

# Feltundersøgelser ved Grindsted Å: Metoder og påvirkning fra punktkilder Appendix I

Anne Th. Sonne, Ursula S. McKnight, Annika S. Fjordbøge og Poul L. Bjerg

DTU Miljø 2012

#### Titel: **Redaktion:** Feltundersøgelser ved Grindsted Å: Metoder og [Navn] påvirkning fra punktkilder **Udgiver:** Foto: Miljøstyrelsen [Navn] Strandgade 29 1401 København K **Illustration:** www.mst.dk [Navn] År: Kort: [xxxx] [Navn] ISBN nr. [xxxxxx]

## Ansvarsfraskrivelse:

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling. 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

Foi	rord.	•••••		.6			
1.	For	ormal og baggrund					
	1.1	Formå	00 	7			
	1.2	Forure	ningerne i Grindsted	7			
	1.3	Geolog	i og hydrologi	.8			
	1.4	Kemisł	ke målinger foretaget i Grindsted Å	.9			
	1.5	Forure	ningskemi i grundvand	11			
2.	Met	toder og	g dataoversigt	16			
	2.1	1. Måle	kampagne i Grindsted Å, 2012 (610. aug. & 37. sept.)	16			
		2.1.1	Temperaturmålinger og overfladevandsprøver	16			
		2.1.2	Grundvandsprøver	17			
	2.2	2. Måle	ekampagne i 2012 (812. oktober)	18			
		2.2.1	Installering og prøvetagning af piezometertværsnit	19			
		2.2.2	Piezometre opstrøms og nedstrøms for tværsnit A	19			
		2.2.3	Overfladevandstværsnit nedstrøms tværsnit C	19			
		2.2.4	Indmåling og koter	19			
	2.3	Feltuda	styr	20			
	2.4	Kemisł	ke analyser	20			
	2.5	Beregn	ing af den indsivende GW flux ud fra temperaturdata	21			
3.	Res	ultater		23			
	3.1	Tempe	raturen langs åen	23			
		3.1.1	Område 1, 2 og 3	23			
		3.1.2	Beregning af GW flux i temperaturprofil	25			
	3.2	Chlore	rede opløsningsmidler langs åen	26			
	3.3	Barbiturater, sulfonamider samt sulfanilsyre langs åen 27					
	3.4	Uorganiske ioner langs åen 20					
	3.5	5 Valg af område til detaljeret undersøgelse					
	3.6	Hydrau	ıliske strømningsforhold i tværsnit A, B og C	33			
		3.6.1	Tværsnit A	34			
		3.6.2	Tværsnit B	35			
		3.6.3	Tværsnit C	35			
		3.6.4	T20 i tværsnit A og C	36			
		3.6.5	Kemiske analyseresultater fra tværsnit A, B og C	36			
		3.6.6	Tværsnit A sammenholdt med piezometre opstrøms og nedstrøms	42			
		3.6.7	Kemiske analyseresultater fra SW tværsnit 25 m nedstrøms tværsnit C	43			
4.	Eva	luering	g af resultater og metoder	14			
	4.1	Evalue	ring af GW indsivning langs Grindsted Å	44			
		4.1.1	Temperaturmålinger	44			
		4.1.2	Temperaturprofiler	45			
		4.1.3	Hydraulisk potentialeforskel	46			
		4.1.4	Regional versus lokal måling af vandforhold i Grindsted Å	46			

4.2 H		Evaluering af forureningskomponenter fundet i åen og det indsivende GW langs					
		Grindsted A					
		4.2.1 Chlorerede opløsningsmidler og deres nedbrydningsprodukter					
		4.2.2 Barbiturater, suitonamider og suitannsyre					
	4.0	4.2.3 Uorganiske roller					
	4.3	hydrauliska stramningsforhold på tværs af Grindstad Å	<b>F1</b>				
		4.9.1 Typerspit A i 1 betydende GW indejwningszone					
		4.2.2 Tværsnit R i en neutral/nul vandudvakelingszone					
		4.3.2 Tværsnit Di en neutral nur vandutveksningszone					
		4.3.4 SW tværsnit 25 m nedstrøms for tværsnit C					
	11	Kvalitetskriterier					
	4.5	Metoder					
	5.1	4.5.1 Temperaturmålinger langs åen					
		4.5.2 Vandkemi i SW og GW ned langs åen					
		4.5.3 Piezometertværsnit udført i åen					
		4.5.4 Praktiske anbefalinger til feltundersøgelsen					
5.	Kon	iklusion					
	5.1	Kortlægning af GW forurening i Grindsted A					
	5.2	Risikovurdering af SW i Grindsted A					
	5.3	Metode					
	5.4	Videre undersøgelser					
6.	Refe	erencer	60				
		115 m) i området under Grindsted Gl. losseplads					
Bila	ıg 2:	115 m) i området under Grindsted Gl. losseplads Temperatur og ledningsevne målt i Grindsted Å samt de tilhøre UTM-koordinater og beregnede GW flux	ende				
Bila Bila	ıg 2: .g 3:	115 m) i området under Grindsted Gl. losseplads Temperatur og ledningsevne målt i Grindsted Å samt de tilhøre UTM-koordinater og beregnede GW flux Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater af SW prøver udtaget i Grindsted Å samt pH målinger.	ende				
Bila Bila Bila	ıg 2: ıg 3: ıg 4:	<ul> <li>115 m) i området under Grindsted Gl. losseplads</li> <li>Temperatur og ledningsevne målt i Grindsted Å samt de tilhøre UTM-koordinater og beregnede GW flux</li> <li>Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater af SW prøver udtaget i Grindsted Å samt pH målinger.</li> <li>Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater af GW prøver udtaget i Grindsted Å samt målte hydrauliske potentialeforske</li> </ul>	ende lle.				
Bila Bila Bila Bila	g 2: g 3: g 4: g 5:	<ul> <li>115 m) i området under Grindsted Gl. losseplads</li> <li>Temperatur og ledningsevne målt i Grindsted Å samt de tilhøre UTM-koordinater og beregnede GW flux</li> <li>Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater af SW prøver udtaget i Grindsted Å samt pH målinger.</li> <li>Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater af GW prøver udtaget i Grindsted Å samt målte hydrauliske potentialeforske Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater for tværsnit Å C samt niveauplacering.</li> </ul>	ende lle. , B og				
Bila Bila Bila Bila	g 2: g 3: g 4: g 5: g 6:	<ul> <li>115 m) i området under Grindsted Gl. losseplads</li> <li>Temperatur og ledningsevne målt i Grindsted Å samt de tilhøre UTM-koordinater og beregnede GW flux</li> <li>Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater af SW prøver udtaget i Grindsted Å samt pH målinger.</li> <li>Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater af GW prøver udtaget i Grindsted Å samt målte hydrauliske potentialeforske Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater for tværsnit Å C samt niveauplacering.</li> <li>Kemiske analyseresultater samt den hydrauliske potentialeforske piezometre op- og nedstrøms for tværsnit Å (40 cm dybde) sam tilhørende UTM-koordinater</li> </ul>	ende lle. , B og rskel i nt				
Bila Bila Bila Bila Bila	g 2: g 3: g 4: g 5: g 6:	<ul> <li>115 m) i området under Grindsted Gl. losseplads</li> <li>Temperatur og ledningsevne målt i Grindsted Å samt de tilhøre UTM-koordinater og beregnede GW flux</li> <li>Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater af SW prøver udtaget i Grindsted Å samt pH målinger.</li> <li>Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater af GW prøver udtaget i Grindsted Å samt målte hydrauliske potentialeforske Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater for tværsnit A C samt niveauplacering.</li> <li>Kemiske analyseresultater samt den hydrauliske potentiale-for piezometre op- og nedstrøms for tværsnit A (40 cm dybde) sam tilhørende UTM-koordinater</li> <li>Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater for SW tværsni m nedstrøms tværsnit C</li> </ul>	ende lle. , B og rskel i nt it 25				
Bila Bila Bila Bila Bila	ng 2: ng 3: ng 4: ng 5: ng 6: ng 7: ng 8:	<ul> <li>115 m) i området under Grindsted Gl. losseplads</li> <li>Temperatur og ledningsevne målt i Grindsted Å samt de tilhøre UTM-koordinater og beregnede GW flux</li> <li>Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater af SW prøver udtaget i Grindsted Å samt pH målinger.</li> <li>Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater af GW prøver udtaget i Grindsted Å samt målte hydrauliske potentialeforske Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater for tværsnit A C samt niveauplacering.</li> <li>Kemiske analyseresultater samt den hydrauliske potentiale-for piezometre op- og nedstrøms for tværsnit A (40 cm dybde) sam tilhørende UTM-koordinater</li> <li>Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater for SW tværsn m nedstrøms tværsnit C</li> <li>Korrelation mellem CAH resultater fra hhv. DTU og Milana</li> </ul>	ende lle. , B og rskel i nt it 25				
Bila Bila Bila Bila Bila Bila	g 2: g 3: g 4: g 5: g 6: g 7: g 8: g 9:	<ul> <li>115 m) i området under Grindsted Gl. losseplads</li> <li>Temperatur og ledningsevne målt i Grindsted Å samt de tilhøre UTM-koordinater og beregnede GW flux</li> <li>Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater af SW prøver udtaget i Grindsted Å samt pH målinger.</li> <li>Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater af GW prøver udtaget i Grindsted Å samt målte hydrauliske potentialeforske</li> <li>Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater for tværsnit A C samt niveauplacering.</li> <li>Kemiske analyseresultater samt den hydrauliske potentiale-for piezometre op- og nedstrøms for tværsnit A (40 cm dybde) sam tilhørende UTM-koordinater</li> <li>Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater for SW tværsni m nedstrøms tværsnit C</li> <li>Korrelation mellem CAH resultater fra hhv. DTU og Milana</li> <li>Sammenfatning af kemiske analyseresultater samt prøvestationernes placering langs Grindsted Å fra de 4 målekampagner udført fra 2004 til 2011</li> </ul>	ende lle. , B og rskel i nt it 25				
Bila Bila Bila Bila Bila Bila Bila	g 2: g 3: g 4: g 5: g 6: g 7: g 8: g 9: g 10:	<ul> <li>115 m) i området under Grindsted Gl. losseplads</li> <li>Temperatur og ledningsevne målt i Grindsted Å samt de tilhøre UTM-koordinater og beregnede GW flux</li> <li>Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater af SW prøver udtaget i Grindsted Å samt pH målinger.</li> <li>Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater af GW prøver udtaget i Grindsted Å samt målte hydrauliske potentialeforsket</li> <li>Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater for tværsnit A, C samt niveauplacering.</li> <li>Kemiske analyseresultater samt den hydrauliske potentiale-for piezometre op- og nedstrøms for tværsnit A (40 cm dybde) sam tilhørende UTM-koordinater</li> <li>Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater for SW tværsnit m nedstrøms tværsnit C</li> <li>Korrelation mellem CAH resultater fra hhv. DTU og Milana</li> <li>Sammenfatning af kemiske analyseresultater samt prøvestationernes placering langs Grindsted Å fra de 4 målekampagner udført fra 2004 til 2011</li> </ul>	ende lle. , B og rskel i nt it 25 Å				

# Forord

Dette appendix I er en opsamling af felterfaringer og resultater fra undersøgelsen af Grindsted Å, hvor den anbefalede kortlægning og risikovurdering af punktkildeforurenet grundvandspåvirkning af et vandløb blev afprøvet.

Feltundersøgelse blev udført i Grindsted Å af DTU Miljø i 2012 i forbindelse med projektet "Risikovurdering af overfladevand, der er påvirket af punktkildeforurenet grundvand" i et samarbejde mellem Orbicon, DTU Miljø og Region Syddanmark, hvor Miljøstyrelsen og Region Syddanmark var rekvirenter. Et projekt, som skal skabe et fagligt grundlag til at risikovurdere påvirkning af de 43 store forureningssager (Miljøstyrelsen, 2007) på de omkringliggende overfladevandsmiljøer samt andre mindre sager i henhold til Vandrammedirektivet.

# 1. Formål og baggrund

## 1.1 Formål

I dette appendix sammenfattes en undersøgelse af Grindsted Å, hvor formålet var at afprøve kortlægningen af de styrende faktorer ved en grundvandsforurening i et vandløb, samt at udføre en risikovurdering af åens kemiske tilstand. Undersøgelsen blev udført i 2012 i forbindelse med projektet "Risikovurdering af overfladevand, der er påvirket af punktkildeforurenet grundvand" i et samarbejde mellem Orbicon, DTU Miljø og Region Syddanmark med Miljøstyrelsen og Region Syddanmark som rekvirenter. Projektet skal skabe et fagligt grundlag for at kunne risikovurdere påvirkningen fra de 43 store forureningssager (Miljøstyrelsen, 2007) på omkring-liggende overfladevandsmiljøer samt andre mindre forureningssager i henhold til Vandrammedirektivet. Alle overfladevandsmiljøer skal ifølge den nye bestemmelse ikke kun have god økologisk status men også god kemisk tilstand ved udgangen af 2027 (Miljømålsloven, 2007). Overfladevandets kemiske tilstand er defineret på baggrund af opsatte grænseværdier for særligt prioriterede stoffer (Miljøministeriet, 2010, BEK nr. 1022).

Grindsted Å blev udvalgt til at afprøve projektets generelle risikovurderingsmetoder i praksis, da åen repræsenterer en situation, hvor grundvandstilstrømningen udgør en væsentlig del af den samlede vandtilførsel til åen. Den er ligeledes en velundersøgt lokalitet, som er påvirket af to store nærtliggende forurenende punktkilder, Grindstedværket og Grindsted gamle losseplads, der repræsenterer to ud af de 43 store forureningssager i Danmark (Petersen (2012) og Miljøstyrelsen (2007)).

## 1.2 Forureningerne i Grindsted

Placeringen af de to store forureningssager Grindstedværket og Grindsted Gl. losseplads i forhold til Grindsted Å er vist på Figur 1. De to punktkilder er begge karakteriseret af atypiske miljøfremmede stoffer, som er produkter fra medicinalindustrien på Grindstedværket, såsom barbiturater, sulfonamider og sulfanilsyre. Selve Grindstedværkets grund indeholder desuden store mængder af chlorerede opløsningsmidler, som tetrachlorethylen (PCE) og trichlorethylen (TCE) (Ejlskov, 2005). Den gamle losseplads har i en periode fungeret som deponi for Grindstedværket (Bjerg og Kjeldsen, 2010).



Figur 1: Oversigtskort af placeringen af de to store punktkildeforureninger Grindstedværket og Grindsted Gl. losseplads i forhold til Grindsted Å, som løber mod vest på kortet (vist med blåt). Modificeret kort fra Grundvandskontoret (2005).

# 1.3 Geologi og hydrologi

Grindsted by og omegn ligger i det sydvestlige Jylland, hvor undergrunden hovedsagelig består af sand (Figur 2). Geologien i området er domineret af sandede smeltevandsaflejringer fra sidste istid, bestående af et 5 til 15 m tykt kvartær sandlag, efterfulgt af et miocænt sandlag med mindre linser af ler og silt i 10 til 15 m's dybde. Sandlaget er afgrænset af et regionalt miocænt lerlag i ca. 70-80 m under terræn, hvorunder der er et miocænt sandlag (Cowi 2011, Bjerg & Kjeldsen 2010). Der er dermed to grundvandsmagasiner i dette område, et øvre og et nedre, som er hydrologisk separeret af det regionale miocæne lerlag.



Figur 2: Konceptuel illustrering af geologien under Grindsted by og omegn, strømningsretningen af det øvre grundvandsmagasin samt summen af sulfonamider i de to forureningsfaner fra hhv. Grindstedværket og Grindsted Gl. losseplads ned til Grindsted Å. Blå potentiale linjer og tal angiver potentialetrykket for grundvandet og de sorte pile angiver strømningsretningen (Petersen, 2012).

Et potentialekort for det øvre grundvandsmagasin i Grindsted og omegn fra 2012 viser, at grundvandet nord fra, hvor Grindstedværket ligger, og syd fra, hvor Grindsted Gl. losseplads ligger, strømmer mod Grindsted Å, som løber i en fordybning i terrænet.



0 0.3 0.6 1.2 Kilometers

Figur 3: Potentialekort for det øvre grundvandsmagasin i Grindsted og omegn, genereret ud fra målinger udført af Orbicon i 2012.

Det øvre grundvandsmagasins strømningsretning kan dog variere (især af lossepladsen), afhængig af sæsonen (Kjeldsen et al., 1998), hvilket betyder, at forureningsfanerne kan blive bredere, end det kan tolkes ud fra potentialekortet fra et enkelt tidspunkt på året.

