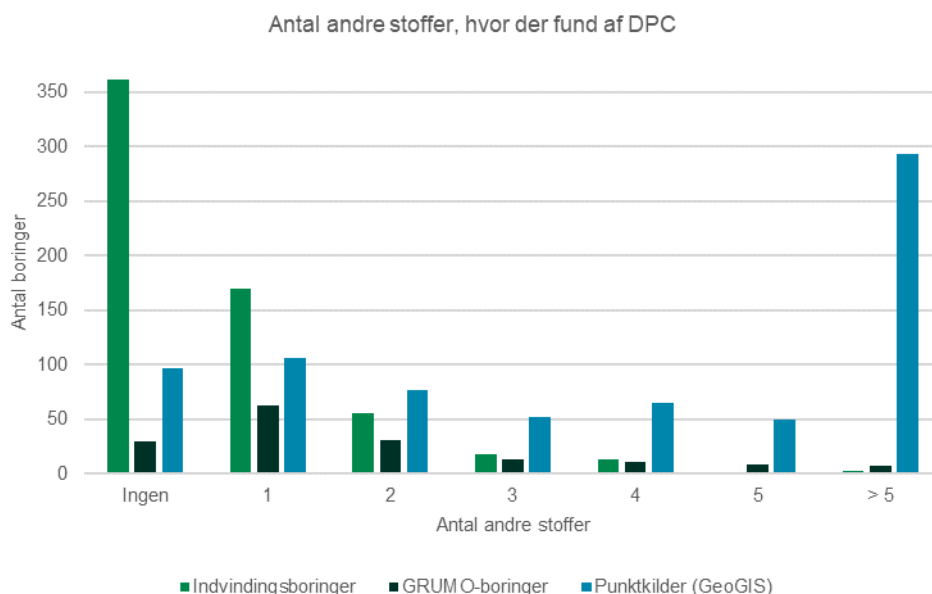
Det fremgår af FIGUR A2.11, at der oftest er fund af nedbrydningsproduktet til DPC, methyl-desphenyl-chloridazon (MDPC) sammen med DPC. I ca. 135 af de 260 vandprøver, hvor der er fund af andre stoffer sammen med DPC, er der tale om MDPC. Der træffes derudover ofte N,N-Dimethylsulfamid (DMS) i 2/3 af de vandprøver, hvor der konstateres andre stoffer sammen med DPC. DMS er et nedbrydningsprodukt af svampemidlet tolylfluanid, som bl.a. har været anvendt i forbindelse med bejdsning af roefrø. De resterende stoffer konstateres i mindre end 7 % af de vandprøver, hvor der også konstateres DPC. De indvindingsboringer, hvor der også er fund af MDPC, er vist i FIGUR A2.12.

Atrazin og bentazon har været brugt til ukrudtsbekæmpelse i majs, som erstattede roer som foder afgrøder. Endvidere er bentazon også brugt til korn, som er dyrket i sædskifte, ved både sukker- og foderroer. Phenoxysyrer (mechlorprop og 4-CPP) er ligeledes anvendt til korn. Der findes også midler, som er blandingsprodukter af bentazon og MCP, bl.a. Basagran. Der er påvist nedbrydningsprodukter af pesticider anvendt i forbindelse med dyrkning af kartofler (metalaxyl, metribuzin m.fl.). I flere områder med malkekøer i Jylland dyrkes der også kartofler. Ved undersøgelser af punktkilder ved Aike og Læborg er der også påvist disse nedbrydningsprodukter (se afsnit 3.3 og 3.5).



FIGUR A2.12 Antal andre stoffer i indvindingsboringer med fund af DCP (GEUS, 2019a)

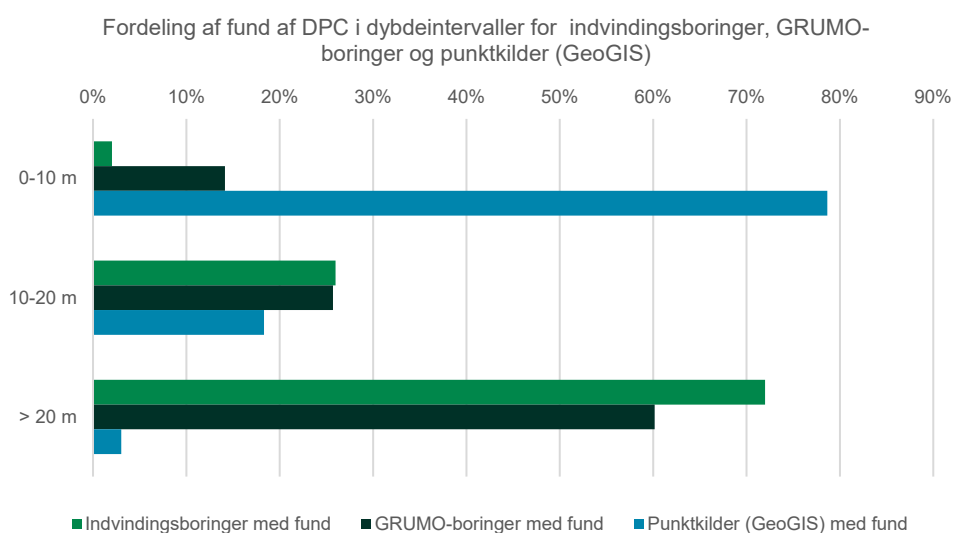
I FIGUR A2.13 er vist en samlet oversigt over antallet af andre stoffer, der konstateres sammen med DPC. Der er udvalgt de vandprøver fra hver boring, hvor der har været det maksimale fund af DPC, som er sammenholdt med antal øvrige stoffer i den samme vandprøve. Figuren viser, at det oftest er i indvindingsboringerne, at der ikke konstateres andre stoffer end DPC, mens der for punktkilder meget ofte er mere end 5 andre stoffer ud over DPC.



FIGUR A2.13 Antal andre stoffer, der konstateret i samme vandprøve, som hvor der har været maksimalt fund af DPC (samme prøvedato), (GEUS, 2019a og Danske regioner, 2019)