# 1.4 Kemiske målinger foretaget i Grindsted Å

Der er i perioden fra 2004 til 2011 blevet udført 4 målekampagner for kemiske stoffer i Grindsted Å. Figur 4 viser en oversigt over samtlige prøvestationers placering i Grindsted Å. Sammenfatning af de kemiske analyseresultater samt prøvestationernes placering er vist i bilag 9.



Figur 4: Oversigtskort af placeringen af prøvestationerne i de fire forskellige målekampagner i Grindsted Å. De gule punkter angiver prøvestationerne i kampagnen foretaget i december 2004 (Ejlskov, 2005). De sorte punkter angiver, hvor kampagnen blev foretaget i perioden fra februar til oktober i 2006 (Grundvandskontoret, 2006). De pink punkter angiver placeringen af prøvestationerne i kampagnen foretaget i oktober 2010 (Jord og Affald, 2011). De blå punkter viser, hvor kampagnen blev foretaget i september 2011 (Petersen, 2012). De røde pile viser, hvor miljøfremmede stoffer blev påvist i overfladevandet. Det modificerede kort er fra Grundvandskontoret, 2006.

Det chlorerede opløsningsmiddel TCE samt dets nedbrydningsprodukter cis-1,2-dichlorethylen (cis-DCE) og vinyl chlorid (VC) blev påvist i overfladevandet på strækningen fra, hvor Lindevej krydser Grindsted Å og ned til Egbro. PCE derimod blev først påvist fra Søndre Ringvej. En oversigt af de påviste stoffer i Grindsted Å er vist på Figur 5.



Figur 5: Oversigt over analyseresultaterne langs Grindsted Å for de chlorerede opløsningsmidler PCE, TCE, cis-DCE og VC fra de fire målekampagner i perioden fra 2004 til 2011. Gul farve viser resultaterne fra december 2004 (Ejlskov 2005). Rød farve viser resultaterne fra 2006 (Grundvandskontoret, 2006). Lilla farve viser resultaterne fra oktober 2010 (Jord og Affald, 2011). Lyseblå viser resultaterne fra september 2011 (Petersen, 2012).

I målekampagnerne fra 2006 til 2011 blev overfladevandet også analyseret for barbiturater, sulfonamider og sulfanilsyre. Stofferne blev påvist i overfladevandet i Grindsted Å ved Morlsbøl Skolevej og ned til Egbro, som vist på Figur 6. En af sulfonamiderne (sulfanilamid) blev dog i oktober 2010 påvist så langt som ca. 14 km nedstrøms, hvor Vejlevej krydser Grindsted Å.



Figur 6: Oversigt over analyseresultaterne langs Grindsted Å for de atypiske miljøfremmede stoffer barbiturater, sulfonamider og sulfanilsyre, målt i de tre målekampagner fra 2006 til 2011. Rød farve viser resultaterne fra 2006 (Grundvandskontoret, 2006). Lilla farve viser resultaterne fra oktober 2010 (Jord og Affald, 2011). Lyseblå farve viser resultaterne fra september 2011 (Petersen, 2012).

# 1.5 Forureningskemi i grundvand

Grundvandet under- og nedstrøms de to store nærtliggende forurenede punktkilder, Grindsted gamle losseplads og Grindstedværket, er undersøgt gennem en årrække. Analyseresultater fra udvalgte boringer i dette område er vist i Tabel 1 og 2. Placeringen af boringerne fremgår af Figur 7 og 8. Der er lagt særlig vægt på boringer ved forureningskilderne og i området tæt ved Grindsted Å. Der er dog meget få boringer tæt ved åen på den sydlige side. Kemiske analyseresultater fra dybere filtre i boringer under og nær lossepladsen (55-115 m) er vist i bilag 1.

Forureningskemien i grundvandsfanen fra Grindstedværket, ud fra de viste boringer (Tabel 1), er karakteriseret af et indhold af store mængder barbiturater, sulfonamider, sulfanilsyre, PCE, TCE, cis-DCE, VC og chlorid. I boring GPIX blev der ligeledes analyseret for litium og bromid (DTU Miljø, 2012), som viste en høj koncentration (19,8 mg/L) af bromid i forhold til det naturlige indhold i GW (0,08 mg/L). Litium blev derimod påvist i en relativ lav koncentration (0,43 µg/L) i forhold til det gennemsnitlige baggrundsniveau (1,6 µg/L) (GEUS, 1995).

I grundvandsfanen fra Grindsted gamle losseplads er forureningskemien (Tabel 2 og bilag 1) karakteriseret ved at indeholde høje koncentrationer af barbiturater, sulfonamider, sulfanilsyre og chlorid, mens bromid kun påvises i lave koncentrationer (0,05-2,17 mg/L). Litium blev derimod påvist i koncentrationer fra 19 til 73 µg/L i GW under lossepladsen påvist, som er stærkt forhøjet i forhold til den naturlige baggrunds koncentrationen i GW (1,6 µg/L) (GEUS, 1995) og betydeligt højere end observeret i forureningsfanen fra Grindstedværket.

De høje koncentrationer af litium og bromid i grundvandsfanerne kan skyldes, at mange af de anvendte kemikalier på Grindstedværket indeholdte litium og bromid (NIRAS, 2009).



Figur 7: Oversigtskort af udvalgte boringers placering nord for Grindsted Å. Området for Grindstedværkets jordforurening er vist med en rød cirkel og boringerne med røde punkter. Område 1 og 2 i denne undersøgelse i 2012 er markeret med sorte pile, se afsnit 2.1.

Tabel 1: Oversigt over kemiske analyseresultater fra boringer, foretaget nord for Grindsted Å og ved Grindstedværket. Grundvandsprøver fra boring 114.1334, 114.1425, 114.1447, B2-62, B2-96, 114.1448 og B2-213 blev udtaget i oktober 2012 af Region Syddanmark. I boring 114.1448 er der tilføjet analyseresultater for de uorganiske forbindelse, udtaget af DTU Miljø oktober 2012. Prøvetagningen fra boring 114.1495 blev foretaget i august 2004 (Ejlskov, 2005). Alle påviste stoffer er markeret med fed skrift. i.a. står for "ikke analyseret" og "DT" for detektionsgrænsen. NVOC står for "nonvolatile-organic-carbon".

Nord	Fabriks	Fabriks	Centralt	Centralt	Nær å	Nær å	Nær å	Nær å
	grund	grund	i fanen	i fanen				
Borings nr./	114.1334	114.1425	114.1447	114.1495	B2-62	B2-96	114.1448	B2-213
År	17-10-	15-10-	10-10-	August-	18-10-	18-10-	(GPIX)	18-10-
	2012	2012	2012	2004	2012	2012	24-11-2011	2012
Dybde (m)	20,5 - 30,5	55 - 62	42 - 43	42 - 43	1,2 - 2,2	2,4 - 3,4	8 - 9	3-4
		Milj	øfremmed	e stoffer (µ	g/L)			
Sulfanilsyre	<0,5	<0,5	5,1	6800	<0,5	<0,5	<0,5	27
Sulfamethazin	8,4	<0,5	60	150	0,52	0,61	11	<0,5
Sulfanilamid	6,2	1,8	280	i.a.	<0,5	280	20	<0,5
Sulfamethiazol	0,62	<0,05	17	< DT	0,06	1,6	2,3	<0,05
Sulfathiazol	9,5	0,08	21	< DT	0,45	0,29	3,5	0,11
Sulfaguanidin	16	<0,5	490	i.a.	0,56	57	26	0,28
Meprobamat	7,1	0,54	80	22	<0,10	16	320	<0,10
Barbital	1,3	<0,5	23	120	<0,5	19	540	<0,5
Amobarbital	3,0	<0,5	7,1	59	<0,5	17	42	<0,5
PCE	<0,02	6,3	1,5	0,04	0,08	310	<0,02	<0,02
TCE	<0,02	0,59	4,7	3,1	<0,02	17	0,06	<0,02
cis-DCE	0,06	0,6	280	370	<0,02	9,2	2,2	0,24
VC	<0,02	<0,02	2700	380	<0,02	0,65	6,7	0,09
Benzen	0,04	1,4	230	1200	<0,02	3,3	0,04	<0,02
Toluen	<0,02	<0,02	2,2	3,7	<0,02	0,03	<0,02	<0,02
Ethylbenzen	<0,02	<0,02	1,1	5,5	<0,02	<0,02	0,28	<0,02
Xylener	0,02	<0,02	1,0	11	0,03	<0,02	0,18	<0,02
		Uorg	aniske forl	oindelser (1	ng/L)			
Litium (µg/L)	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	0,43	i.a.
Bromid	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	20	i.a.
Chlorid	34	i.a.	i.a.	170	i.a.	i.a.	80	i.a.
Nitrat-N	< DT	i.a.	i.a.	0,19	i.a.	i.a.	< DT	i.a.
Sulfat-S	22,7	i.a.	i.a.	3,7	i.a.	i.a.	0,9	i.a.
Opløst jern	13	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	16	i.a.
Ammonium-N	1,2	i.a.	i.a.	1,2	i.a.	i.a.	0,30	i.a.
NVOC	1,4	i.a.	i.a.	12	i.a.	i.a.	<0,02	i.a.



Figur 8: Oversigtskort af udvalgte boringers placering syd for Grindsted Å. Grindsted Gl. losseplads er vist med en rød cirkel og boringerne med røde punkter. Område 1 og 2 i denne undersøgelse i 2012 er markeret med sorte pile, se afsnit 2.1.

Tabel 2: Oversigt over kemiske analyseresultater fra boringer, foretaget i området syd for Grindsted Å og ved Grindsted gamle losseplads. Grundvandsprøver fra boring 114.2121, 114.2122, 114.1384 og 114.1998 blev udtaget i 2012 af Region Syddanmark og 114.1996 blev udtaget i 2006. Prøvetagningen fra boring NØ blev foretaget i januar 2006 (Ejlskov, 2006). Påviste stoffer er markeret med fed skrift. i.a. står for" ikke analyseret" og "DT" for detektionsgrænsen. NVOC står for "non-volatile-organic-carbon".

Syd	Losseplads	Nær	Nær	Midt	Nær å	Nær å
		losseplads	losseplads	imellem		
Borings nr./	114.2122	114.2121	114.1384	114.1998	NØ	114.1996
År	05-06-2012	30-05-2012	(GLU1)	10-10-2012	31-01-2006	2006
			16-10-2012			
Dybde (m)	26 - 28	32 - 35	26 - 27	6 - 8	7 - 8	6 - 8
		Miljøfrem	mede stoffer (µ	ıg/L)	-	-
Sulfanilsyre	<0,5	11	20	<0,5	i.a.	i.a.
Sulfamethazin	7,1	1,2	6,8	0,85	< DT	i.a.
Sulfanilamid	18	290	1200	1,4	< DT	i.a.
Sulfamethiazol	19	4,6	3,2	0,21	< DT	i.a.
Sulfathiazol	280	140	40	0,13	< DT	i.a.
Sulfaguanidin	0,23	<0,05	1300	0,72	< DT	i.a.
Meprobamat	1200	850	8200	<0,5	i.a.	i.a.
Barbital	140	<0,5	102	<1	< DT	i.a.
Amobarbital	62	130	48	<0,5	< DT	i.a.
PCE	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,16	< DT
TCE	<0,02	0,14	0,02	<0,02	<0,05	< DT
cis-DCE	0,54	1,1	0,04	<0,02	<0,02	< DT
VC	1,5	3,9	1,1	<0,02	<0,02	< DT
Benzen	1,3	10	6,5	<0,02	<0,05	< DT
Toluen	0,18	0,81	530	<0,02	<0,05	0,1
Ethylbenzen	0,18	15	2,4	<0,02	<0,05	< DT
Xylener	0,34	4,0	3,9	<0,02	<0,05	< DT
		Uorganiske	forbindelser (	mg/L)	-	
Litium (µg/L)	i.a.	i.a.	19	i.a.	<0,5	1,3
Bromid	i.a.	i.a.	1,5	i.a.	i.a.	i.a.
Chlorid	38	140	210	i.a.	100	i.a.
Nitrat-N	0,04	0,02	< DT	i.a.	i.a.	i.a.
Sulfat-S	7,3	5	0,13	i.a.	i.a.	i.a.
Opløst jern	i.a.	i.a.	1,3	i.a.	i.a.	i.a.
Ammonium-N	6,3	12	31	i.a.	i.a.	i.a.
NVOC	17	26	60	i.a.	i.a.	i.a.

# 2. Metoder og dataoversigt

# 2.1 1. Målekampagne i Grindsted Å, 2012 (6.-10. aug. & 3.-7. sept.)

I den første målekampagne var hovedformålet at belyse koncentrationen af miljøfremmede stoffer i Grindsted Å, samt at lokalisere, hvor grundvandet siver ind i åen. Ud fra tidligere studier af åen, som omtalt ovenfor, blev der i denne målekampagne lagt særligt vægt på en ca. 5 km lang strækning i Grindsted Å, der blev inddelt i tre delområder, som vist i Figur 9. Det første område i Grindsted Å ligger mellem Vestre Boulevard og Søndre Ringvej, det andet mellem Søndre Ringvej og Morsbøl Skolevej, hvor åen løber nord for Engsøen, og det tredje område ligger fra Morsbøl Skolevej og ned til x: 490204, y: 6179308, en 2,5 km lang strækning.



Figur 9: Placeringen af de tre områder 1, 2 og 3 med særlig interesse i Grindsted Å.

#### 2.1.1 Temperaturmålinger og overfladevandsprøver

Temperaturen blev målt systematisk for hver 50 m i åen i hhv. midten af vandsøjlen ( $T_{sw}$ ), lige over bunden ( $T_0$ ) og ca. 20 cm nede i bundsedimentet ( $T_{20}$ ) for at lokalisere, hvor grundvandet indsiver i Grindsted Å. Det danske grundvand ligger i gennemsnittet mellem 8 til 10 °C (Miljøministeriet, 2007), så en indsivning af grundvand vil afspejle sig i en lav temperatur lige under åens bund. Det blev indledningsvist vurderet, at alle områder i åen, hvor  $T_{20}$  var under 10 °C, var af interesse.

Temperaturen og ledningsevnen blev ligeledes målt 2-3 steder på tværs af åen for hver 50 m. Dette blev gjort for at måle variationer af grundvandsindsivningen i åen fra bred til bred, da åen i gennemsnit var 6-8 m bred i august-september 2012. Temperaturmåleren samt ledningsevnemåleren var begge påmonteret på toppen af et temperaturspyd. Koordinater samt måledata er vist i bilag 2.

Der blev udtaget vandprøver fra overfladevandet (SW) til analyse for pH, de klorerede opløsningsmidler og deres nedbrydningsprodukter, CAH (PCE, TCE, cis-DCE og VC), uorganiske ioner (Cl-, Br-, NO<sub>3</sub>- og SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), barbiturater, sulfonamider og sulfanilsyre. Vandprøverne blev udtaget fra midten af vandsøjlen, midt i åen, med et 50-100 m interval. Måling af temperatur og pH samt udtagning af vandprøver på tværs af åen er illustreret på Figur 10. Koordinater, pH målinger samt kemiske analyseresultater er vist i bilag 3.



Figur 10: Skitsetegningen viser åen i tværsnit, samt hvor temperatur, ledningsevne, pH og SW prøver systematisk blev målt og udtaget langs den undersøgte strækning i Grindsted Å, startende fra Vestre Boulevard til ca. 2,5 km nedstrøms for Morsbøl Skolevej.

#### 2.1.2 Grundvandsprøver

Ved lokaliseringen af et "hot spot" for grundvandsindsivning, hvor temperaturen i 20 cm's dybde var mindre end 10 °C, blev målingerne intensiveret for at finde området med de lavest  $T_{20}$  værdier. Derved afgrænsedes zonen, hvor interaktionen mellem grundvand og overfladevand var størst. I hvert "hot spot" blev et piezometer nedsat i 40 cm's dybde og indledningsvist tømt for vand. Efter at vandstanden var genetableret, blev den hydrauliske potentialeforskel bestemt, og grundvands-prøver (GW) blev udtaget fra piezometeret til analyse af uorganiske ioner, CAH, barbiturater, sulfonamider og sulfanilsyre. Koordinater samt kemiske analyseresultater er vist i bilag 4.

Placeringen af samtlige temperaturmålinger og vandprøver, foretaget i målekampagnen på den undersøgte strækning i Grindsted Å (område 1-3), er vist på hhv. Figur 11 og Figur 12.



Figur 11: Oversigt over temperaturmålinger på den undersøgte strækning i Grindsted Å, som blev udført i den 1. målekampagne (august/september), startende fra Vestre Boulevard inde i selve Grindsted by til ca. 2,5 km nedstrøms for Morsbøl Skolevej. De hvide pile samt nummerering angiver opdelingen af strækningen i områderne 1-3. De røde punkter angiver, hvor der blev foretaget temperaturmålinger.