A2.3 Fund af DPC i forhold til dybde

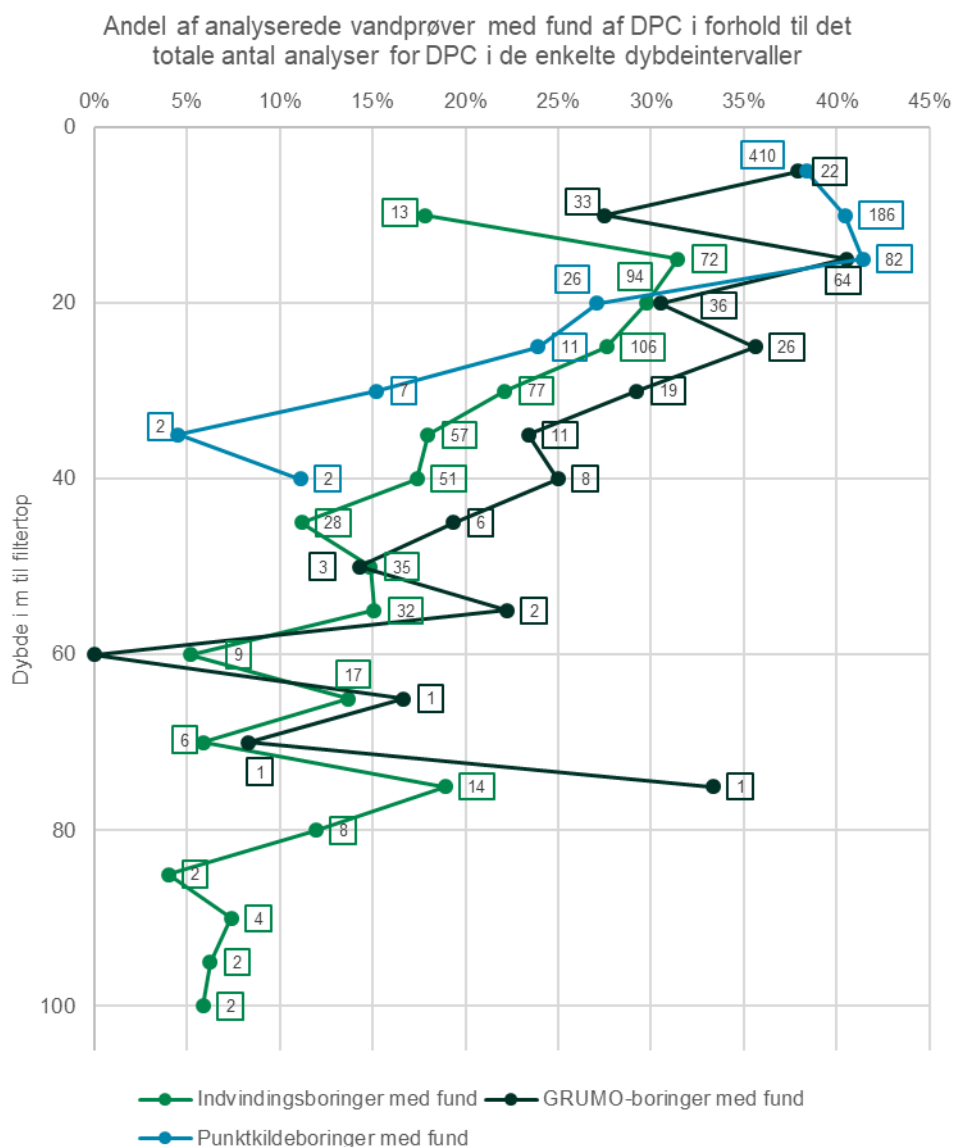
Der er foretaget en opsamling på fund af DPC i forhold til den dybde, vandprøven er udtaget i. Her er der taget udgangspunkt i filterdybden og ikke dybden for vandspejlet. I FIGUR A2.14 er vist, hvorledes fund af DPC i indvindingsboringer, GRUMO-boringer og boringer placeret ved punktkilder (GeoGIS) fordeler sig i tre dybdeintervaller. Figuren viser, at de fleste fund ved punktkilder konstateres inden for de første 10 m, hvilket hænger sammen med, at dette er en typisk dybde i forbindelse med forureningsundersøgelser; især de indledende undersøgelser. Fordelingen af fundene i indvindingsboringer og GRUMO-boringer er nogenlunde ens fra 10 m, hvis der tages med i betragtningen, at der kun er meget få indvindingsboringer, der indvinde inden for de øverste 10 m.



FIGUR A2.14 Fordeling af fund af DPC i de tre datasæt i forhold til, hvilken dybde, de er konstateret i (GEUS, 2019a og Danske regioner, 2019)

Der er foretaget endnu en opgørelse på fund i de tre datasæt i forhold til dybden. I FIGUR A2.15 er vist andelen af fund i hver dybde i forhold til det samlede antal vandprøver, der er

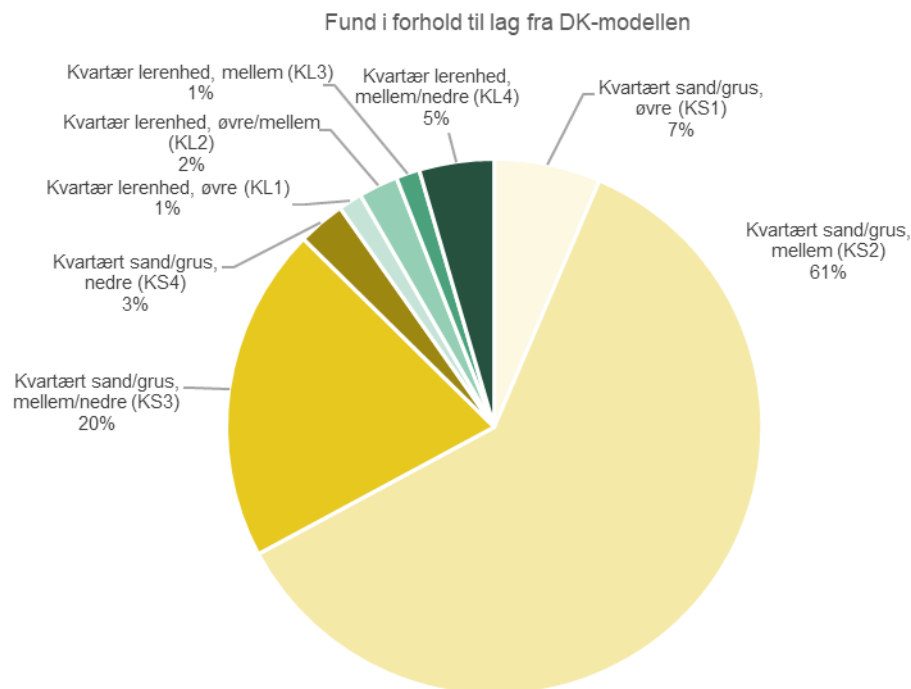
analyseret i den pågældende dybde. Det vil sige, at figuren tager højde for, at der i nogen dybder udtages flere vandprøver end andre samt forskellen i de tre datasæt i forhold til prøvedybden. Figuren viser, at der oftere er fund i de vandprøver, der udtages i de øverste 20 m. Figuren viser samtidig også, at der er fund i indvindingsboringer, der indvinder meget dybt samt en forholdsvis stor andel af de vandprøver, der analyseres for den pågældende dybde. Der er f.eks. fund i 35 og 32 indvindingsboringer, hvor toppen af filteret står i hhv. 45-50 m og 50-55 m under terræn, svarende til 15 % af de indvindingsboringer, der indvinder fra denne dybde. Der er således noget der tyder på, at der er en vertikal spredning af forurening med DPC mod de dybere magasiner. Der kan dog også i visse tilfælde være tale om en borningsbetinget forurening, hvor der sker en vertikal kontaminering ned langs boringen.



FIGUR A2.15 Andel af fund af DPC i forhold til det samlede analyserede vandprøver for stoffet i den pågældende dybde for indvindingsboringer, GRUMO-boringer og punktkildeboringer. Tallene angiver antal forurenede filtre. (GEUS, 2019a og Danske regioner, 2019)

GEUS har tilskrevet lag fra DK-modellen til filtre i boringerne (GEUS, 2009). Der er foretaget en vurdering af, om der er sammenhæng mellem geologiske lag og fund af DPC. Der er ikke foretaget en systematisk gennemgang af de enkelte boringer, herunder en vurdering af, hvorvidt der er mere detaljerede modeller til rådighed i forhold til vurdering af de geologiske lag.