Figur 12: Oversigt over vandprøver udtaget på den undersøgte strækning i Grindsted Å i den 1. målekampagne. En SW prøve fra åen, hvor Ribe Landevej krydser, blev benyttet som nulpunkt for CAH forureningen og uorganiske ioner. De grønne punkter viser, hvor der blev udtaget vandprøver fra overfladevandet (SW). De røde stjerner angiver, hvor der blev udtaget overfladevand til analyse af de atypiske miljøfremmede stoffer barbiturater, sulfonamider og sulfanilsyre. De blå punkter viser, hvor der blev nedsat et piezometer i Grindsted Å og udtaget grundvandsprøver (GW). De hvide pile samt nummerering angiver opdelingen af strækningen i område 1, 2 og 3.

De interessante områder, hvor det forurenede grundvand indsiver i åen, blev identificeret på grundlag af tilstedeværelsen af PCE, TCE, cis-DCE og VC, ionerne Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> og SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> samt barbiturater, sulfonamider og sulfanilsyre i hhv. GW og SW prøverne.

# 2.2 2. Målekampagne i 2012 (8.-12. oktober)

I denne kampagne var hovedformålet at belyse grundvandskoncentrationen af miljøfremmede stoffer på tværs af Grindsted Å, samt at karakterisere de vertikale og horisontale grundvandsstrømninger i de områder, hvor forurenet grundvand var påvist at sive ind i Grindsted Å. Derved opnås en mulighed for at identificere forureningskilden.

Tre piezometertværsnit blev installeret i åen i område 1 på baggrund af analyseresultaterne fra 1. målekampagne. Placeringen af de tre tværsnit A, B og C er vist på Figur 13.



Søndre Ringvej

Vestre Boulevard

Figur 13: Udsnittet viser placeringen af de tre tværsnit A, B og C i område 1 i Grindsted Å, der løber fra Vestre Boulevard til Søndre Ringvej. Tværsnittene er angivet med hvide bjælker. De grønne punkter viser, hvor der blev udtaget prøver fra overfladevandet. De røde stjerner angiver, hvor der blev udtaget overfladevand til analyse af barbiturater, sulfonamider og sulfanilsyre. De blå punkter viser, hvor der blev nedsat et piezometer i Grindsted Å og udtaget grundvandsprøver.

#### 2.2.1 Installering og prøvetagning af piezometertværsnit

Hvert tværsnit bestod af 6 grupper af piezometre, hvor hver gruppe bestod af piezometre i hhv. 40 og 80 cm's dybde i sedimentet og indledningsvist tømt for vand. Efter at vandstanden var genetableret, blev den vertikale hydrauliske potentialeforskel bestemt. Vandprøver blev udtaget fra piezometrene til analyse af CAH, NVOC (none-volatil-organic-carbon) og uorganiske ioner (Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, opløst Fe, Li<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> og SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>). En rammeboring blev nedsat 5 meter inde på bredden på hver side af åen. Vandprøver blev udtaget til CAH, NVOC og uorganiske ioner for hver 0,5 - 1 m, rørene blev rammet ned mellem 1,5 og 5,5 m's dybde. Ledningsevne samt pH blev ligeledes målt. Vandprøver til analyse for barbiturater, sulfonamider og sulfanilsyre blev udtaget i 3,5 m's dybde. Koordinater, målte hydraulisk potentialeforskelle og kemiske analyseresultater er vist i bilag 5.

#### 2.2.2 Piezometre opstrøms og nedstrøms for tværsnit A

Der blev yderligere nedsat fire piezometre hhv. 5 m og 10 m opstrøms og nedstrøms for tværsnit A i 0,4 m's dybde i sedimentet og indledningsvist tømt for vand. Efter at vandstanden var genetableret, blev den hydrauliske potentialeforskel bestemt. Vandprøver blev udtaget til analyse af CAH og uorganiske ioner (Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> og SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>). Koordinater, målte hydraulisk potentialeforskelle samt kemiske analyseresultater er vist i bilag 6.

#### 2.2.3 Overfladevandstværsnit nedstrøms tværsnit C

25 meter nedstrøms for tværsnit C i Grindsted Å, blev der ligeledes udført et overfladevandstværsnit, som bestod af fem vandprøver, udtaget i midten af vandsøjlen og fordelt over 10 m, hvilket var åens bredde på dette sted i september 2012. Vandprøver blev udtaget til analyse af CAH og de uorganiske ioner (Cl, Br,  $NO_3^-$  og  $SO_4^{2^-}$ ). Fordelingen af vandprøverne på tværs af åen, startende 1 m fra bredden på begge sider og derefter 2 m imellem hver udtagning, er illustreret på Figur 14. Koordinater samt analyseresultater er vist i bilag 7.



Figur 14: Skitse af overfladevandstværsnittet 25 m nedstrøms for tværsnit C, som bestod af fem SW prøver, udtaget fra midten af vandsøjlen på tværs af åen, fordelt over 10 m, som var bredden af Grindsted Å på dette sted i september 2012.

#### 2.2.4 Indmåling og koter

Samtlige piezometre og rammeboringer blev nivelleret. Et punkt på Lindevejbroen blev benyttet som referencepunkt og sat til kote 100 m, for at placere de tre tværsnit kotemæssigt i forhold til hinanden. Referencepunktet på Lindevejbroen er vist på Figur 15. Koordinater samt koter er vist i bilag 5 og 6.



Figur 15: Billedet viser referencepunktet (kote 100 m) på Lindevejbroen, som blev benyttet i den 2. målekampagne til at niveauplacere de tre tværsnit i forhold til hinanden.

## 2.3 Feltudstyr

Beskrivelse af måleinstrumenter og udstyr, benyttet i de to målekampagner, er samlet i Tabel 3.

Udstyr	Producent	model	Kommentar
Temperaturmåler	ebro	TFN 520	
Ledningsevnemåler	WTW	Cond 330i	
Temperaturspyd	Kjærulf Pedersen a/s		2 stk. hhv. 1,7 m og 3 m langt
pH måler	WTW	рН 330	
GPS	Garmin	eTrex Legend HCx	
Piezometer (PVC)	GPA	Trykklasse PN 16	Transparent rør, 16 mm
			væg 1,2 mm
Piezometer (metal)	Sanistål	Syrefast 316 stål	Benyttet ved stærk strøm,
			15 × 1 mm
Rammeboring (jern)	Sanistål	Sorte damprør	<sup>3</sup> ⁄4 tommer
Filterspidser	Skjern plæneklipper		Speciallavet til damprørene
	service og Streno		
Nylon slange		Polyamid 11	Til udtagning af SW og GW
			prøver, min. diffusion og
			sorption
Nivelleringsapparat	Leica	Sprinter, 150m	

Tabel 3: Oversigt over måleinstrumenter og udstyr benyttet i de to målekampagner.

# 2.4 Kemiske analyser

Analyse af CAH indholdet i vandprøverne blev foretaget i DTU Miljø's laboratorium vha. GC/MS "headspace"-metoden. En metode, hvor varme benyttes til at ekstrahere de flygtige organiske forbindelser ud af vandet i stedet for en trykgradient ("purge and trap"-metoden). Analytterne blev derefter separeret og identificeret på en GC/MS (gaskromatografi-systemet, Agilent 7980, -tilsluttet en electron impact (70 eV) triple-axis mass-selective detektor, Agilent 5675 C). Se detaljer i Rasmussen et al. (2013). Resultaterne blev understøttet af analyser fra Milana A/S, 30 ud af de ca. 165 vandprøver udtaget fra Grindsted Å under denne feltundersøgelse. Milana benyttede GC/MS "purge and trap"-metoden. Korrelationen mellem CAH resultaterne fra hhv. DTU Miljø og Milana er vist i bilag 8. Overensstemmelsen var generelt god, og i det følgende vises derfor kun resultater fra målinger fra DTU Miljø.

De uorganiske anioner Cl-, Br-,  $NO_3^{-}$  og  $SO_4^{2^-}$  blev analyseret i DTU Miljø's laboratorium vha. ionkromatografi (Dionex ionkromatograf ICS-1500 med Ion Pac AS 14 A mm Column (P/N 056904) og Ion Pac AG14 "Guard "Column i kombination med en anion suppressor/pump, Metrohm 833 IC). NH<sub>4</sub>+ blev bestemt vha. metoden continuous flow analysis (CFA) (AutoAnalyzer 3, BRAN-LUEBBE). Opløst Fe og Li+ blev analyseret vha. induktiv koblet plasma massespektrometri (ICP-MPX-Vista-Axial). NVOC blev ligeledes analyseret i DTU Miljø's laboratorium vha. oxidation med en katalytisk forbrænding (TOC 5000A, Shimadzu, med en ASI-5000 autosampler).

Barbiturater, sulfonamider og sulfanilsyre blev analyseret hos Milana A/S vha. metoderne GC/MS (ekstraheret vha. dichlormethan) og LC/MS/MS (fastfase ekstraktion).

#### 2.5 Beregning af den indsivende GW flux ud fra temperaturdata

Ud fra temperaturmålinger alene er det muligt at beregne den indsivende GW flux i et vandløb, hvis det antages, at grundvandet hovedsagligt siver vertikalt ind i åen. Følgende udtryk er da gældende for den konduktive og advektive varmetransport af grundvandet op igennem åbunden (Bredehoeft & Papadopolus, 1965):

$$\frac{K_{fs}}{\rho c} \nabla^2 T(z) - \frac{\rho_f}{\rho c} \nabla \cdot (T(z)q_z) = \frac{\partial T(z)}{\partial t}$$

hvor

T(z)	temperaturen (°C) i bundsedimentet i dybden z (m)
$K_{fs}$	varmeledningsevnen (J s <sup>-1</sup> m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> ) i det mættede sediment-GW system
ρc	$(= n\rho_f c_f + (1-n)\rho_s c_s)$ den volumetriske varmekapacitet af det mættede sediment-
	GW system (J m <sup>-3</sup> K <sup>-1</sup> )
$\rho_f c_f$	den volumetriske varmekapacitet af GW (J m <sup>-3</sup> K <sup>-1</sup> )
$ ho_f$	densiteten af GW (kg m <sup>-3</sup> )
$C_{f}$	specifikke varme af GW (J kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> )
$\rho_s c_s$	den volumetriske varmekapacitet af sedimentet (J m <sup>-3</sup> K <sup>-1</sup> )
$ ho_s$	densiteten af sedimentet (kg m <sup>-3</sup> )
$C_S$	specifikke varme af sedimentet (J kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> )
n	porøsitet af sedimentet (dimensionsløs)
$q_z$	Darcy/GW flux (m s <sup>-1</sup> ) i den vertikale (z) retning

Den analytiske løsning, når den vertikale strømning af både GW og varme er i ligevægt, er følgende:

$$T(z) = T_0 + (T_{GW} - T_0) \frac{exp\left[N_{pe}\left(\frac{Z}{L}\right)\right] - 1}{exp(N_{pe}) - 1}$$

hvor

$$T_0$$
temperaturen ved åbunden (°C) $T_{GW}$ GW temperaturen (°C) i dybden L (m) under åbunden

Forholdet mellem advektion og konduktion, Npe, er udtrykt ved

$$N_{pe} = \frac{q_z \rho_f c_f L}{K_{fs}}$$

Denne ligevægtsløsning er bedst egnet, når der er stor temperaturforskel mellem SW og GW, det vil sige i sommer- eller vinterhalvåret. Ligningen blev benyttet i målekampagnen til at estimere GW flux i to temperaturprofiler T1 og T2, foretaget i Grindsted Å.

Ved yderligere at antage, at den vertikal opadrettet GW strømning i sedimentet har følgende grænseværdier T = T<sub>0</sub> for z = 0, og T<sub>GW</sub> er konstant i den underliggende aquifer for z  $\rightarrow \infty$  når  $\partial T/\partial z$  = 0, kan en mere simpel analytisk løsning udledes (Turcotte & Schubert, 1982):

$$q_z = -\frac{K_{fs}}{\rho_f c_f z} \cdot \ln(\frac{T_{20} - T_L}{T_0 - T_L})$$

GW fluxen,  $q_z$ , kan derved estimeres ud fra kun to temperaturmålinger, én ved sedimentbunden (T<sub>0</sub>) og én i f.eks. 20 m's dybde (z=0,2 m og T=T<sub>20</sub>). Dette udtryk blev benyttet til at beregne den indsivende GW flux på den ca. 5 km lange strækning, undersøgt i Grindsted Å, ud fra de målte temperaturdata. I Tabel 4 er der givet en oversigt over K<sub>fs</sub> værdier i forskellige jordtyper (Promio, 2011 og Stonestrom & Blasch, 2003).

Tabel 4: Oversigt over estimerede K<sub>fs</sub> værdier i forskellige jordtyper (Promio, 2011 og Stonestrom & Blasch, 2003).

Jordtype	$K_{fs} (Js^{-1}m^{-1}K^{-1})$	Kommentar
Sand	2,0	
Tørv	0,6	
Ler	1,4	
Sand og tørv	1,3	Gennemsnit af sand og tørv

Gennemsnitsværdien for K<sub>fs</sub> i sand og tørv (1,3 Js<sup>-1</sup>m<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>) blev benyttet til at udregne GW fluxen i Grindsted Å, eftersom vådområdet i og omkring åen overvejende bestod af sand og tørv (observeret i målekampagnen, august 2012). De øvrige benyttede parametre er vist i Tabel 5.

Tabel 5: Oversigt over benyttede parametre til at estimere den indsivende GW flux vha. temperaturmålinger.

Parametre	Værdi	Kommentar
$K_{fs}(Js^{-1}m^{-1}K^{-1})$	1,3	For jordtype: sand <u>og</u> tørv
$\rho_{\rm f} c_{\rm f} ({\rm Jm}^{-3} {\rm K}^{-1})$	4,19E+06	Den volumetrisk varmekapacitet af vand
L (m)	5	Dybde i sedimentet hvor TL= TGW
Tgw	9,1	

# 3. Resultater

I dette afsnit vises resultaterne fra de to målekampagner i Grindsted Å på den ca. 5 km lange strækning, startende fra Vestre Boulevard til ca. 2,5 km nedstrøms Morsbøl Skolevej. I afsnit 3.1 vises temperaturdata og den beregnede GW flux langs den undersøgte strækning samt temperatur profiler, udført i starten af strækningen. I afsnit 3.2 til 3.4 ses en optegning af analyseresultaterne for CAH, barbiturater, sulfonamider, sulfanilsyre og uorganiske ioner udtaget fra overfladevand- og grundvandsprøver langs den undersøgte strækning. Derpå vises en detaljeret gennemgang af resultaterne fra område 1 i afsnit 3.5, efterfulgt af resultaterne for de tre tværsnit A-C, udført i dette område (niveauplacering, hydrauliske strømningsforhold og kemiske analyseresultater) samt overfladetværsnittet foretaget 25 m nedstrøms for tværsnit C i hhv. afsnit 3.6 til 3.7. Resultaterne er her præsenteret i form af figurer med detaljeret figurtekst, men er ikke yderligere kommenteret i detaljeret, da resultaterne er diskuteret i kapitel 4.

#### 3.1 Temperaturen langs åen

I de følgende figurer Figur 16 - Figur 21 ser man en optegning af de målte temperaturer i 20 cm's dybde i bundsedimentet, T20, sammenholdt med hhv. forskellen mellem overfladevandets temperatur,  $\Delta$ (Tsw-T<sub>20</sub>), og den beregnede GW flux, q<sub>z</sub>, langs den undersøgte strækning i Grindsted Å, startende fra Vestre Boulevard til ca. 2,5 km nedstrøms Morsbøl Skolevej (område 1-3).



#### 3.1.1 Område 1, 2 og 3

Figur 16: Den målte temperatur i 20 cm's dybde (T20) i bundsedimentet samt forskellen mellem overfladevandets temperatur (Tsw) og T20 i den 1. målekampagne er vist langs Grindsted Å i område 1. T20 er vist med rødt og Δ(Tsw-T20) med blåt. Placeringen af to temperaturprofiler T1 og T2, udført i starten af den undersøgte strækning, samt 10°C på T20-aksen er angivet med grønt. Afstand 1220 m svarer til Vestre Boulevard og 2600 m til Søndre Ringvej.



Figur 17: Den målte temperatur i 20 cm's dybde i bundsedimentet, sammenholdt med den beregnede GW flux, qz, hvor grundvandstemperaturen var sat til 9 °C ( $T_L$ ), ned langs Grindsted Å i område 1. T20 er vist med rødt og qz med blåt. To temperaturprofiler T1 og T2 blev udført i Grindsted Å i område 1, deres placering er angivet med grønne pile, hvilket er uddybet i afsnit 3.1.2. 10°C på T20-aksen er fremhævet med en grøn linje. Afstand 1220 m svarer til Vestre Boulevard og 2600 m til Søndre Ringvej.