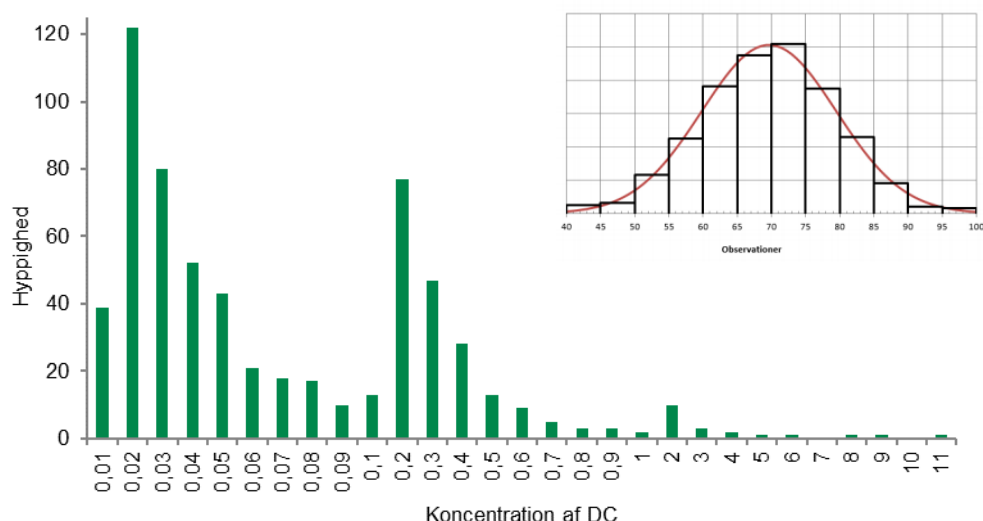
Det skal bemærkes, at KS4 og KL4 kun dækker Sjælland i modellen, mens de øvrige lag dækker hele landet. Resultatet er vist i FIGUR A2.16, hvor det fremgår, at langt størstedelen af fundene er konstateret i indvindingsboringer, der ser ud til at indvinde fra de kvartære sand/grus lag, herunder især de mellem og nedre sand/grus lag.



FIGUR A2.16 Fordeling af fund af DPC i forhold til tildelt lag fra DK-modellen i forhold til filterdybden for indvindingsboringen (GEUS 2009 og GEUS, 2019a)

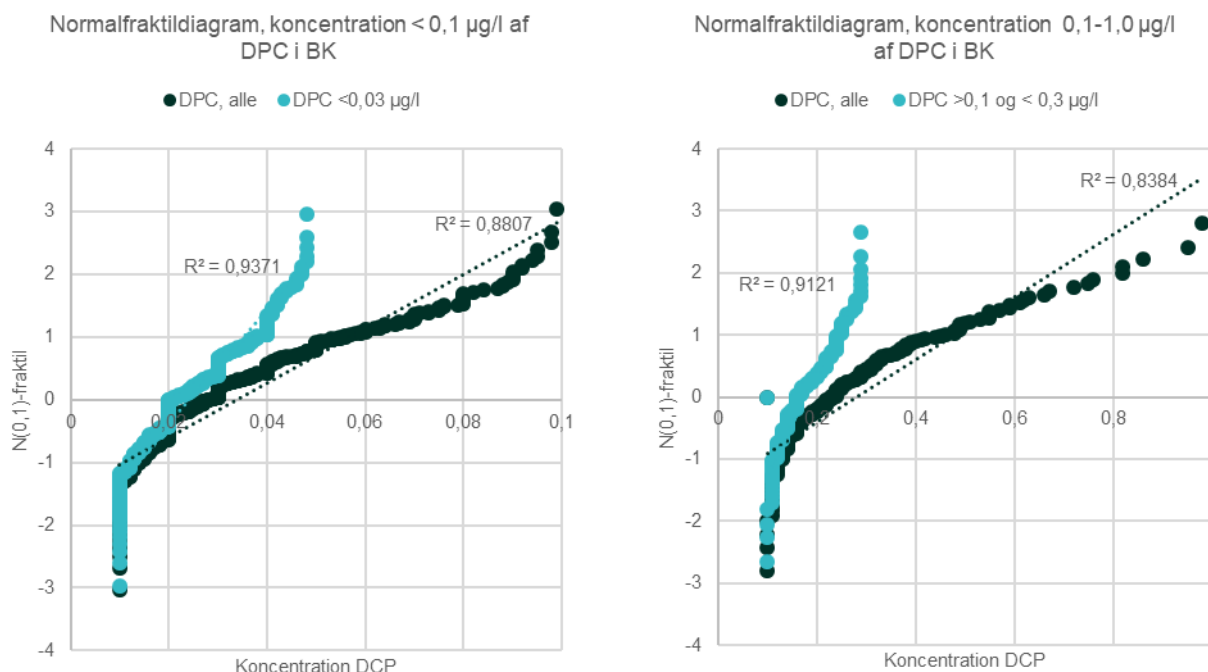
A2.4 Statistisk vurdering af fund af DPC i indvindingsboringer

Der er i dette afsnit foretaget en vurdering af datasættet fra indvindingsboringerne, herunder om der kan findes en sammenhæng mellem de målte koncentrationer. Det er testet, om datasættet med koncentration af DPC i indvindingsboringerne er normalfordelte og dermed tilhører den samme population. Dette er vist i FIGUR A2.17, hvor hyppigheden af de målte koncentrationer er opstillet i et histogram. I figuren er vist et eksempel på et histogram, som viser en normalfordelt population. Der er ikke umiddelbart noget, der tyder på, at det samlede datasæt vedr. DPC i indvindingsboringerne tilhører samme population, da dataene ser ud til at fordele sig med to toppe.



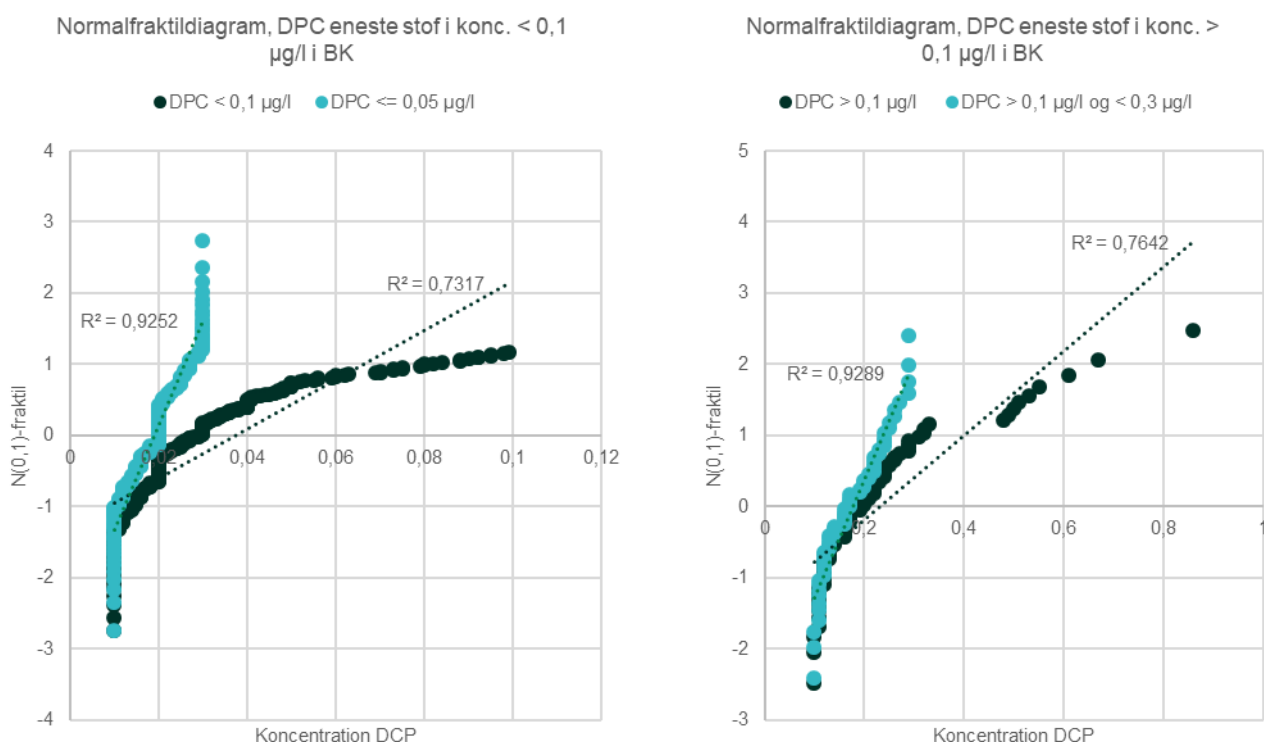
FIGUR A2.17 Histogram, som viser hyppigheden af de målte koncentrationer af DPC i datasættet for indvindingsboringerne. Figuren i højre hjørne viser et eksempel på en normalfordelt population.

Der er foretaget to qq-plot for at afgøre, om en stikprøve kan antages at stamme fra en bestemt fordeling (f.eks. en normalfordeling), dvs. fra samme population. Der er på baggrund af FIGUR A2.17 valgt at lave et plot i to koncentrationsintervaller hhv. koncentration af DPC mindre end 0,1 µg/l og koncentrationer af DPC mellem 0,1 og 1 µg/l. Dette er vist i FIGUR A2.18, hvor der dog kun er en tilnærmelsesvis tendens til en lineær sammenhæng i de to koncentrationsintervaller. Der er derfor foretaget en yderligere opdeling af data, hvor figuren til venstre viser en mere lineær sammenhæng i koncentrationsintervallet fra 0,01-0,03 µg/l, og figuren til højre viser en rimelig lineær sammenhæng i koncentrationsintervallet mellem 0,1-0,3 µg/l.



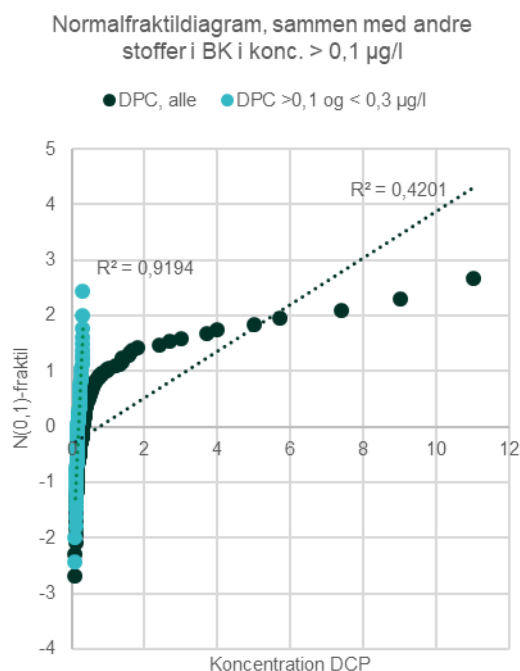
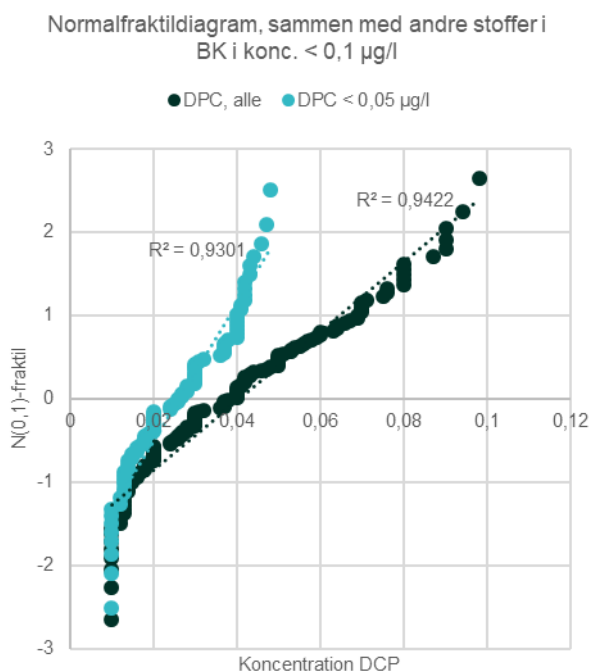
FIGUR A2.18 Normalfraktildiagram for datasættet med koncentrationer af DPC i indvindingsboringerne. Til venstre er vist koncentrationer mindre end 0,1 µg/l og til højre er vist koncentrationerne 0,1-1 µg/l.

Der er i afsnit A2.1 foretaget en opsamling på fund af DPC i forhold til andre pesticider i samme vandprøve. Her viste det sig, at DPC ofte er det eneste stof, der måles i vandprøver fra aktive indvindingsboringer. Der er foretaget qq-plot i to koncentrationsintervaller, hhv. under og over grundvandskvalitetskriteriet. De to plot for fund i indvindingsboringer, hvor DPC har været det eneste stof fremgår af FIGUR A2.19. Der er frasorteret de analyser, hvor DPC har været det eneste stof, som der er analyseret for. Der er i figuren til venstre foretaget en yderligere opdeling i data således, at der også på sammenhæng i data i koncentrationer mindre end eller lig med 0,03 µg/l. I dette interval ses en god overensstemmelse mellem dataene. Det samme gør sig gældende i figuren til højre, hvor der også ses en god sammenhæng mellem data i koncentrationsintervallet 0,1-0,3 µg/l. Denne sammenstilling viser, at såfremt DPC konstateres som det eneste stof, er der noget der tyder på, at man har samme population af data i koncentrationer < 0,03 µg/l og i koncentrationsintervallet fra 0,1-0,3 µg/l.



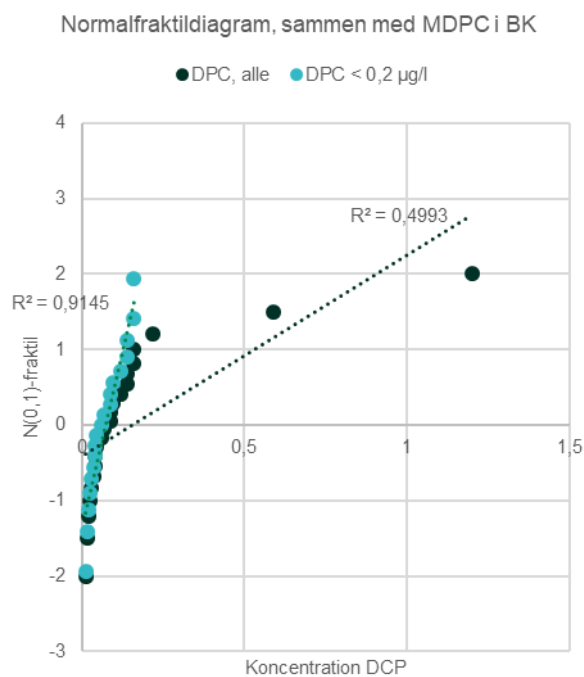
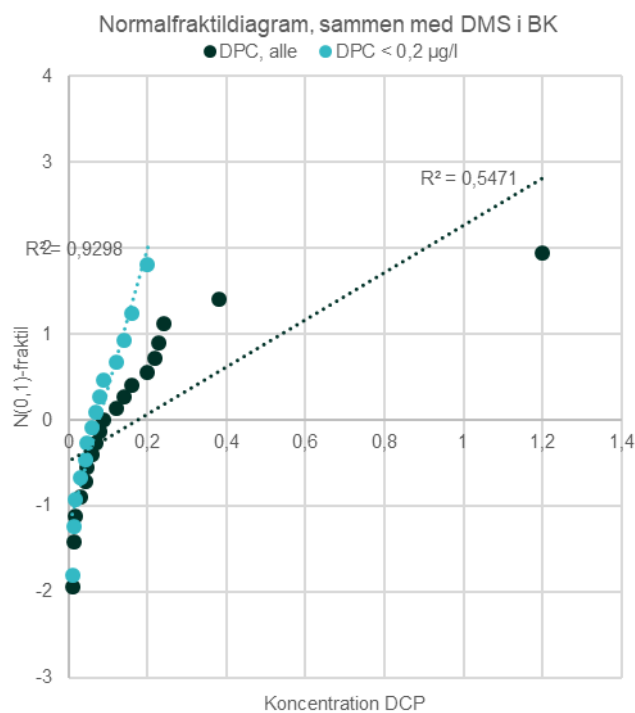
FIGUR A2.19 Normalfraktildiagram for datasættet med koncentrationer af DPC, som eneste stof i indvindingsboringerne. Til venstre er vist koncentrationer mindre end 0,1 µg/l og til højre er vist koncentrationerne 0,1-1 µg/l.