Figur 18: Den målte temperatur i 20 cm's dybde (T20) i bundsedimentet samt forskellen mellem overfladevandets temperatur (Tsw) og T20 i den 1. målekampagne er vist langs Grindsted Å i område 2. T20 er vist med rødt og ∆(Tsw-T20) med blåt. 10°C på T20-aksen er angivet med grønt. Afstand 2600 m svarer til Søndre Ringvej og 4000 m til Morsbøl Skolevej.



Figur 19: Den målte temperatur i 20 cm's dybde i bundsedimentet, sammenholdt med den beregnede GW flux, qz, hvor grundvandstemperaturen var sat til 9 °C (TL), ned langs Grindsted Å i område 2. T20 er vist med rødt og qz med blåt. 10 °C på T20-aksen er fremhævet med grønt. Afstand 2600 m svarer til Søndre Ringvej og 4000 m til Morsbøl Skolevej.



Figur 20: Den målte temperatur i 20 cm's dybde (T20) i bundsedimentet samt forskellen mellem overfladevandets temperatur (Tsw) og T20 i den 1. målekampagne er vist langs Grindsted Å i område 3. T20 er vist med rødt og  $\Delta$ (Tsw-T20) med blåt. 10°C på T20-aksen er fremhævet med grønt. Afstand 4000 m svarer til Morsbøl Skolevej.



Figur 21: Den målte temperatur i 20 cm's dybde i bundsedimentet sammenholdt med den beregnede GW flux, qz, hvor grundvandstemperaturen var sat til 9°C (TL), langs Grindsted Å i område 3. T20 er vist med rødt og qz med blåt. 10°C på T20-aksen er fremhævet med grønt. Afstand 4000 m svarer til Morsbøl Skolevej.

#### 3.1.2 Beregning af GW flux i temperaturprofil

I starten af område 1 blev der udført to temperaturprofiler, T1 og T2, i bunden i Grindsted Å (Figur 23), hvorfra den indsivende GW flux, qz, blev estimeret på de to lokaliteter, som vist på Figur 23. Beregningsmetoden og benyttede parametre er uddybet i afsnit 2.5. Temperaturdata er vist i bilag 2.



Figur 22: Oversigtskort over temperaturmålinger, udført i område 1, er illustreret med røde punkter. Placeringen af de to temperaturprofiler T1 og T2, udført i 1. målekampagne, er angivet med hvide pile.



Figur 23: Målte temperaturprofiler T1 og T2, i Grindsted Å i august 2012, er vist med rødt, sammenholdt med de simulerede temperaturprofiler, vist med blåt.  $q_z$  angiver GW fluxen, som er anvendt i simuleringen af temperaturprofilerne (alle øvrige parametre er angivet i afsnit 2.5).

# 3.2 Chlorerede opløsningsmidler langs åen

I det følgende er der vist en oversigt af analyseresultaterne for de chlorerede opløsningsmidler, PCE og TCE, samt deres nedbrydningsprodukter, cis-DCE og VC, fra samtlige SW og GW prøver, udtaget langs Grindsted Å på den ca. 5 km lange strækning, startende fra Vestre Boulevard til ca. 2,5 km nedstrøms Morsbøl Skolevej (Figur 24).



Figur 24: De samlede analyseresultater for de chlorerede opløsningsmidler PCE og TCE samt deres nedbrydningsprodukter cis-DCE og VC fra overfladevandet (SW) og grundvandet (GW) prøver, udtaget fra Grindsted Å på den undersøgte strækning. Afstand 1200m svarer til Vestre Boulevard, 2600m til Søndre Ringvej, 4200m til Morsbøl Skolevej og 6550m til stedet ca. 2,5km nedstrøms for Morsbøl Skolevej, hvor målekampagnen ender. Røde cirkler angiver PCE koncentrationen i SW og de sorte cirkler angiver PCE koncentrationen i GW. De orange trekanter angiver TCE i SW og de hvide i GW. De lysegrønne firkanter viser cis-DCE i SW og de sorte i GW. VC er angivet med romber, hvor de mørkegrønne viser SW koncentrationen og de hvide GW koncentration. De røde pile angiver steder med signifikante koncentrationsstigninger og fald i GW langs den undersøgte strækning. Rådata er vist i bilag 3 og 4.

#### 3.3 Barbiturater, sulfonamider samt sulfanilsyre langs åen

I det følgende er der vist en oversigt over analyseresultaterne for barbiturater, sulfonamider og sulfanilsyre fra samtlige SW og GW prøver, udtaget langs Grindsted Å på den ca. 5 km lange strækning, startende fra Vestre Boulevard til ca. 2,5 km nedstrøms Morsbøl Skolevej (Figur 25). Analyseresultaterne fra SW prøverne er vist på den undersøgte strækning på et oversigtskort i Figur 26. Figur 27 sammenholder analyseresultaterne for hhv. barbiturater, sulfonamider og sulfanilsyre med CAH på de første 880 m af den undersøgte strækning på et oversigtskort.



Figur 25: Oversigt over de samlede analyseresultater for barbiturater, sulfonamider og sulfanilsyre i SW og GW prøver, udtaget i Grindsted Å. Afstand 1220 m svarer til Vestre Boulevard, 2600 m til Søndre Ringvej, 4200 m til Morsbøl Skolevej og 6550 m til stedet ca. 2,5 km nedstrøms for Morsbøl Skolevej, hvor målekampagnen ender. Røde cirkler angiver sulfanilamid koncentrationen i overfladevandet (SW) og de sorte cirkler angiver sulfanilamid koncentrationen i grundvandet (GW). De orange nedadvendte trekanter angiver sulfaguanidin i SW og de hvide i GW. De lysegrønne firkanter viser sulfamethazin i SW og de sorte i GW. Sulfamethiazol er angivet med romber, hvor de mørkegrønne viser SW koncentrationen og de hvide GW koncentrationen. Sulfanilsyre koncentrationen i SW er angivet med opadrettede blå trekanter og sorte i GW. Barbital i SW er angivet med blå sekskanter og hvide i GW. De røde pile angiver steder med signifikante koncentrationsstigninger. Rådata er vist i bilag 3 og 4. Koncentrationen af samtlige stoffer var under detektionsgrænsen i den første vandprøve, udtaget på den undersøgte strækning 171 m nedstrøms for Vestre Boulevard (SW prøven blev udtaget i afstand 1391 m).



Figur 26: Analyseresultater fra SW prøver af barbiturater, sulfonamider og sulfanilsyre på den undersøgte strækning i Grindsted Å. De rødlilla punkter angiver placeringen af udtagningen for SW prøver. De orange stave illustrer stoffet barbital, lyseblå sulfanilsyre, grønne sulfamethazin, mørkeblå sulfanilamid, lilla sulfamethiazol og rød sulfaguanidin. Koncentrationerne er angivet logaritmisk (samme enhed for alle stoffer). Rådata er vist i bilag 3 og 4. De hvide pile samt nummerering angiver opdelingen af strækningen i områderne 1, 2 og 3. I.p. står for ikke påvist. Området indrammet med en rød firkant er forstørret i Figur 27.



Figur 27: Forstørret udsnit af de første 880 m af den undersøgte strækning af Grindsted Å, startende fra Vestre Boulevard. De rødlilla punkter angiver placeringen af udtagningen for overfladevandsprøverne og de grønne punkter grundvandsprøverne. Figuren øverst viser relative koncentrationer for barbiturater, sulfonamider samt sulfanilsyre, hvor de orange stave illustrer stoffet barbital, lyseblå sulfanilsyre, grønne sulfamethazin, mørkeblå sulfanilamid, lilla sulfamethiazol og rød sulfaguanidin. Koncentrationsdata er vist i bilag 3 og 4. Figuren nederst viser resultaterne for PCE, TCE, cis-DCE og VC, hvor de lilla stave angiver VC, grønne cis-DCE, rød TCE og blå PCE. De hvide barer og nummereringer angiver placeringen af de tre tværsnit udført i oktober. Alle koncentrationer i de to figurer er angivet logaritmisk (samme enhed for alle stofferne).

# 3.4 Uorganiske ioner langs åen

I det følgende er der vist en oversigt over analyseresultaterne for de uorganiske ioner, chlorid, bromid, nitrat og sulfat, fra samtlige SW og GW prøver udtaget langs Grindsted Å på den ca. 5 km lange strækning, startende fra Vestre Boulevard til ca. 2,5 km nedstrøms for Morsbøl Skolevej (Figur 28).

Korrelationen mellem de påviste uorganiske ioner i SW og GW prøver, udtaget langs den undersøgte strækning, er vist i bilag 10.



Figur 28: Oversigt over samtlige analyseresultater for de uorganiske ioner (chlorid, bromid, nitrat og sulfat) i SW og GW udtaget i Grindsted Å. Røde cirkler angiver chlorid koncentrationen i SW og de sorte cirkler angiver chlorid koncentrationen i GW. De orange trekanter angiver bromid i SW og de hvide i GW. De lysegrønne firkanter viser nitrat i SW og de sorte i GW. Sulfat er angivet med romber, hvor de mørkegrønne viser SW koncentrationen og de hvide GW koncentrationen. Afstand 1220 m svarer til Vestre Boulevard, 2600 m til Søndre Ringvej, 4200 m til Morsbøl Skolevej og 6550 m til stedet ca. 2,5km nedstrøms for Morsbøl Skolevej, hvor målekampagnen ender. De røde pile, angiver signifikante koncentrationsstigninger og fald i GW. Alle koncentrationer i de to figurer er angivet logaritmisk (samme enhed for alle stofferne).

## 3.5 Valg af område til detaljeret undersøgelse

I de følgende figurer Figur 29-Figur 32 ses en optegning af temperaturmålinger, beregnede GW flux værdier og samtlige kemiske analyseresultater fra SW og GW prøver, udtaget fra den første del af område 1 på den undersøgte strækning samt placeringen af tværsnit A, B og C. For at lokalisere hvor de to forureningsfaner indsivede i Grindsted Å, blev placeringen af tværsnittene valgt på basis af, hvor der var blevet påvist de højeste koncentrationer af CAH og chlorid i GW. Placeringen af tværsnit A blev derudover udvalgt, idet dette område i åen ligeledes havde en signifikant lav T20 værdi (9,6°C), tværsnit B idet der i GW på dette sted var blevet påvist de højeste bromid koncentrationer var blevet påvist i GW. Bemærk pilene i Figur 24, Figur 25 og Figur 28 viser påviste koncentrationsstigninger og fald i analyseresultaterne fra 1. målekampagne, hvorimod pilene i Figur 30-Figur 32 viser placeringen af tværsnit A, B og C i forhold til temperaturmålingerne, den beregnede GW flux samt de påviste koncentrationer på den undersøgte strækning i Grindsted Å.



Figur 29: Oversigt over målte temperaturer i 20 cm's dybde (T20) i bundsedimentet (rødt), sammenholdt med forskellen mellem overfladevandets temperatur (Tsw) og T20 (blåt), er vist langs Grindsted Å i første del af område 1 fra 1220 m til 2000 m. Den hydrauliske potentialeforskel,  $\Delta h$  (cm), målt i 8 piezometre, er illustreret med lysegrønne trekanter. Placeringen af de tre tværsnit A, B og C er illustreret med grønne pile samt nummerering, benyttet i målekampagnen.



Figur 30: Oversigt over den målte temperatur i 20 cm's dybde (T20) i bundsedimentet, sammenholdt med den beregnede GW flux, qz, hvor grundvandstemperaturen var sat til 9°C (TL), de første 780 m af den undersøgte strækning i Grindsted Å startende fra Vestre Boulevard. T20 er vist med rødt og qz med blåt. 10°C på T20-aksen er fremhævet med grønt. Den hydrauliske potentialeforskel,  $\Delta h$  (cm), målt i 8 piezometre, er illustreret med lysegrønne trekanter. Placeringen af de tre tværsnit A, B og C er illustreret med grønne pile samt nummerering.



Figur 31: Til venstre vises en oversigt over PCE, TCE, cis-DCE og VC koncentrationerne samt placeringen af de tre tværsnit A, B og C (røde pile) i område 1. Afstanden 1220 m svarer til Vestre Boulevard og 2600 m til Søndre Ringvej. De røde cirkler angiver PCE koncentrationen i overfladevandet (SW) og de sorte cirkler angiver PCE koncentrationen i grundvandet (GW). De orange trekanter angiver TCE i SW og de hvide i GW. De lysegrønne firkanter viser cis-DCE i SW og de sorte i GW. VC er angivet med romber, hvor de mørkegrønne viser SW koncentrationen og de hvide GW koncentration. Til højre vises placeringen af de tre tværsnit i forhold til analyseresultaterne for barbiturater, sulfonamider og sulfanilsyre i de første 1700 m af den undersøgte strækning af Grindsted Å. Røde cirkler angiver sulfanilamid koncentrationen i SW og de sorte cirkler angiver sulfanilamid koncentrationen i GW. De orange nedadvendte trekanter angiver sulfaguanidin i SW og de hvide i GW. De lysegrønne firkanter viser sulfamethazin i SW og de sorte i GW. Sulfamethiazol er angivet med romber, hvor de mørkegrønne viser SW koncentrationen og de hvide GW koncentration. Sulfanilsyre koncentrationen i SW er angivet med opadrettede blå trekanter og sorte i GW. Barbital i SW er angivet med blå sekskanter og hvide i GW. Alle koncentrationer i de to figurer er angivet logaritmisk (samme enhed for alle stofferne).



Figur 32: Oversigt over placeringen af de tre tværsnit A, B og C (røde pile) i forhold til 1.målekampagnes analyseresultater for chlorid, bromid, nitrat og sulfat fra samtlige SW og GW prøver udtaget i område 1. Blå punkter angiver koncentrationen i SW og de røde angiver koncentrationen i GW. Afstanden 1220 m svarer til Vestre Boulevard og 2600 m til Søndre Ringvej. Alle koncentrationer er angivet logaritmisk (samme enhed for alle stofferne).

#### 3.6 Hydrauliske strømningsforhold i tværsnit A, B og C

I de følgende figurer Figur 33-Figur 35 vises en optegning af niveauplaceringen af tværsnit A, B og C i forhold til hinanden samt de hydrauliske strømningsforhold i de tre tværsnit. I Figur 37 og Figur 38 vises temperaturen i 20 cm's dybde i tværsnit A og C samt de beregnede GW flux værdier i tværsnit C. Figur 40 til Figur 43 viser samtlige kemiske analyseresultater fra GW prøverne, udtaget i tværsnit A, B og C. I Figur 44 og Figur 45 vises de kemiske analyseresultater fra GW prøverne for tværsnit A samt for piezometre op- og nedstrøms fra 40 cm's dybde i åbunden. Figur 46 viser de kemiske analyse-resultater fra SW tværsnittet, udført 25 m nedstrøms for tværsnit C.



Figur 33: Niveauplaceringen af de tre tværsnit A, B og C i område 1, hvor et punkt på Lindevejbroen blev benyttet som referencepunktet og sat til kote 100 m. Tværsnit A bestod af 6 grupper af piezometer, hvor hver gruppe bestod af to piezometre, sat i hhv. 40 og 80 cm's dybde på tværs af selve åen, samt en rammeboring 5 m inde på hver brink. Tværsnit B bestod ligeledes af 6 grupper af piezometer, sat på tværs af selve åen (i hhv. 40 og 80 cm's dybde). Tværsnit C derimod blev delvist udført i september, hvor piezometertværsnittet i selve åen blev udført i hhv. 40, 60, 80 og 100 cm's dybde (vist med røde prikker), og i oktober, hvor to rammeboringer blev tilføjet, én på hver brink, som er vist med sorte prikker. Den sorte pil forneden angiver tværsnitten i forhold til strømningsretningen (Q) af Grindsted Å.



#### 3.6.1 Tværsnit A

Figur 34: Figuren til venstre viser isopotentialekortet af tværsnit A, udregnet i forhold til referencepunktet (100 m) på Lindevejbroen. Blå potentiale linjer og tal angiver potentialetrykket 100,6 m, 100,7 m og 100,8 m. De blå pile angiver strømningsretningen af grundvandet. Figuren til højre viser den hydrauliske potentialeforskel i tværsnit A, hvor forskellen er målt i forhold til åens potentiale. Et positivt tal betyder, at grundvandet står højere end åen, hvorimod et negativt tal betyder, at grundvandet står under åens vandspejl. Værdierne er angivet i cm. Nord og syd er ligeledes angivet i tværsnittet.

#### 3.6.2 Tværsnit B



Figur 35: Figuren til venstre viser isopotentialekortet af tværsnit B, udregnet i forhold til referencepunktet (100 m) på Lindevejbroen. Blå potentiale linjer og tal angiver potentialetrykket 99,6 m,99,7 m og 99,8 m. De blå pile angiver strømningsretningen af grundvandet. Figuren til højre viser den hydrauliske potentialeforskel i tværsnit B, hvor forskellen er målt i forhold til åens potentiale. Et positivt tal betyder, at grundvandet står højere end åen, hvorimod et negativt tal betyder, at grundvandet står under åens vandspejl. Værdierne er angivet i cm. Nord og syd er ligeledes angivet i tværsnittet.