Ovenstående koncentrationsintervaller er også testet på de vandprøver, hvor DPC ikke er det eneste stof, men hvor der er konstateret indhold af et eller flere andre stoffer. Resultatet er vist i FIGUR A2.20. Det fremgår af figuren til højre, at der er en lineær sammenhæng i hele koncentrationsintervallet mellem 0,01-0,1 µg/l, samt den tilsvarende lineære sammenhæng i delintervallet 0,01-0,03 µg/l ligesom i de analyser, hvor DPC er det eneste stof. I intervallet over 0,1 µg/l ses ligeledes en lineær sammenhæng i intervallet mellem 0,1-0,3 µg/l ligesom ved fund, hvor DPC er det eneste stof.



FIGUR A2.20 Normalfraktildiagram for datasættet med koncentrationer af DPC, hvor der også er konstateret andre stoffer i samme vandprøve. Til venstre er vist koncentrationer mindre end 0,1 µg/l og til højre er vist koncentrationerne 0,1-1 µg/l.

Der er foretaget en lignende analyse af koncentrationen af DPC i de vandprøver, hvor der samtidig er konstateret DMS og MDPC. Sammenhængen mellem disse data er vist i FIGUR A2.20. I figuren er der vist en yderligere opdeling af koncentrationen med DPC, hvor der kun medtages de fund under 0,2 µg/l. Her ses en fin sammenhæng mellem data i dette interval. Det skal dog bemærkes, at der er tale om et begrænset datagrundlag, hvor der kun indgår hhv. 19 analyser for DPC, hvor der også er fund af DMS samt 22 analyser, hvor der også er fund af MDPC.



FIGUR A2.21 Normalfraktildiagram for datasættet med koncentrationer af DPC, hvor der også er fund af MDPC og DMS. Til venstre er vist koncentrationer af DPC, hvor der er fund af DMS, og til højre koncentration af DPC sammen med fund af MDPC.

Appendiks 3 Fund af DPC i forhold til fladekilder og punktkilder

A3.1 Fladebelastning som følge af afgrøder på marker

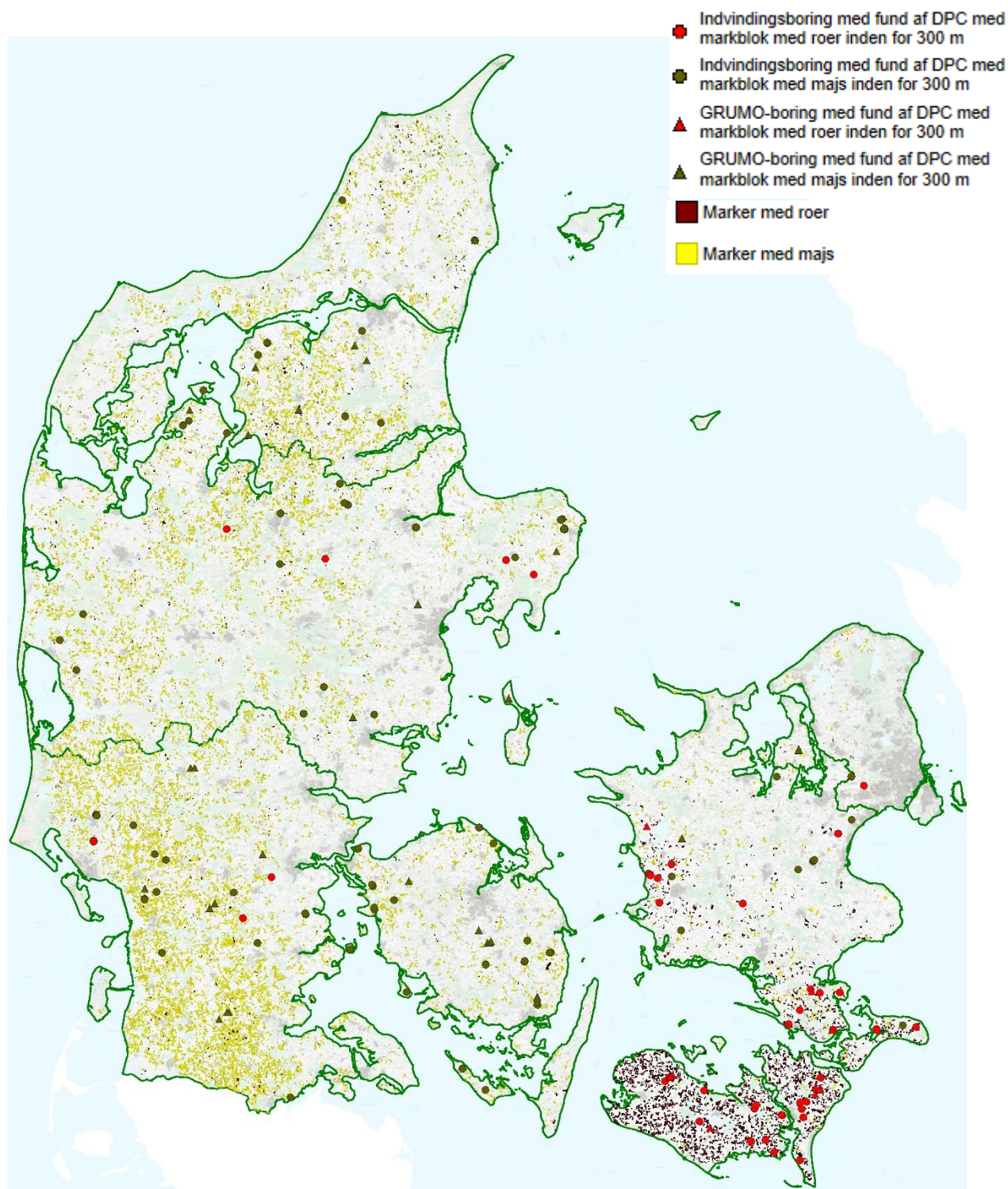
En mulig kilde til forurening med DPC i indvindingsboringerne kan være som følge af driften på de nærliggende marker. Moderstoffet til DPC, chloridazon har, som tidligere beskrevet, været anvendt i forbindelse med dyrkning af roer. Der er derfor foretaget en vurdering af fund i forhold til de afgrøder, der er dyrket i 2014 (Landbrugsstyrelsen, 2014). Der er ved mange af indvindingsboringerne foretaget en udmatrikulering af arealet omkring boringen. Der er derfor valgt at søge på de afgrøder, der har været dyrket på marker i en radius på 300 m omkring indvindingsboringerne, hvilket svarer til den officielle beskyttelseszone.

De forskellige afgrødetyper er samlet i nedenstående kategorier, hvor det fremgår, hvor mange indvindingsboringer med fund af DPC, der har marker inden for 300 m med de pågældende afgrøder. En boring kan forekomme en eller flere gange. Det samme er foretaget for GRUMO-boringerne.

TABEL A3.1 Oversigt over afgrøder på marker inden for 300 m i forhold til indvindingsboringer og GRUMO-boringer med fund af DPC (Landbrugsstyrelsen, 2014)

Afgrøde	Antal indvindingsboringer	Antal GRUMO-boringer
Korn	517	156
Græs, kløver mm	461	130
Udtaget, udyrket, økologisk mv.	154	49
Majs	106	40
Frø, spirer mm.	104	24
Andet	64	4
Roer	52	15
Juletræer mm.	40	14
Skov	35	22
Grøntsager	24	4
Pil, poppel mm	16	6
Frugt	15	2
Kartofler	10	4
Blomster	3	2
Bær	3	8

Den geografiske placering af indvindingsboringerne udvalgt på baggrund af afgrøderne roer og majs er vist i FIGUR A3.1 i forhold til de marker, hvor der i 2014 er dyrket disse to afgrøder. Årsagen til, at majs er taget med skyldes, at majs overtog i stedet for roer som foderafgrøde i 1980'erne.

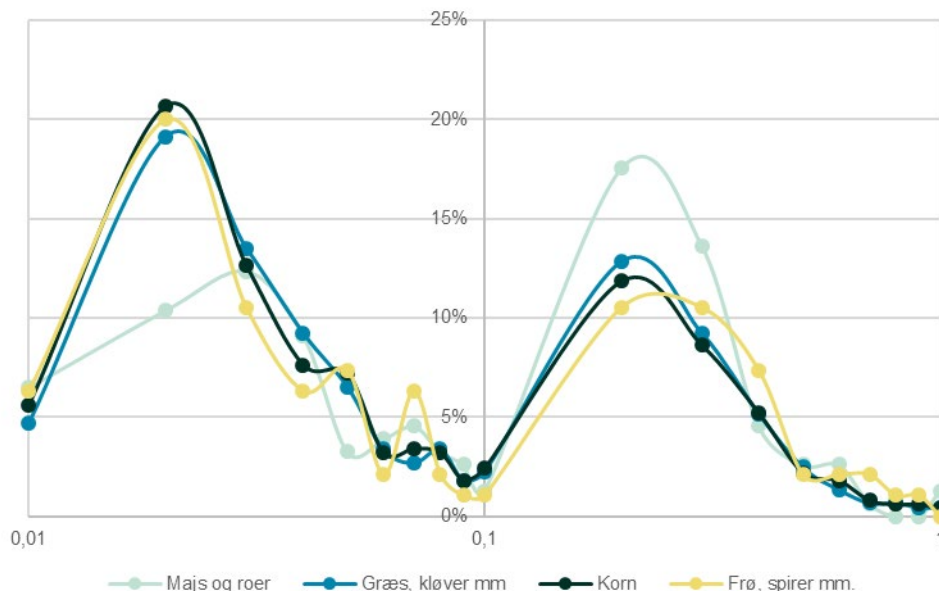


FIGUR A3.1 Geografisk placering af indvindingsboringer og GRUMO-boringer i forhold til nærmeste afgrøder (roer og majs) inden for 300 m (GEUS, 2019a og Landbrugsstyrelsen, 2014)

Der er foretaget en vurdering af hyppigheden af fund af DPC i indvindingsboringer, hvor der inden for 300 m er dyrket en eller flere af de afgrøder, der er listet i TABEL A3.1. Der er valgt at fokusere på korn, græs og kløver mm., frø og spirer mm, roer samt majs. Det er disse afgrøder, der er mest repræsenteret i TABEL A3.1.

I FIGUR A3.2 er koncentrationerne i borer i nærheden af marker med majs og roer samlet i et datasæt. Figuren viser, hvilke koncentrationer der forekommer i de borer, som nu er inddelt efter afgrøder, dvs. de borer som ligger inden for 300 m til marker med de pågældende afgrøder. Et udtræk af de indvindingsboringer, hvor der ligger en markblok inden for 300 m, viser, at der i ingen af borerne konstateres indhold af DPC over 1 µg/l.

Hyppighed i maks koncentration i indvindingsboringer, hvor der er marker inden for 300 m med majs og roer, korn, frø og spirer mm, græs og kløver mm

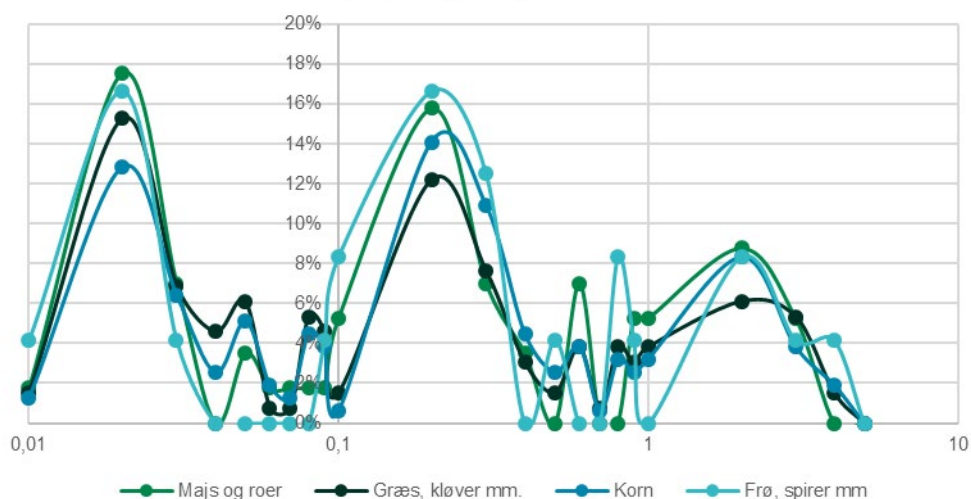


FIGUR A3.2 Hyppighed af fund af DPC i indvindingsboringer, hvor der inden for 300 m er dyrket korn, majs, roer eller græs, kløver mm. Bemærk logaritmisk skala. (GEUS, 2019a og Landbrugsstyrelsen, 2014)

Det fremgår af FIGUR A3.2, at fundene i borer i nærheden af marker med korn, frø og spirer mm., græs og kløver mm. oftest ligger under 0,02 µg/l svarende til ca. 25 % af fundene i borer i nærheden af disse marker. Tendensen for de målte maksimale koncentrationer i borer i nærheden af disse afgrøder er ens. For borer, der ligger i nærheden af borer, hvor der dyrkes majs og roer, ligger fundene oftere over grundvandskvalitetskriteriet på 0,1 µg/l, svarende til ca. 45 %. Billedet for majs og roer hver for sig er det samme, som når de to datasæt er lagt sammen.

I datasættet for GRUMO-boringerne ses ikke samme tendens som i indvindingsboringerne (se FIGUR A3.3). Det kan være et udtryk for, at GRUMO-boringer er monitoringsboringer og ikke repræsenterer samme store vandvolumen, som indvindingsboringerne. Derudover er GRUMO-boringer oftere placeret i klynger og ikke jævnt fordelt ud over Danmark.