#### 3.6.3 Tværsnit C



Figur 36: Figuren til venstre viser isopotentialekortet af tværsnit C, udregnet i forhold til referencepunktet (100 m) på Lindevejbroen. Blå potentiale linjer og tal angiver potentialetrykket i hhv. 99,2 m, 99,6 m og 100 m. De blå pile angiver strømningsretningen af grundvandet. Figuren til højre viser den hydrauliske potentialeforskel i tværsnit C, hvor forskellen er målt i forhold til åens potentiale. Et positivt tal betyder, at grundvandet står højere end åen, hvorimod et negativt tal betyder, at grundvandet står under åens vandspejl. Værdierne er angivet i cm. Nord og syd er ligeledes angivet i tværsnittet. De orange værdier angiver værdier målt i oktober, hvorimod de røde viser værdier målt i september. Værdierne fra september blev omregnet til den forhøjede vandstand, målt i oktober vha. vandstandsmålinger fra online målestationer opsat af Orbicon, vist i bilag 11.



Figur 37: Temperaturen i 20 cm's dybde (T20) samt overfladevandets temperatur (Tsw) i tværsnit A, målt i oktober 2012. Temperaturen er angivet i °C. Vandspejlet er vist med blåt. Nord og syd orientering er ligeledes angivet i tværsnittet.



Figur 38: Temperaturen i 20 cm's dybde (T20) i tværsnit C (målt i september 2012) er vist til venstre, og de tilhørende beregnede GW flux (m/s) er vist i tværsnittet til højre. Temperaturen er angivet i °C. Vandspejlet er vist med blåt, og nord og syd er ligeledes angivet.

#### 3.6.5 Kemiske analyseresultater fra tværsnit A, B og C

I de følgende optegninger vises analyseresultaterne for CAH, NVOC, uorganiske ioner, barbiturater, sulfonamider og sulfanilsyre i de tre tværsnit A, B og C.


Figur 39: Resultaterne for samtlige kemiske analyser for CAH, NVOC og uorganiske ioner er vist fra tværsnit A. CAH og litium koncentrationerne er angivet i  $\mu$ g/L, medens NVOC og de resterende ionkoncentrationer er angivet i mg/L. Kotepositionen for udtagningen af vandprøverne er angivet i meter i forhold til referencepunktet på Lindevejbroen (100 m). Den blå linje angiver vandspejlet i selve åen og inde på brinkerne. Ammonium, litium, NVOC og opløst Fe blev kun prøvetaget, hvor det var muligt at udtage ekstra vandprøver.



Figur 40: Analyseresultaterne for CAH, barbiturater, sulfonamider og sulfanilsyre er vist fra tværsnit A. Alle koncentrationer er angivet i  $\mu$ g/L. Kotepositionen for udtagningen af vandprøverne er angivet i meter i forhold til referencepunktet på Lindevejbroen (100 m). Den blå linje angiver vandspejlet i selve åen og inde på brinkerne. To GW prøver for barbiturater, sulfonamider og sulfanilsyre blev analyseret, én fra hver rammeboring inde på brinkerne i 3, 5 m dybde.



Figur 41: Resultaterne for samtlige kemiske analyser for CAH, NVOC og uorganiske ioner er vist fra tværsnit B. CAH og litium koncentrationerne er angivet i  $\mu$ g/L, medens NVOC og de resterende ionkoncentrationer er angivet i mg/L. Kotepositionen for udtagningen af vandprøverne er angivet i meter i forhold til referencepunktet på Lindevejbroen (100 m). Den blå linje angiver vandspejlet i åen. Ammonium, litium, NVOC og opløst Fe blev kun prøvetaget, hvor det var muligt at udtage ekstra vandprøver.



Figur 42: Resultaterne for samtlige kemiske analyser for CAH, NVOC og uorganiske ioner er vist fra tværsnit C. CAH og litium koncentrationerne er angivet i  $\mu$ g/L, medens NVOC og de resterende uorganiske forbindelser er angivet i mg/L. Kote positionen for udtagningen af vandprøverne er angivet i meter i forhold til referencepunktet på Lindevejbroen (kote 100 m). Den blå linje angiver vandspejlet i selve åen samt inde på brinkerne. Analyseresultater fra boring 114.1448 (GPIX), der befinder sig tæt på den nordlige brink af tværsnittet i 8-9m dybde , er vist i nederst højre hjørne i hvert af boblediagrammerne . De røde bobler angiver analyseresultaterne fra september, hvor de orange angiver resultaterne fra oktober 2012. Ammonium, litium, NVOC og opløst Fe blev kun prøvetaget og analyseret i målekampagnen i oktober, hvor det var muligt at udtage ekstra vandprøver.



Figur 43: Analyseresultaterne for CAH, barbiturater, sulfonamider og sulfanilsyre vist fra tværsnit C. Koncentrationerne er angivet i  $\mu$ g/L. Kote positionen for udtagningen af vandprøverne er angivet i meter i forhold til referencepunktet på Lindevejbroen (kote 100 m). Den blå linje angiver vandspejlet i selve åen og inde på brinkerne. Fire GW prøver for barbiturater, sulfonamider og sulfanilsyre blev analyseret, to fra hver rammeboring inde på brinkerne i hhv. 3, 5 m og 5,5 m dybde. Analyseresultater fra boring 114.1448 (GPIX), der befinder sig tæt på den nordlige brink af tværsnittet i 8-9 m dybde, er vist i nederst højre hjørne i hvert af boblediagrammerne .

#### 3.6.6 Tværsnit A sammenholdt med piezometre opstrøms og nedstrøms



Figur 44: Analyseresultater for CAH fra tværsnit A samt piezometre hhv. 5 m og 10 m opstrøms og nedstrøms for tværsnittet. Alle viste GW prøver er udtaget fra 40 cm dybde i Grindsted Å. De hydrauliske potentialeforskelle i tværsnit A var alle positive (Figur 34). De to piezometre opstrøms havde begge negative værdier, hvorimod de to piezometre nedstrøms for tværsnittet var positive (bilag 6). Et positivt tal betyder, at grundvandet står højere end åen, hvorimod et negativt tal betyder, at grundvandet står under åens vandspejl. Vandløbets strømningsretning er angivet med blå piler.



Figur 45: Analyseresultater for uorganiske ioner fra tværsnit A samt piezometre hhv. 5 m og 10 m opstrøms og nedstrøms for tværsnittet. Alle viste GW prøver er udtaget fra 40 cm dybde i Grindsted Å. De hydrauliske potentialeforskelle i tværsnit A var alle positive (Figur 34). De to piezometre opstrøms havde begge negative værdier, hvorimod de to piezometre nedstrøms for tværsnittet var positive (bilag 6). Et positivt tal betyder, at grundvandet står højere end åen, hvorimod et negativt tal betyder, at grundvandet står under åens vandspejl. Vandløbets strømningsretning er angivet med blå piler.





Figur 46: Analyseresultaterne for CAH og uorganiske ioner fra SW tværsnittet, udført i september 2012, 25 m nedstrøms for tværsnit C. Til venstre vises PCE, TCE, cis-DCE og VC resultaterne for SW hen igennem tværsnittet, hvor koncentrationerne er angivet i  $\mu$ g/L. Til højre er ionresultaterne vist, hvor koncentrationerne er angivet i  $\mu$ g/L.

# 4. Evaluering af resultater og metoder

#### 4.1 Evaluering af GW indsivning langs Grindsted Å



Figur 47: Oversigt over placeringen af de 6 påviste grundvandsindsivningszoner 1-6 (vist med blåt), de to temperaturprofiler T1 og T2 (angivet med sort) samt tværsnittene A, B og C (vist med rødt) på den undersøgte strækning af Grindsted Å, startende fra Vestre Boulevard til ca. 2,5 km nedstrøms Morsbøl Skolevej.

#### 4.1.1 Temperaturmålinger

Temperaturmålinger i Grindsted Å foretaget på den ca. 5 km lang strækning, startende fra Vestre Boulevard inde i selve Grindsted by til ca. 2,5 km nedstrøms for Morsbøl Skolevej i 2012 viste, at temperaturen i 20 cm dybde, T20, i flere områder blev påvist at være mindre end 10 °C (Figur 48). Ved at sammenholde T20 med forskellen mellem overfladevandet og T20,  $\Delta$ (Tsw-T20), ses det, at den største forskel netop er i disse områder, hvilket tyder på, at det er grundvandsinteraktive zoner, hvor det ca. 9 °C kolde grundvand indsiver i åen. I Figur 49, hvor T20 er sammenholdt med den beregnede GW flux, qz, hen igennem den undersøgte strækning i Grindsted Å, ses det, at der er tale om 6 betydende zoner, hvor grundvandet siver ind, og indstrømningsfluxen overstiger 3\*10<sup>-6</sup> m/s. Dette er færre zoner end T20 og  $\Delta$ (Tsw-T20) resultaterne alene kunne indikere. Zonernes længde varierede fra at være 70 m til 230 m, men der blev også påvist en variation på tværs af åen, i tværsnit C, hvor GW fluxen varierede fra at være ubetydelig i den sydlige del af åbunden til at have en betydelig størrelse (5,37\*10<sup>-6</sup>m/s) i midten af åen og hen igennem den nordlige del af tværsnittet (Figur 38).



Figur 48: Den målte temperatur i 20 cm dybde (T20) i bundsedimentet samt forskellen mellem overfladevandets temperatur (Tsw) og T20 er vist for den undersøgte strækning langs Grindsted Å. T20 er vist med rødt og  $\Delta$ (Tsw-T20) med blåt. 10°C på T20-aksen er angivet med en grøn linje.



Figur 49: Den målte temperatur i 20 cm dybde (T20) i bundsedimentet sammenholdt med den beregnede GW flux, qz, hvor grundvandstemperaturen var sat til 9°C (TL), langs Grindsted Å på den undersøgte strækning. T20 er vist med rødt og qz med blåt. Placeringen af de 6 betydende GW indsivningszoner, hvor qz oversteg 3\*10-6m/s, er nummereret 1-6. 3\*10-6m/s på qz-aksen er fremhævet med en grøn linje.

#### 4.1.2 Temperaturprofiler

Der blev foretaget to temperaturprofiler T1 og T2 i åbunden i starten af den undersøgte strækning, hvor T1 var placeret 140 m opstrøms for den 1. betydende GW indsivningszone og T2 i begyndelsen af zonen. Placering af T1 og T2 samt de målte T20 og GW flux i området er vist på Figur 50. Den beregnede GW flux for de to profiler var på hhv.  $1,6*10^{-6}$ m/s og  $4,5*10^{-6}$ m/s, og viste, at der skete en signifikant opadrettet vertikal indstrømning af grundvand i åen i profil T2. Det understøtter samtidig, at en lav T20 værdi indikerer en høj GW flux værdi, idet T20 i T1 blev målt til 10,2°C, mens T20 i T2 blev målt til 9,6°C. Temperaturen lige over åbunden, T0, har også betydning for den beregnede qz-værdi, men denne værdi var mere ustabil, idet den var lettere påvirket af ydre varmepåvirkning fra åens temperatur, som varierede stærkt med dybden af åen, og derved ikke alene kunne angive noget entydigt. Sammenholdt med usikkerheder ved at måle temperaturen lige over og 20 cm nede i bundsedimentet, når åen i gennemsnit var 1,6 m til 1,8 m dyb, indikerer resultaterne, at der først er en betydende GW indsivning ved beregnede qz- værdier større end 1\*10<sup>-6</sup> m/s.



Figur 50: Den målte temperatur i 20 cm dybde (T20) i bundsedimentet sammenholdt med den beregnede GW flux, qz, hvor grundvandstemperaturen var sat til 9°C (TL), de første 800 m af den undersøgte strækning i Grindsted Å, startende fra Vestre Boulevard. T20 er vist med rødt og qz med blåt. Den røde rektangel angiver det estimerede usikkerhedsinterval for den beregnede GW flux. Den hydrauliske potentialeforskel,  $\Delta h$  (cm), målt i 8 piezometre nedsat i åbunden i starten af den undersøgte strækning, er illustreret med lysegrønne trekanter. Placeringen af de to temperaturprofiler T1 og T2 er angivet med grønt.

#### 4.1.3 Hydraulisk potentialeforskel

Den hydrauliske potentialeforskel mellem vandspejlet i åen og grundvandsmagasinet blev ligeledes målt i 8 piezometre i starten af den undersøgte strækning fra 1288 m til 1564 m (Figur 50). De viste alle en opadrettet gradient, som stærkt indikerer, at der i dette område skete en opadrettet vertikal GW indstrømning fra åbunden. Piezometrene var placeret i de samme områder, hvor T20,  $\Delta$ (Tsw-T20) og den beregnede qz angav, at der var interaktive zoner mellem grundvandet og åen, og de understøtter derved de ovennævnte antagelser.

#### 4.1.4 Regional versus lokal maling af vandforhold i Grindsted Å

Der blev på trods af de tre påviste GW indsivningszoner i den første del af den undersøgte strækning (1235 - 1980 m), vist i sommeren 2012, at der regionalt i området fra Vestre Boulevard, 1220 m, til Søndre Ringvej, 2600 m, skete et vandtab på denne strækning af åen. Vandføringens medianminimum, sammenholdt med den beregnede GW flux på den undersøgte strækning, er vist på figur 51. På strækningen fra Søndre Ringvej, 2600 m, til Morsbøl Skolevej, 4000 m, hvor Grindsted Å er ført nord for Engsø, og to GW indsivningszoner blev påvist (figur 47), skete der regionalt en tilstrømning af vand. I den sidste del af den undersøgte strækning i Grindsted Å fra Morsbøl Skolevej og ca. 2,5 km nedstrøms, hvor én større GW indsivningszone blev påvist, viste resultaterne fra Orbicon, at der i dette område var en vandudveksling tæt på nul (Orbicon 2012, appendix 2). Dette viser, at det er vanskeligt at identificere betydende lokale GW indsivningszoner alene ud fra det regionale vandførings målinger.



Figur 51: Vandføringens medianminimum, Q, beregnet af Orbicon 2012 (appendix 2), sammenholdt med den beregnede GW flux, qz, langs Grindsted Å på den undersøgte strækning. Afstanden 1220 m repræsenterer Vestre Boulevard, 2600 m Søndre Ringvej og 4000 m Morsbøl Skolevej.

#### Sammenfatning af afsnit 4.1: Evaluering af GW indsivning langs Grindsted Å

- Temperatur i 20 cm dybde i bundsedimentet, T20, under 10°C indikerer, at der er en interaktivzone mellem åen og GW, og at det kan være en betydende GW indsivningszone.
- 6 betydende GW indsivningszoner blev påvist på den undersøgte strækning med en GW flux større end 3\*10<sup>-6</sup> m/s.
- Pga. åens dybde (1,6 1,8 m) var størrelsen af den beregnede GW flux på 1\*10<sup>-6</sup> m/s, før der var en betydende GW indsivning.
- GW indsivningszoner langs åen var af varierende længde fra ca. 70 m til 230 m og størrelsen af den indstrømmende flux kunne ligeledes variere på tværs af åen.
- Det var ikke muligt, at identificere betydende lokale GW indsivningszoner, alene på basis af regionale vandførings målinger.

## 4.2 Evaluering af forureningskomponenter fundet i åen og det indsivende GW langs Grindsted Å

#### 4.2.1 Chlorerede opløsningsmidler og deres nedbrydningsprodukter

Alle prøver udtaget fra overfladevand (SW) og grundvand (GW) langs den undersøgte strækning i Grindsted Å, startende fra Vestre Boulevard inde i selve Grindsted by til 2,5 km nedstrøms for Morsbøl Skolevej, blev analyseret for de chlorerede opløsningsmidler PCE og TCE samt deres nedbrydningsprodukter cis-DCE og VC. Placeringen af de 6 betydende GW indsivningszoner er vist på Figur 49, og et udvalg af resultaterne for SW og GW i og omkring de 6 indsivningszoner er sammenholdt i Tabel 6. Resultaterne viste, at der i den 1. og 3. GW indsivningszone blev tilført de højeste koncentrationer af PCE, TCE, cis-DCE og VC til åen. Efterfølgende viste det sig i SW nedstrøms for hver af de to zoner, hvor CAH koncentrationerne steg til de højest påviste SW koncentrationer på hele den undersøgte strækning af åen (Figur 24). Den 2. betydende GW indsivningszone havde derimod signifikant lavere koncentrationer trods zonens høje GW flux værdier (Figur 49). Der blev igen påvist en koncentrationsstigning i den 6. betydende GW indsivningszone, 346 m nedstrøms for Morsbøl Skolevej, af PCE, TCE, cis-DCE og VC, hvilket tyder på, at der skete en ny stoftilførsel i dette område til Grindsted Å. Koncentrationsforløbet af PCE, TCE, cis-DCE og VC i SW er vist på Figur 53.