Hyppighed i maks koncentration i GRUMO, hvor der er marker inden for 300 m med majs og roer, græs og kløver samt korn



FIGUR A3.3 Hyppighed af fund af DPC i GRUMO-boringer, hvor der inden for 300 m er dyrket korn, majs, roer eller gærs, kløver mm. Bemærk logaritmisk skala. (GEUS, 2019a og Landbrugsstyrelsen, 2014)

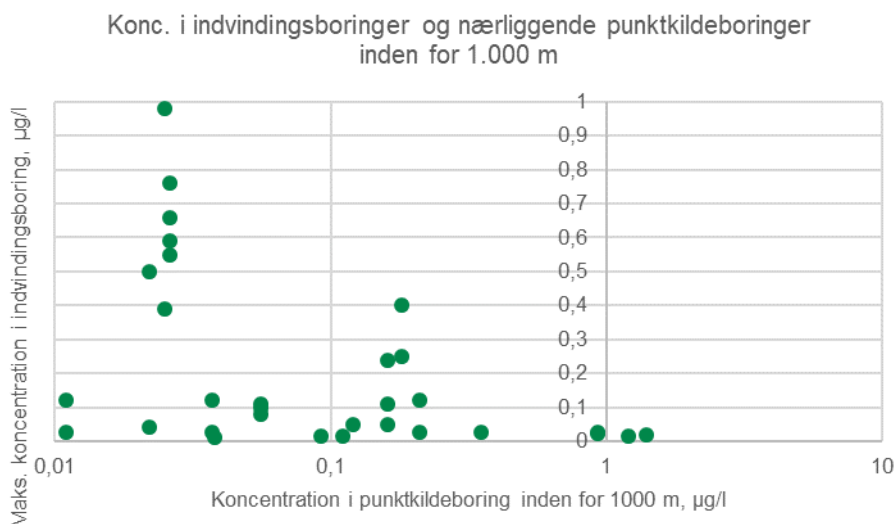
A3.2 Beliggenhed i forhold til punktkilder

Der er foretaget en vurdering af, hvorvidt der er sammenhæng mellem fund i indvindingsboringerne og nærliggende punktkildeboringer. Der er derfor udvalgt de indvindingsboringer, hvor der inden for en radius på 500 m og 1.000 m ligger en undersøgelsesboring på en forurenede lokalitet, og hvor der er konstateret fund af DPC (GEUS, 2019a og Danske regioner, 2019). I datasættet er der i alt 30 lokaliteter inden for 1.000 m til nærmeste indvindingsboring, hvor der er konstateret DPC i forbindelse med en forureningsundersøgelse. Disse lokaliteter fordeler sig således:

- 12 lokaliteter er landbrug og maskinstationer
- 5 lokaliteter er fyld- og lossepladser
- 2 lokaliteter er gartnerier og planteskoler
- 2 lokaliteter har haft bejdsning som aktivitet
- 6 lokaliteter har ifølge datasættet ikke en relevant pesticidbranche, men b.la. oplag af benzin og olie, vognmandsvirksomhed, autoværksted og garveri).
- 3 lokalitet har ikke tilknyttet en branche eller aktivitet i datasættet

Der er i ingen af indvindingsboringer, som ligger i nærheden af de forurenede lokaliteter, konstateret indhold af DPC over 1 µg/l. Her skal det dog bemærkes, at regionerne ikke er færdige med opsporing af lokaliteter med potentielle pesticidpunktkilder.

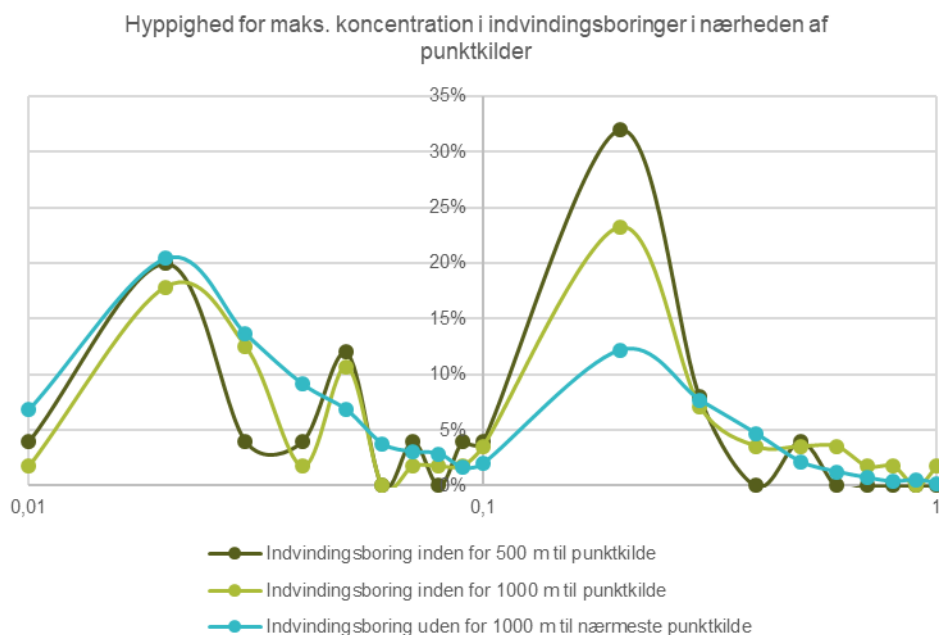
Der ses ikke umiddelbart nogen sammenhæng mellem den målte koncentration på lokaliteten og de målte koncentrationer i de nærliggende indvindingsboringer. Dette er vist for afstanden mellem indvindingsboringerne og punktkildeboringerne på 1.000 m i FIGUR A3.4.



FIGUR A3.4 Sammenstilling af maksimale koncentrationer ved punktkilder i forhold til maksimale koncentrationer i indvindingsboringer inden for 1.000 m. Bemærk logaritmisk skala. (GEUS, 2019a og Danske regioner, 2019)

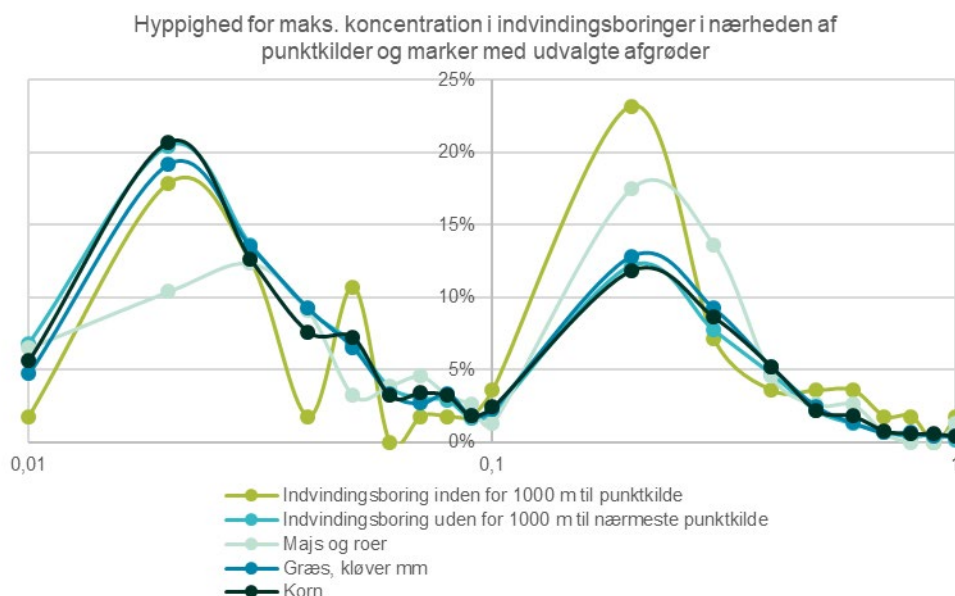
Der er i stedet for set på hyppigheden af den målte maksimale koncentration i de indvindingsboringer, som ligger inden for 500 m og 1.000 m til nærmeste undersøgelsesboring samt den maksimale koncentration i de indvindingsboringer, som ligger længere væk end 1.000 m til en punktkilde på en forurenede lokalitet. Det fremgår af FIGUR A3.5, at det gælder for alle boringer, at ca. 20 % af fundene ligger under 0,02 µg/l. Op til 70 % af fundene i boringerne, som ligger mere end 1.000 m fra en punktkildeboring, ligger under grundvandskvalitetskriteriet. Til sammenligning drejer det sig om ca. 55 % af fundene i de boringer, som ligger tættere på en punktkildeboring. Det vil sige, at ca. 45 % af fundene ligger over 0,1 µg/l i indvindingsboringer i nærheden af punktkilde i forhold til ca. 30 % af fundene i de boringer, som ligger mere end 1.000 m fra en punktkilde.

Der er lavet et tilsvarende diagram for datasættet vedr. GRUMO-boringerne. Der er kun 19 GRUMO-boringer, som ligger inden for 1.000 m til nærmeste punktkildeboring, hvilket kan være årsagen til det ujævne mønster for fund i GRUMO-boringer nær punktkildeboringerne. Figuren viser dog, at de høje niveauer træffes oftere indenfor 1.000 m fra punktkilde, mens de lave træffes oftere, når det er mere end 1.000 m til punktkilde, ligesom det er tilfældet ved indvindingsboringerne.



FIGUR A3.5 Hyppighed for maksimale koncentrationer i indvindingsboringer som ligger inden for hhv. 500 m og 1.000 m i forhold til nærmeste punktkilde samt mere end 1.000 m væk (GEUS, 2019a og Danske regioner, 2019)

Der er i FIGUR A3.6 lavet en sammenstilling af resultatet i FIGUR A3.2 og FIGUR A3.5, hvor der ses på den maksimale koncentration i indvindingsboringer i nærheden af punktkilder og forskellige afgrøder. Figuren viser et sammenfaldende mønster mellem de borer, der er placeret mere end 1.000 m fra en punktkildeboring og de borer, der er placeret i nærheden af marker, hvor der har været dyrket korn og græs, kløver mm. Den højeste andel af fund ligger her under grundvandskvalitetskriteriet, mens der for indvindingsboringer, der ligger inden for 1.000 m til nærmeste punktkilde eller i nærheden af marker, hvor der har været dyrket majs og roer, har en højere andel af fund over grundvandskvalitetskriteriet.



FIGUR A3.6 Hyppighed i maksimale koncentrationer i indvindingsboringer i forhold til nærliggende punktkilder og afgrøder. Bemærk logaritmisk skala. (GEUS, 2019a, Landbrugsstyrelsen, 2014 og Danske regioner, 2019)

Der er i alt 22 indvindingsboringer med fund af DPC over grundvandskvalitetskriteriet, som ligger inden for 1.000 m til punktkildeboringer. Det er kun i tre af boringerne, hvor DPC er det eneste stof. I 14 af de 22 boringer er der ligeledes konstateret fund af MDPC. I to boringer, som ligger i nærheden af hinanden er der også fundet atrazin og tilhørende metabolitter, mens der i to boringer, som også ligger i nærheden af hinanden, er konstateret fund af DMS. I den sidste boring er der konstateret BAM sammen med DPC.

Der er 66 indvindingsboringer med fund over grundvandskvalitetskriteriet i datasættet med roer og majs. Her er der i seks af boringerne konstateret fund af andre stoffer, hvilket drejer sig om DMS, BAM, 4-nitrophenol, alachlor ESA, dimethachlor ESA og MDPC. Det er på grund af det spinkle datagrundlag vanskeligt at sige noget om, hvorvidt tilstedeværelsen af andre stoffer kan være med til at afgøre, hvorvidt de konstaterede indhold over grundvandskvalitetskriteriet kan henføres til en punktkilde eller fladebelastning på marker, hvor der har været dyrket majs og roer.

Der er ikke overlap mellem de indvindingsboringer, som ligger inden for 1.000 m til en punktkildeboring eller indvindingsboringer, eller som ligger inden for en radius på 300 m i forhold til, hvor der er dyrket majs eller roer i 2014.

Bilag 1. Indikatorer til skelnen mellem pesticidkilder

Nedenstående oversigt viser de 11 indikatorer, som Miljøstyrelsen har udarbejdet til vurdering af, hvorvidt fund i indvindingsboringer kan henføres til en punktkilde og/eller en fladekilde (Miljøstyrelsen, 2013).

Fund i en enkelt analyseret vandprøve			Tilstedeværelse af mange stoffer (mindst 4 stoffer > detektionsgrænsen) og/eller mindst 2 stoffer > grundvandskvalitetskriteriet	Ja	PUNKT
			Fund i høje koncentrationer (mindst 1 stof > 1 µg/l)	Ja	PUNKT
	FLADE	Ja	Kun BAM og kun i lave koncentrationer (max konc: 0,1 µg/l)		
	FLADE	Ja	Lave koncentrationer af alle stoffer (max konc: 0,05 µg/l)		
	FLADE	Ja	Høj andel af metabolitter (dog ikke phenoxysyre-metabolitter)		
Fund i flere analyserede vandprøver			Samme stof genfindes men i varierende koncentrationer (> en størrelsesorden)	Ja	PUNKT
	FLADE	Ja	Stor variation i hvilke stoffer, der findes over tid		
			Stejl gennembrudskurve for enkeltstof (mindst ca. 0,01 µg/l/år)	Ja	PUNKT
			Flere fund af phenoxysyrer (moderstoffer og/eller metabolitter og urenheder) > 0,1 µg/l	Ja	PUNKT
			Horizontal variation i koncentration af samme stof/stoffer i dybe boringer (>10 m) placeret inden for 100m	Ja	PUNKT
			Forekomst af et stof i en indvindingsboring, der ikke forekommer i mere terrænnære boringer (Boringerne skal være i hydraulisk kontakt)	Ja	PUNKT

Desphenyl- chloridazon (DPC) - Punktkilde eller fladekilde

Efter, at desphenyl-chloridazon (DPC) er blevet en del af regionernes analysepakker, konstateres det meget ofte i de analyserede vandprøver ved pesticidpunktkilder. Siden 2017 er der ligeledes påvist DPC i en række indvindingsboringer til almene vandværker. Handlemulighederne er afhængig af, hvem der er myndighed i forhold til om fundene i indvindingsboringerne kan henføres til en punktkilde eller en fladekilde. Derfor har formålet med nærværende projekt været at komme med anbefalinger til, hvorledes fund af DPC kan vurderes i forhold til at stamme fra en punktkilde og/eller fladekilde.

På baggrund af data fra fund af DPC i aktive indvindingsboringer, monitoringsboringer fra grundvandsovervågningen (GRUMO) og boringer, udført i forbindelse med forureningsundersøgelser på lokaliteter med pesticidpunktkilder, er der foretaget databehandling af fundene på tværs af datasættene med henblik på at vurdere, hvorvidt der er sammenhænge eller forskelle i fundene med DPC.

Projektet har ført til, at der er opstillet syv indikatorer, der kan anvendes som supplement til Miljøstyrelsens indikatorer fra 2013, når der skal foretages en vurdering af, hvorvidt fund af DPC i en indvindingsboring kan henføres til en punktkilde og/eller en fladekilde.



Miljøstyrelsen
Tolderundsvej 5
5000 Odense C

www.mst.dk