Figur 52: Konceptuel tegning af placeringen af de 6 betydende GW indsivningszoner, påvist på den undersøgte strækning i Grindsted Å, samt forureningsgraden af det indsivende GW, hvor stærkt rødt illustrerer den kraftigste forurening og lysere rødt lavere koncentrationer. Blå illustrerer, at grundvandet i den 2. betydende GW indsivningszone havde signifikant lavere koncentrationer af TCE, cis-DCE og VC, og havde desuden betydeligt mindre reduceret grundvand end i indsivningszonerne 1 og 3.

Tabel 6: Kemiske analyseresultater fra udvalgte GW prøver i de 6 betydende GW indsivningszoner samt udvalgte SW prøver før og efter hver zone. GW flux værdien, qz, for lokaliteten, hvor GW og SW prøverne blev udtaget, er estimeret ud fra temperaturmålinger i nærområdet. Den første SW prøve (1391 m) ligger i begyndelsen af den 1. GW indsivningszone og den sidste GW prøve (4346 m) lå i udkanten af den 6. GW indsivningszone på den undersøgte strækning i Grindsted Å.

	SW	GW	SW										
GW													
indsivningszone		1		2		3		4		5		6	
Afstand (m)	1391	1435	1503	1676	1782	1846	2811	3040	3299	3695	4113	4346	6666
qz (m/s)	2.6E-06	4.6E-06	8.0E-07	4.7E-06	1.6E-06	5.4E-06	8.0E-07	4.3E-06	2.0E-06	1.7E-06	2.1E-06	0.5E-06	6E-07
Stof (µg/L)													
PCE	0,06	0,04	0,07	0,05	0,08	< DT	0,15	0,05	0,15	< DT	0,13	0,35	0,09
TCE	0,03	0,10	0,03	0,04	0,06	0,40	0,11	0,02	0,11	< DT	0,09	0,26	0,06
cis-DCE	0,03	11,73	0,08	0,23	0,33	4,40	2,67	0,61	2,43	0,59	2,07	2,54	1,41
VC	< DT	44,58	0,12	0,21	0,37	42,83	3,37	0,62	2,91	0,28	2,13	0,23	1,09
Sulfanilsyre	< 0,5	91	< 0,5	i.a.	i.a.	1,0	< 0,5	i.a.	i.a.	i.a.	< 0,5	i.a.	< 0,5
Sulfamethazin	< 0,5	200	1,7	i.a.	i.a.	< 0,5	1,0	i.a.	i.a.	i.a.	1,2	i.a.	1,0
Sulfanilamid	< 0,5	107	< 0,5	i.a.	i.a.	24	1,2	i.a.	i.a.	i.a.	1,3	i.a.	1,1
Sulfamethiazol	< 0,05	380	4,7	i.a.	i.a.	< 0,05	0,6	i.a.	i.a.	i.a.	0,9	i.a.	0,6
Sulfathiazol	< 0,05	19	1,2	i.a.	i.a.	< 0,05	0,05	i.a.	i.a.	i.a.	0,06	i.a.	< 0,05
Sulfaguanidin	< 0,05	110	0,51	i.a.	i.a.	18	0,46	i.a.	i.a.	i.a.	0,56	i.a.	0,58
Meprobamat	< 0,1	< 0,1	< 0,1	i.a.	i.a.	0,82	0,61	i.a.	i.a.	i.a.	< 0,1	i.a.	< 0,1
Barbital	< 1	340	< 1	i.a.	i.a.	6,8	< 1	i.a.	i.a.	i.a.	1,2	i.a.	< 1
Amobarbital	< 0,5	57	< 0,5	i.a.	i.a.	< 0,5	< 0,5	i.a.	i.a.	i.a.	< 0,5	i.a.	< 0,5
Chlorid (mg/L)	31	35	31	28	31	284	29	18	33	16	33	22	37
Bromid (mg/L)	< DT	4,25	< DT	< DT	0,10	4,51	0,10	< DT	0,09	< DT	0,11	< DT	0,11
Nitrat-N (mg/L)	1,96	0,02	2,00	1,26	2,01	0,10	1,75	0,49	1,80	0,29	1,73	0,03	1,87
Sulfat-S (mg/L)	9,5	3,1	9,7	7,1	9,3	1,1	8,4	14,0	9,0	2,0	9,1	17,5	9,7



Figur 53: Analyseresultaterne for PCE, TCE, cis-DCE og VC i samtlige overfladevandsprøver, udtaget langs den undersøgte strækning af Grindsted Å, startende fra Vestre Boulevard inde i selve byen og ca. 2,5 km nedstrøms for Morsbøl Skolevej. Afstanden 1220 m repræsenterer Vestre Boulevard, 2600 m Søndre Ringvej og Morsbøl Skolevej 4000 m. Alle koncentrationer er angivet logaritmisk (samme enhed for alle stofferne).

#### 4.2.2 Barbiturater, sulfonamider og sulfanilsyre

Analyseresultaterne for barbiturater, sulfonamider og sulfanilsyre viste, at deres koncentrationer gik fra at være under detektionsgrænsen i SW, 40 m opstrøms for den 1. betydende GW indsivningszone, til at optræde i høje koncentrationer (91 - 380 µg/L) i grundvandet i den 1. indsivningszone, som vist i Tabel 6. I SW, 70 m nedstrøms for denne GW zone, blev flere af stofferne nu også påvist. Stofferne blev igen påvist i GW fra den 3. indsivningszone. De påvises derefter i SW på resten af den undersøgte strækning, dog skete der igen en mindre koncentrationsstigning, umiddelbart efter Morsbøl Skolevej, hvorefter de aftager. Dette indikerer, at der i området omkring Morsbøl Skolevej skete en ny stoftilførsel. Stoftilførslen kan skyldes, at Engsøen udmunder i Grindsted Å, ca. 100 m opstrøms Morsbøl Skolevej, som er kendt for at indeholde mange af Grindstedværkets affaldsstoffer (Billund Kommune, 2008). Det vil kræve en nærmere undersøgelse af overfladevandet fra Engsøens udmunding samt af området i åen for at kunne afgøre, hvorvidt forureningen stammer fra Engsøen og/eller fra GW. SW koncentrationen på den undersøgte strækning er vist på Figur 54. Ud fra de 7 analyserede vandprøver fra Grindsted Å, viste resultaterne, at den kraftigst påviste forurening i åen skete i første del af den undersøgte strækning, ca. 180 m til 780 m nedstrøms for Vestre Boulevard (afstand 1400 – 2000 m), hvor 1. og 3. betydende GW indsivningszone blev påvist (Figur 25).



Figur 54: Analyseresultaterne for barbiturater, sulfonamider og sulfanilsyre i samtlige overfladevandsprøver, udtaget langs den undersøgte strækning af Grindsted Å, startende fra Vestre Boulevard inde i selve Grindsted by og ca. 2,5 km nedstrøms for Morsbøl Skolevej. Afstanden 1220 m repræsenterer Vestre Boulevard, 2600 m Søndre Ringvej og 4000m Morsbøl Skolevej. Alle koncentrationer er angivet logaritmisk (samme enhed for alle stofferne).

#### 4.2.3 Uorganiske ioner

Resultaterne for de uorganiske ioner viste, at chlorid koncentrationerne ligeledes var højest i starten af den undersøgte strækning i GW prøverne, hvor to signifikante toppe blev påvist i den 1. og 3. betydende GW indsivningszone i åen for CAH, barbiturater, sulfonamider og sulfanilsyre koncentrationerne. Der blev i 2. indsivningszone påvist et fald i chlorid koncentrationerne. En mindre stigning i GW koncentrationen blev påvist i den 4. GW indsivningszone, 433 m nedstrøms for Søndre Ringvej, hvor åen er ført nord for Engsø, for derefter at falde til koncentrationer under SW koncentrationerne på resten af den undersøgte strækning (Figur 28). Der blev dog påvist en lille GW stigning i den 6. GW indsivningszone, nedstrøms for Morsbøl Skolevej, i samme område hvor CAH koncentrationerne havde en mindre stigning i GW og barbiturater, sulfonamider og sulfanilsyre i SW. Koncentrationer fra udvalgte SW og GW prøver er vist i Tabel 6, som er understøttet af samtlige analyseresultater, vist i bilag 3 og 4.

Bromid koncentrationen i GW prøverne viste ligeledes to maksima i den 1. og 3. betydende GW indsivningszone i åen, hvor koncentrationerne for CAH og chlorid topper. Bromids SW koncentrationen steg efter den første GW top hen til ca. 450 m opstrøms Søndre Ringvej, hvorefter den faldt til omkring 0,1  $\mu$ g/L, hvor den lå stabilt på resten af strækningen. GW koncentrationen derimod faldt ned under detektionsgrænsen, 700 m nedstrøms for Søndre Ringvej, for derefter ikke at blive påvist igen på resten af strækningen (Figur 28).

Nitratkoncentrationen i SW lå stabilt på ca. 1,8 mg/L ned igennem åen, hvorimod GW koncentrationen viste to større dyk på de samme strækninger, hvor der blev påvist stigninger i koncentrationerne på CAH, chlorid og bromid i 1. og 3. GW indsivningszone. GW koncentrationen steg derefter til omkring SW koncentration ved Søndre Ringvej til opstrøms for Morsbøl Skolevej, hvorefter GW koncentrationen igen begyndte at falde, for derefter at blive lavere end SW koncentrationerne på resten af den undersøgte strækning af åen (Figur 28).

Sulfat viste de samme koncentrationsmønstre i SW og GW som nitrat med to dyk i GW koncentrationerne i 1. og 3. indsivningszone. GW koncentrationen lå derefter på omkring SW koncentrationen (9 mg/L) på resten af den undersøgte stækning, for dog at stige kortvarigt i den 6. betydende GW indsivningszone nedstrøms for Morsbøl Skolevej (Figur 28).

De to dyk i nitrat og sulfatkoncentrationerne tyder stærkt på, at det CAH, barbiturat, sulfonamid og sulfanilsyre forurenede GW, der indsivede i den 1. og 3. dominerende GW indsivningszone i starten af den undersøgte strækning, var stærkt reduceret (sulfat). Forureningsgraden i de påviste GW indsivningszoner er illustreret i oversigtsfiguren, Figur 52.

Grundvandet i den 2. betydende indsivningszone var derimod kun svagt reduceret i forhold til GW i 1. og 3. indsivningszone. Sammenholdt med at GW var karakteriseret ved at have signifikante lave koncentrationer af de tre stofgrupper, CAH, chlorid og bromid, trods de høje GW flux værdier påvist i denne zone (figur 49), understøtter det, at GW der strømmede ind i Grindsted Å i denne zone, havde en signifikant anderledes vandkemi end det GW, der indsivede 160 m opstrøms og 130 m nedstrøms i åen. Da de 3 zoner ligger indenfor en strækning af 600 m, kunne der være flere forklaringer på dette fænomen. En forklaring kunne være, at den 2. betydende GW indsivningszone hovedsageligt modtager det forholdsvise rene GW fra syd, som påvist i tværsnit A (afsnit 4.3.1.), af geologiske grunde. En anden forklaring kunne være, at der er sket en opsplitning ("fingers")/ opbremsning af CAH i den forurenede GW fane fra nord, et fænomen, som er kendt for stofgruppen dense non-aqueous phase liquids (DNAPLs), som PCE, TCE, cis-DCE og VC tilhører, idet de transporteres lettere igennem mættede zoner i jordlagene, men samtidig er tungere end vand (Bjerg et al., 2011). Der er, som omtalt i afsnit 1.3, blevet påvist flere mindre ler og silt linser i det relativt homogene 80 m dybe sandlag under Grindsted by og omegn. Sådanne linser kan virke både som en geologisk barriere eller som et filter for det forurenede GW og derved bevirke, at CAH ikke påvises i GW i den 2. indsivningszone og understøtter derved begge forklaringer på det observerede fænomen. En kortlægning af de hydrauliske strømningsforhold i denne GW indsivningszone ville være nødvendig for at kunne afgøre, hvilken forklaring som var gældende.

GW, der indsivede i den 6. betydende GW indsivningszone nedstrøms for Morsbøl Skolevej var ligeledes reduceret (nitrat), men ikke så kraftigt som i den 1. og 3. indsivningszone.

### Sammenfatning af afsnit 4.2: Evaluering af forureningskomponenter fundet i det indsivende GW langs Grindsted Å

- Det kraftigste forurenede (CAH, chlorid og bromid) og mest reducerede GW, som blev påvist, indsivede i Grindsted Å i den 1. og 3. betydende GW indsivningszone på den undersøgte strækning.
- Barbiturater, sulfonamider og sulfanilsyre blev først påvist i Grindsted Å i den 1. betydende GW indsivningszone for derefter at være repræsenteret i SW på resten af den undersøgte strækning. De højeste koncentrationer blev påvist i åen 180–780 m nedstrøms for Vestre Boulevard.
- Den 2. betydende indsivningszone viste signifikant lavere CAH, chlorid og bromid koncentrationer i GW og var mindre reduceret end GW i 1. og 3. indsivningszoner.
- En mindre stigning af barbiturater og sulfonamider blev igen påvist nedstrøms for Morsbøl Skolevej i SW, men hvorvidt det stammer fra Engsøen eller fra forurenet GW kræver nærmere undersøgelser.
- En stigning af CAH og chlorid koncentrationerne i GW fra den 6. indsivningszone (150 m nedstrøms for Morsbøl Skolevej) vidnede om en ny stoftilførsel via GW til Grindsted Å.

# 4.3 Evaluering af forureningskomponenter fundet i det indsivende GW samt hydrauliske strømningsforhold på tværs af Grindsted Å

#### 4.3.1 Tværsnit A i 1. betydende GW indsivningszone

I den 1. betydende GW indsivningszone, 160 m nedstrøms for Vestre Boulevard (ved 1380 m), hvor tværsnit A var placeret, indikerede de hydrauliske potentialeforskelle, at der skete en indstrømning af GW i åen, og at det forekom homogent over hele åbunden i tværsnittet (Figur 34). CAH resultaterne fra de to rammeboringer, én på hver side af åen, samt piezometrene i selve åen, viste, at der overvejende skete en tilstrømning af CAH forurenet GW fra nordsiden af åen. Bromid blev kun påvist i væsentlige koncentrationer i GW fra den nordlige del af åen (Figur 39). Barbiturater, sulfonamider og sulfanilsyre blev også kun påvist i den nordlige brink i grundvandet fra 3,5 m dybde (Figur 40). Chlorid derimod blev påvist i høje koncentrationer over hele tværsnittet. Litium blev også påvist i hele tværsnittet, men i lave koncentrationer (0,33–2,53 µg/L) (Figur 39). Nitrat blev påvist i lave koncentrationer over hele tværsnittet, hvorimod ammonium og sulfat koncentrationerne var højest i de øvre lag samt i den nordlige brink, hvilket kunne tyde på, at GW, som tilstrømmede fra syd, var mere reduceret (sulfat) end det tilstrømmende GW fra nord (nitrat) (Figur 39). Rådata er vist i bilag 5.

Sammenholdt viste analyseresultaterne, at der ankom en kraftig CAH, barbiturat, sulfonamid, sulfanilsyre og bromid forurenet fane fra nord til den 1. betydende GW indsivningszone i Grindsted Å (Figur 55). Den specielle stofkombination vidner om, at det højst sandsynligt stammer fra fabriksgrunden, Grindstedværket, som ligger ca. 1,5 km nord for Grindsted Å (Figur 1 og Figur 2).

GW prøverne fra de fire piezometre, placeret hhv. 5 m og 10 m opstrøms og nedstrøms for tværsnit A (figur 44 og 45) viste, at CAH og de uorganiske ioner (Br<sup>-</sup>,  $NO_3^-$  og  $SO_4^{2-}$ ) overvejende blev påvist i selve tværsnittet samt i de to piezometre nedstrøms for tværsnittet. De hydrauliske potentialeforskelle viste ligeledes, at de to piezometre opstrøms for tværsnit A var negative, hvorimod de to piezometre nedstrøms var positive. Disse observationer understøtter den beregnede GW flux, qz, som indikerede, at tværsnit A var blevet placeret i udkanten af den 1. påviste og betydende GW indsivningszone på den undersøgte strækning i Grindsted Å. Resultaterne understøttede endvidere, at der var en forurenet CAH, bromid og nitratreduceret GW fane, som indsivede fra nord på dette sted i Grindsted Å.



Figur 55: Konceptuel model (vist fra oven) af grundvandets forureningsgrad ved Grindsted Å. Det er illustreret ved hjælp af de røde piles størrelse og retning i de første 850 m af den undersøgte strækning, nedstrøms for Vestre Boulevard. De tre tværsnit A, B og C, som er vist med røde linjer, blev placereret i området, hvor det kraftigst forurenede GW blev påvist i åen i 1. målekampagne. Der er ved hvert tværsnit vist de max. koncentrationer af de miljøfremmede stoffer påvist i GW fra hhv. den nordlige og sydlige del af åbunden. Lokaliseringen af de påviste og betydende GW indsivningszoner 1, 2 og 3 er vist med blå cirkler. Åens strømningsretning, Q, er vist med blå pile. Placeringen af Grindstedværket (nord) og Grindsted gamle losseplads (syd) i forhold til åen samt forureningskemien i de to grundvandsfaner er vist med rødt (koncentrationer er hentet fra tabel 1 og 2 samt bilag 1).

#### 4.3.2 Tværsnit B i en neutral/nul vandudvekslingszone

Tværsnit B var placeret, ca.330 m nedstrøms for Vestre Boulevard (ved 1550 m), i et område i Grindsted Å, hvor der ifølge den beregnede GW flux ikke skete nogen signifikant GW indsivning, men høje CAH, chlorid og bromid koncentrationer var påvist i GW. De hydrauliske potentialeforskelle i selve åen viste, at der i oktober 2012 skete en udstrømning af vand fra åbunden over hele tværsnittet fra bred til bred (Figur 35). CAH resultaterne fra piezometrene i selve åen viste, at PCE, TCE, cis-DCE og VC koncentrationerne alle var høje i hele tværsnittet, i både 0,4 m og 0,8 m's dybde. Chlorid var også jævnt fordelt hen over hele tværsnittet i høje koncentrationer, hvorimod bromid og litium koncentrationerne var højest i den sydlige del. Nitrat blev påvist i små koncentrationer i hele tværsnittet, mens ammonium og sulfat var påvist i højere koncentrationer i den nordlige del end i den sydlige af åbunden. Dette kunne tyde på, som i tværsnit A, at GW fra syd var mere reduceret end GW fra nord, selvom vandet i oktober 2012 blev påvist at forlade åen på dette sted. Sammenholdt tyder resultaterne fra tværsnit B på, at åen i dette område i perioder mister vand, men også at området i perioder modtager GW, idet de miljøfremmede stoffer som CAH og det stærkt reducerede GW i den sydlige del af tværsnittet var repræsenteret i udvekslingszonen (Figur 55). Resultaterne for de kemiske analyser er illustreret i Figur 41, og samtlige rådata er vist i bilag 5.

#### 4.3.3 Tværsnit C i den 3. betydende GW indsivningszone

Tværsnit C var placeret 620 m nedstrøms for Vestre Boulevard (ved 1840 m) i Grindsted Å i den 3. påviste GW indsivningszone. De hydrauliske potentialeforskelle viste her, at der skete en indsivning af GW i tværsnittet, som illustreret i Figur 36. Temperaturen i 20 cm's dybde, T20, i åbunden samt den beregnede GW flux på tværs af åen viste, at der skete en signifikant større GW indstrømning i den nordlige del af åen end i den sydlige del af tværsnittet, hvor vanddybden var betydelige lavere (Figur 38).

PCE og TCE blev overvejende påvist i GW fra den nordlige del af tværsnittet i høje koncentrationer, men denne kemiske opdeling i det indsivende GW var mere udvisket ved tilstedeværelsen af cis-DCE og VC, som var jævnt fordelt i høje koncentrationer over hele tværsnittet (Figur 42). Barbiturat-, sulfonamid- og sulfanilsyreresultaterne fra rammeboringerne på hver side af åen i hhv. 3,5 m og 5,5 m dybde viste, at GW fra nord på dette sted var stærkt forurenet i begge dybder og påvist i langt højere koncentrationer end i GW fra syd (Figur 43). De påviste GW koncentrationer for CAH, barbiturat, sulfonamid og sulfanilsyre koncentrationerne i dette tværsnit var de højest påviste på den undersøgte strækning i Grindsted Å.

Fordelingen af chlorid var, som i tværsnit A og B, jævnt fordelt og i høje koncentrationer hen igennem hele tværsnittet, hvorimod bromid koncentrationerne var højest i den øvre del af åbunden og brinkerne. Litium blev kun analyseret i kampagnen, udført i oktober 2012, men resultaterne viste, at litium hovedsageligt på dette sted i Grindsted Å blev tilført med GW fra syd, hvilket indikerer, at GW fanen fra syd når åen i dette område (afsnit 1.5).

Ud fra nitrat, ammonium og sulfat resultaterne tyder det på, at GW fra syd igen var mere reduceret (ammonium) end GW, som ankom fra nord (nitrat) (Figur 42). Sammenholdt ses det, at GW fra nord og syd på dette sted indeholdt de samme miljøfremmede stoffer, dog i forskellig koncentrationer. GW fra syd var mere reduceret og indeholdt de højeste litium koncentrationer, hvorimod GW fra nord indeholdt de højeste koncentrationer af barbiturater, sulfonamider, sulfanilsyre, PCE og TCE. Dette indikerer, at der ankommer GW fra både nord og syd, trods GW fluxen fra syd er lavere i forhold til den nordlige del af tværsnittet. Der er stor sandsynlighed for at begge GW faner ankommer i dette område, idet fordelingen af de miljøfremmede stofferne i GW på tværs af åen, repræsenterer dele af de to GW faners karakteristika (Figur 55).

Analyseresultaterne fra den eksisterende boring GPIX, der ligger ca. 50 m nord for åen, lidt opstrøms for tværsnit C (Tabel 1 og Figur 7), lå meget tæt på de påviste koncentrationer i den nordlige brink og støtter dermed, at GW fra nord har den påviste vandkemi, som blev observeret i den nordlige del af tværsnit C.

Kemiske analyser af GW fanen fra syd (Tabel 2) i boring 114.1996 og 114.1384 viste, at der var forhøjede koncentrationer af litium i det øvre grundvandsmagasin og understøtter hermed, at der også ankommer GW fra syd til den sydlige brink i tværsnit C, som sandsynligvis stammer fra Grindsted gamle losseplads. PCE, TCE, cis-DCE og VC var derimod alle påvist i meget lave koncentrationer eller under detektionsgrænsen (Tabel 2), hvilket tyder på, at der enten er en lokal forureningskilde af CAH syd for Grindsted Å, eller at der på dette sted er sket en opblanding i udvekslingszonen under og i brinkerne af åen af det CAH forurenede GW fra nord. Effekten af opblanding kunne være yderligere forstærket af, at den indstrømmende GW flux i den nordlige del af tværsnittet var signifikant højere end i den sydlige del (Figur 38). Dette kunne ligeledes forklare fordeling af bromid over hele tværsnittet.

#### 4.3.4 SW tværsnit 25 m nedstrøms for tværsnit C

Et overfladevandstværsnit 25 m nedstrøms for tværsnit C viste, at PCE, TCE, cis-DCE og VC var repræsenteret i højere koncentrationer i den nordlige del af åløbet end i den sydlige del (Figur 46). Nitrat og sulfat koncentrationerne viste den samme koncentrationsfordeling, hvorimod bromid kun blev påvist i den nordlige del af tværsnittet (Figur 46). Fordelingen af de påviste stoffer i åløbet kunne forklares ved, at der, som observeret (Figur 38), var en kraftigere indsivende GW flux i den nordlige del af åbunden, og fordelingen i SW derved var domineret af vandkemien af det indsivende GW fra nord. Det viste samtidigt, at der på 25 m ikke var sket en fuldstændig opblanding i vandløbet, og at GW indsivningsmønsteret, påvist i tværsnit C, må være gældende for en større del af den 3. betydende GW indsivningszone (figur 47) end blot i og omkring tværsnit C. Chlorid var, som påvist i tværsnit C, jævnt fordelt i SW tværsnittet i forholdsvis høje koncentrationer (Figur 46).

### Sammenfatning af afsnit 4.3: Evaluering af forureningskomponenter fundet i det indsivende GW samt hydrauliske strømningsforhold på tværs af Grindsted Å

- I tværsnit A i den 1. betydende GW indsivningszone forekom der en homogen GW indsivning over hele tværsnittet samt en indsivning af en kraftigt CAH, barbiturat, sulfonamid, sulfanilsyre og bromid forurenet GW i den nordlige del for åen.
- Den påviste og unikke forureningskombination er karakteristisk for Grindstedværkets forurening og vidner om, at GW fanen fra nord, der indsiver 155 til 260 m fra Vestre Boulevard, stammer fra Grindstedværket.
- I tværsnit B skete der et vandtab i oktober 2012 over hele tværsnittet i det neutralt vandudvekslingsområde trods høje GW koncentrationer af de miljøfremmede stoffer påvist i hele åbundens udvekslingszone.
- De høje GW koncentrationer af CAH i tværsnit B tyder på, at forurenet GW fra nord indsiver i åen på nogle tidspunkter af året, men hvorvidt GW fanen fra Grindsted losseplads indsiver i åen er ikke tydeligt og ville kræve nærmere undersøgelser.
- Den 3. GW indsivningszone, 620 til 760 m nedstrøms for Vestre Boulevard, modtog ligeledes den forurenede GW fane fra Grindstedværket. Trods GW i den sydlige del indeholdte barbiturater, sulfonamider, sulfanilsyre, litium og var mere reduceret end GW fra nord, må området undersøges nærmere for at afgøre, hvorvidt GW fanen fra lossepladsen indsiver fra syd.
- I tværsnit C i den 3. betydende GW indsivningszone forekom GW indsivningen hovedsageligt fra midten og den nordlige del af åbunden, hvilket bevirkede en stærk opblanding af det forurenede GW fra nord i udvekslingzonen under og i brinkerne på dette sted.
- SW tværsnit viste, at der 25 m nedstrøms for tværsnit C ikke var sket en fuldstændig opblanding i åen, og at fordelingen i SW tværsnittet var domineret af den samme vandkemi, som det indsivende GW fra nord i tværsnit C.

#### 4.4 Kvalitetskriterier

Der blev på den ca. 5 km lange strækning, undersøgt i Grindsted Å, startende fra Vestre Boulevard til ca. 2,5 km nedstrøms Morsbøl Skolevej påvist, at koncentrationen af VC oversteg det generelle miljøkvalitetskriterium for overfladevand (0,05  $\mu$ g/L) 280 m nedstrøms for Vestre Boulevard og hen igennem resten af den undersøgte strækning.



Figur 56: Oversigt af PCE, TCE, cis-DCE og VC koncentrationerne i SW på den undersøgte strækning i Grindsted Å, startende fra Vestre Boulevard til ca. 2,5 km nedstrøms for Morsbøl Skolevej. De tre generelle kvalitetskriterier i SW for hhv. PCE og TCE (10  $\mu$ g/L), cis-DCE (6,8  $\mu$ g/L) og VC (0,05  $\mu$ g/L) er ligeledes angivet. Alle koncentrationer er angivet logaritmisk (samme enhed for alle stofferne). Afstand 1220 m repræsenterer Vestre Boulevard, 2600 m Søndre Ringvej og 4000 m Morsbøl Skolevej.

Summen af sulfonamider i overfladevandet blev ligeledes påvist at overstige den anbefalede koncentration på 4,6  $\mu$ g/L (Kærgård Plantage, 2006) i Grindsted Å, hhv. 280 m nedstrøms for Vestre Boulevard (12,5  $\mu$ g/L) og umiddelbart nedstrøms for Morsbøl Skolevej (7,3  $\mu$ g/L).



Figur 57: Oversigt af summen af koncentrationerne af hhv. sulfonamider og barbiturater i SW på den undersøgte strækning i Grindsted Å, startende fra Vestre Boulevard til ca. 2,5 km nedstrøms for Morsbøl Skolevej. De anbefalede kvalitetskriterier for summen af hhv. sulfonamider og barbiturater er 4,6  $\mu$ g/L og 70  $\mu$ g/L i SW (Kærgård Plantage, 2006 og Miljøstyrelsen, 2010). Kriteriet for sulfonamider er angivet med grønt. Afstand 1220 m repræsenterer Vestre Boulevard, 2600 m Søndre Ringvej og 4000 m Morsbøl Skolevej.

#### Sammenfatning af afsnit 4.4: Kvalitetskriterier

- VC oversteg det generelle miljøkriterium for SW i Grindsted Å, 280 m nedstrøms for Vestre Boulevard til ca. 2,5 km nedstrøms for Morsbøl Skolevej, en strækning på mere end 5 km.
- Summen af sulfonamider oversteg ligeledes den anbefalede SW koncentration 280 m nedstrøms for Vestre Boulevard, samt umiddelbart nedstrøms for Morsbøl Skolevej.

#### 4.5 Metoder

#### 4.5.1 Temperaturmålinger langs åen

Temperaturmålingerne i Grindsted Å var nemme at udføre, og de gav et godt overblik over GW indsivningszoner på den undersøgte strækning. Den 1. målekampagne viste, at temperaturmålingerne langs åen minimum skulle foretages hver 50 m for at kunne afdække lokale og betydende GW indsivningszoner ned langs åen, idet zonernes længde varierede fra 70 m til 230 m.

På basis af temperaturresultaterne viste de ligeledes, at ved vandløb, bredere end 2 m, var én måling ikke nok for hver 50 m, men at minimum to målinger på tværs af åen var nødvendig for at kunne afdække lokale GW indsivningszoner, idet GW fluxen kunne variere betydeligt fra bred til bred, som påvist i tværsnit C (Figur 38).

#### 4.5.2 Vandkemi i SW og GW ned langs åen

Overfladevandsprøver var lette at udtage, og analyseresultaterne viste, at for at kunne kortlægge stoftilførsel og koncentration af miljøfremmede stoffer ned langs et vandløb, var det optimale interval mellem 50 m til 100 m.

Grundvandsprøverne fra piezometrene var tidskrævende at udtage, men de gav et godt indblik i forureningsgraden af det indsivende GW langs åen.

#### 4.5.3 Piezometertværsnit udført i åen

Tværsnittene udført i Grindsted Å var tidskrævende, men gav et godt indblik af vandkemien i det indsivende GW på tværs af åen samt de vertikale og horisontale strømningsforhold i åbunden.

Ud fra målte temperaturer, hydrauliske potentialeforskelle og kemiske analyseresultater anbefales det, at for at kunne kortlægge den vertikale og horisontale GW flux, samt en profil af det indsivende grundvandets kemiske sammensætning, skal et tværsnit bestå af piezometergrupper, bestående af minimum to piezometre nedsat i hhv. 40 og 80 cm's dybde, med max. 1,5 m mellemrum samt én rammeboring på hver side af åen.

#### 4.5.4 Praktiske anbefalinger til feltundersøgelsen

For at udføre den 1. målekampagne, var det praktisk at dele opgaverne mellem to hold. Det ene hold kan udføre temperaturmålinger hver 50m ned langs åen, nedsætte piezometre, hvor T20 er mindre end 10°C, og tømme dem for vand for derved at klargøre piezometrene til at blive prøvetaget af det andet hold. Det andet hold udtager imens SW prøver for hver 50-100 m ned langs åen samt GW prøver fra nedsatte piezometre, idet det er den mest tidskrævende del af målekampagnen.

I den 2. målekampagne er det ligeledes en fordel, at det ene hold iværksætter temperaturmålingerne på tværs af åen, nedsætter piezometertværsnittet, tømmer piezometrene for derefter at nivellere tværsnittet og måle de hydrauliske potentialeforskelle (efter vandstanden har stabiliseret sig i piezometrene), medens det andet hold starter med at nedsætte rammeboringerne, nivellerer vandspejlet samt prøvetager GW i de ønskede dybder, for derefter til sidst at prøvetage fra piezometertværsnittet i selve åen. Hold 2 kan til sidst prøvetage GW prøver fra evt. en eller flere nærtliggende og etablerede boringer.

#### Sammenfatning af afsnit 4.5: Metoder

- Temperaturmålingerne var lette at udføre, og det anbefales, at man måler hver 50 m ned langs vandløbet for at kunne lokalisere lokale og betydende GW indsivningszoner.
- I vandløb bredere end 2 m skal temperaturen min. måles to steder på tværs af åen for at afdække lokale GW indsivningszoner, da GW fluxen kan variere signifikant på tværs af åen.
- For at kunne beregne GW fluxen skal temperaturmålingerne foretages i sommer- eller vinterhalvåret, hvor der er størst forskel på temperaturen mellem SW og GW.
- SW prøver var nemme at udføre, og det anbefales, at de blive udtaget med et 50-100 m interval ned langs åen for at kunne kortlægge forløbet af evt. stoftilførsel samt koncentration af miljøfremmede stoffer.
- GW prøverne var tidskrævende at udtage, men gav et godt indblik i forureningsgraden af det indsivende GW.
- Piezometertværsnit var tidskrævende at udføre, men gav et godt overblik af vandkemien samt de vertikale og horisontale strømningsforhold i det indsivende GW i vandløbet.
- Tidsmæssigt er det praktisk i begge målekampagner at dele opgaverne imellem to hold.

# 5. Konklusion

#### 5.1 Kortlægning af GW forurening i Grindsted Å

- 6 betydende GW indsivningszoner blev lokaliseret, som alene på basis af de regionale vandførings målinger ikke var mulige at påvise.
- Det kraftigste forurenede GW blev påvist i den 1. og 3. indsivningszone, der lå hhv. 155 m og 620 m nedstrøms Vestre Boulevard, som efterfølgende viste sig i SW, hvor de højeste SW koncentrationer blev påvist på den undersøgte strækning i Grindsted Å.
- GW i den 2. indsivningszone, som lå 420 m nedstrøms Vestre Boulevard, var derimod signifikant mindre forurenet end GW fra 1. og 3. indsivningszone trods en kraftige GW indsivning.
- Tværsnit A, udført i den 1. betydende GW indsivningszone på den undersøgte strækning i åen viste, at 160 m nedstrøms Vestre Boulevard skete der en tilstrømning af GW over hele tværsnittet i åbunden. Trods den homogene indstrømning blev en tydelig GW fane fra Grindstedværket (nord for åen) påvist, indeholdende den unikke sammensætning af miljøfremmede stoffer CAH, barbiturater, sulfonamider, sulfanilsyre og bromid.
- I den 3. betydende GW indsivningszone, hvor tværsnit C blev udført, blev den samme karakteristiske GW fane fra Grindstedværket påvist, men der blev også en mulig indstrømning af en mere reduceret GW fane fra syd med de karakteristiske stoffer (barbiturater, sulfonamider, sulfanilsyre og litium), som kendetegner GW fanen fra Grindsted gamle losseplads.

#### 5.2 Risikovurdering af SW i Grindsted Å

- Vinyl chlorid koncentrationen blev påvist at overskride det generelle miljøkvalitetskriterium for SW (0,05 µg/L) 280 m nedstrøms for Vestre Boulevard og på resten af den undersøgte strækning af Grindsted Å til ca. 2,5 km nedstrøms for Morsbøl Skolevej, en strækning på mere end 5 km.
- Summen af sulfonamider blev ligeledes påvist at overstige den anbefalede SW kvalitetskriterium (4,6  $\mu$ g/L) 280 m nedstrøms for Vestre Boulevard med en samlet koncentration på 12,5  $\mu$ g/L og igen nedstrøms for Morsbøl Skolevej med en samlet koncentration på 7,3  $\mu$ g/L.

#### 5.3 Metode

- Det var muligt at kortlægge betydende lokale grundvandsindsivningszoner ved hjælp af systematiske temperaturmålinger, og det var nemt at udføre på den ca. 5 km lange strækning i Grindsted Å.
- Udtagning af prøver fra overfladevandet på den undersøgte strækning i åen var enkle at udføre og gav et godt overblik af, hvor på strækningen, der skete en stoftilførsel samt koncentration af de miljøfremmede stoffer.

- GW prøverne var mere tidskrævende, men påviste hvorvidt det indsivende GW var forurenet og af hvilke stoffer.
- For at kunne beregne GW fluxen skal temperaturmålingerne foretages i sommer- eller vinterhalvåret, hvor der er størst forskel på temperaturen mellem SW og GW, for det 8 til 10 °C kolde GW kan detekteres.

#### 5.4 Videre undersøgelser

- For at afklare hvorvidt GW fanen fra Grindsted gamle losseplads når Grindsted Å i den 3. betydende indsivningszone, ville der være behov for at udføre et eller flere tværsnit syd for åen for at indkredse retningen og bredden af GW fanen.
- For at afgøre om stoftilførsel i GW fra den 6. betydende indsivningszone af CAH og chlorid, 150 m nedstrøms for Morsbøl Skolevej, stammer fra Grindsted gamle losseplads, ville et tværsnit syd for åen på dette sted ligeledes være nødvendig.
- For at klargøre grunden til stigningen af barbiturat-, sulfonamid- og sulfanilsyrekoncentrationen i SW nedstrøms for Morsbøl Skolevej, ville en undersøgelse af både SW fra Engsøens udmunding, ca. 100 m opstrøms for Morsbøl Skolevej, samt af evt. GW, som indsiver i dette område, være nødvendig for at afgøre, om det stammer fra en GW fane og/eller Engsøen.
- For at fastslå med sikkerhed at der er forskel på bromid og litium koncentrationerne i GW fanerne fra hhv. Grindstedværket og Grindsted gamle losseplads, ville en kemiske analyse af GW fra flere eksisterende boringer, placeret i de to GW faner nord og syd for åen, være nødvendig. Analyse for bromid og litium bør også medtages ved evt. nyt tværsnit syd for åen.

# 6. Referencer

Billund Kommune, (2008): Grindsted Engsø Miljøtilstand og fremtidsmuligheder. Orbicon A/S.

Bjerg, P.L., Kjeldsen P., (2010): Grindsted Gamle Losseplads – en sammenfatning af DTU's forskningsresultater. Tech. rep. ISBN 978-87-91855-77-1, DTU miljø, Region Syddanmark. Tilgængelig på www.sara.env.dk.

Bjerg, P.L., Broholm, M.M., Lange, I.V., Troldborg, M., Janniche, G.S., Lemming, G., Santos, M., Binning, P.J., (2011): Forekomst af fri fase og kvantificering af forureningsflux for chlorerede opløsningsmidler. ISBN 978-87-92654-22-9, DTU Miljø, Region Hovedstaden.

Bredehoeft, J.D., Papadopulos, I. S., (1965): Rates of Vertical Groundwater Movement Estimated from the Earth's Thermal profile. *Water Resources Research* 1(2), 325-328.

COWI (2011): Undersøgelse af afdampning fra forureningsfanen fra Grindstedværket. Tech. rep. 1, Cowi, Rambøll og Region Syddanmark.

Ejlskov (2005): Indsamling af supplerende data til Moniteringsplan for Grindsted - Afrapportering af Fase 2. Delrapport 1. Tech. rep., Ribe Amt.

Ejlskov (2006): Moniteringsplan for Grindsted - Undersøgelse af afdampning fra grundvandsforurening. Tech. rep., Ribe Amt.

GEUS (1995): Grundvandsovervågning 1995. ISBN 89813-34-7. Danmarks og Grønlands geologiske undersøgelse Miljø- og Energiministeret.

Grundvandskontoret (2005): Historisk overblik over forureningen i Grindsted. Tech. Rep. Sag nr.04/350, Ribe Amt.

Grundvandskontoret (2006): Overvågning Grindsted Å - 2006. Grundvandsforurening i Grindsted. Tech. Rep. Sag nr.04/350, Ribe Amt, internt notat.

Jord & Affald (2011): Vurdering af påvirkning af Grindsted Å og Grindsted Engsø fra jordforureningerne fra Grindstedværket. Tech. Rep. MST-780-00014, Miljøstyrelsen.

Kjeldsen, P., Bjerg, P. L., Rügge, K., Christensen, T.H., Pedersen, J. K., (1998): Characterization of an old municipal landfill (Grindsted, Denmark) as a groundwater pollution source: Landfill hydrology and leachate migration. *Waste Management and Research* 16(1), 14 – 22.

Miljømålsloven (2007). LBK nr 1756 af 22/12/2006.

Miljøministeriet (2007). Grundvandskemisk kortlægning af område ved Helsingør. Miljøcenter Roskilde.

Miljøstyrelsen (2007). Store Forureningssager. Afrapportering fra den tekniske arbejdsgruppe. For Miljøstyrelsen og regionerne i Danmark, Juni.

Miljøministeriet (2010). Bekendtgørelse om miljøkvalitetskrav for vandområder og krav til udledning af forurenende stoffer til vandløb, søer eller havet. BEK nr. 1022 af 25/08/2010.

NIRAS A/S (2009): Redegørelse over anvendte kemikalier på Grindstedværket og deres potentielle trussel i forhold til miljøet. Tech. Rep. 1, Region Syddanmark, Kolding

Promio, D., (2011). Model for the assessment of the risk of point sources to surface water: development and application. M.Sc. Thesis, Danmarks Tekniske Universitet, DTU Miljø, Kgs. Lyngby.

Rasmussen, J.J, McKnight, U.S., Loinaz, M.C., Thomsen, N.I., Olsson, M.E., Bjerg, P.L., Binning, P.L., Kronvang, B., (2013). A catchment scale evaluation of multiple stressor effects in headwater streams. *Science of the Total Environment* 442, 420-431.

Stonestrom, D.A., K.W. Blasch, (2003). Determining temperature and thermal properties for heatbased studies of surface-water ground-water interactions. In Heat as a Tool for Studying the Movement of Ground Water Near Streams. Ed. D.A. Stonestrom and J. Constantz, 73–80. USGS Circular 1260. Reston, Virginia: USGS.

Turcotte, D. L., Schubert, G., (1982). Geodynamics: Applications of Continuum Physics to Geological problems. John Wiley & Sons, New York.

Petersen M. F. (2012). Quantification and risk assessment of continuous micropollutant mass discharge from multiple sources to a gaining stream at the catchment scale. M.Sc. Thesis, DTU Miljø, Kgs. Lyngby.

# Bilag 1:Kemiske analyseresultater fra det dybere liggende grundvand<br/>(62 – 115 m) i området under Grindsted Gl. losseplads

Syd	Losseplads	Nær	Nær	Nær	Nær	Nær
		losseplads	losseplads	losseplads	losseplads	losseplads
Borings nr./	114.2122	114.2122	114.1384	114.1384	114.1384	114.1384
År	05-06-2012	05-06-2012	(GLU1)	(GLU1)	(GLU1)	(GLU1)
			16-10-2012	16-10-2012	16-10-2012	16-10-2012
Dybde (m)	75 - 77	62 - 64	73 - 74	59 - 60	56 - 64	26 - 27
		Miljøfrem	mede stoffer (µ	ıg/L)		
Sulfanilsyre	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	80	20
Sulfamethazin	<0,5	<0,5	<0,5	1,9	1100	6,8
Sulfanilamid	0,82	<0,5	<0,5	<0,5	470	1200
Sulfamethiazol	0,33	0,12	<0,5	0,21	400	3,2
Sulfathiazol	4,9	6,7	<0,5	0,41	290	40
Sulfaguanidin	<0,5	<0,5	<0,5	4,9	5900	1300
Meprobamat	<0,1	1,3	<0,1	<0,1	17000	8200
Barbital	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	102
Amobarbital	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	457	48
PCE	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
TCE	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,03	0,02
cis-DCE	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,07	0,04
VC	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,96	1,1
Benzen	<0,02	<0,02	0,05	0,03	43	6,5
Toluen	<0,02	<0,02	0,18	0,02	190	530
Ethylbenzen	<0,02	<0,02	1,2	0,48	140	2,4
Xylener	<0,02	<0,02	2,2	0,59	420	3,9
		Uorganiske	forbindelser (	mg/L)		
Lithium (µg/L)	i.a.	i.a.	<5	<5	73,1	19,3
Bromid	i.a.	i.a.	0,05	0,06	2,17	1,5
Chlorid	15	18	11	25	220	210
Nitrat-N	< DT	0,01	0,01	0,07	0,01	< DT
Sulfat-S	1,33	3	1,33	2,33	< DT	0,13
Opløst jern	i.a.	i.a.	4,4	4,0	5,7	1,3
Ammonium-N	0,04	0,10	0,82	0,86	91,78	31,11
NVOC	0,44	1,8	1,7	1,7	121	60

# Bilag 2: Temperatur og ledningsevne målt i Grindsted Å samt de tilhørende UTM-koordinater og beregnede GW flux

Kommentar	x-(UTM)	y-(UTM)	Afstand	Tsw	T(0)	T(20)	Δ(Tsw-T20)	qz (T20)	EC_sw		
Ribe landevei	496109	6178643	[m] 0.0	<u>(()</u>	(C) X	( C) X	( )	(m/s)	(µS/Cm) 258		
Område 1	494935	6179033	1220	X	X	X			266		
Temp_profil_T1	494940	6179041	1235	13,4	10,8	10,2	3,2	9,7E-07	266	Temp_pro	ofil_T1
	494934	6179044	1242	12,7	12,4	11,9	0,8	3,8E-07	265	Dybde, z	Profil, T(z)
	494908	6179050	1268	12,8	12,3	12,2	0,6	7,3E-08	265	(m)	(°C)
	494893	6179064	1289	11,/	10,9	10,2	1,5	1,1E-06	265	01	10,8
	494886	6179043	1315	13,2	12,2	12,3	0.9	3.4F-07	265	0,1	10,8
	494851	6179019	1315	13,1	13,1	11,9	1,2	8,3E-07	265	0,3	9,8
	494834	6179025	1375	13,2	12,1	10,1	3,1	2,5E-06	265	0,4	9,6
	494829	6179028	1381	13,7	13,0	10,1	3,6	3,1E-06	х		
	494820	6179038	1395	13,4	10,8	9,6	3,8	2,6E-06	264		
-	494816	6179062	1419	13,5	11,1	9,4	4,1	4,0E-06	X	_	
Temp_profil_T2	494816	6179058	1423	13,4	11,1	9,3	4,1	4,6E-06	265	Temp_pro	til_T2
	494780	6179117	1489	13,8	12,9	11,8	23	1 4E-06	265	(m)	(°C)
	494740	6179137	1550	13.8	11.6	10.7	3.1	1.0E-06	266	0	11.1
	494724	6179129	1565	13,7	10,1	9,7	4	1,1E-06	266	0,1	10
	494706	6179122	1584	12,7	11,8	10,6	2,1	1,3E-06	266	0,2	9,3
	494698	6179127	1594	12,5	12,4	12,1	0,4	2,2E-07	266	0,4	9,3
	494697	6179126	1595	13,7	12,9	11,7	2	8,8E-07	266		
	494677	6179117	1617	12,5	11,9	10,6	1,9	1,4E-06	266		
	494675	6170062	1622	12,6	12,3	12,1	0,5	1,5E-07	266		
	494665	6179063	1682	12,6	10.0	9,4 8 0	3,2	4,/E-06	266		
	494656	6179104	1725	12.7	12.3	11.8	0.9	3,9E-00	266		
	494654	6179100	1729	12,7	12,3	11,7	1	4,8E-07	266		
	494628	6179084	1760	13,6	12,3	11,1	2,5	1,1E-06	266		
	494626	6179080	1764	13,6	11,5	10,2	3,4	1,8E-06	265		
	494618	6179129	1814	13,6	13,3	12,1	1,5	7,8E-07	265		
	494618	6179130	1815	13,7	13,3	12,4	1,3	5,6E-07	265		
	494601	6179156	1846	13,6	12,6	12,2	1,4	2,8E-07	266		
	494604	6179157	1849	13,4	13,4	11,1	2,3	1,8E-06	280		
	494592	6179166	1868	14.1	10.1	9,4	4,1	4,2E-00	285		
	494579	6179145	1891	13.8	13.5	12.5	1,3	6.0E-07	281		
	494577	6179146	1893	13,8	13,3	12,1	1,7	7,8E-07	265		
	494572	6179120	1920	13,8	11,7	9,7	4,1	3,2E-06	279		
	494565	6179124	1928	13,8	11,1	10,2	3,6	1,3E-06	281		
	494557	6179095	1958	13,8	11,4	9,3	4,5	5,0E-06	265		
	494554	6179099	1963	13,7	9,9	9,1	4,6	5,2E-06	265		
	494519	6179085	2000	13,8	13,5	11.2	1,2	5,3E-07	205		
	494485	6179098	2000	13.8	13.5	11.5	2,3	1,4E-06	265		
	494490	6179101	2049	13,8	11,7	10,1	3,7	2,1E-06	265		
	494468	6179120	2078	13,8	13,8	11,7	2,1	1,4E-06	265		
	494467	6179117	2081	13,9	13,4	12,2	1,7	7,6E-07	265		
	494436	6179122	2112	13,9	13,3	12,4	1,5	5,6E-07	264		
	494433	6179116	2119	13,9	13,3	11,9	2	9,4E-07	264		
	494400	61/9129	2154	13,8	12,8	10,3	3,5	2,6E-06	264		
	494404	6179152	2139	13,0	13,1	12.3	2,4	1,3E-00 8.4E-07	204		
	494398	6179161	2185	13.8	13.2	12,5	1,0	7,2E-07	264		
	494376	6179165	2212	13,8	13,5	12,1	1,7	8,9E-07	264		
	494373	6179167	2215	13,8	13,9	13,7	0,1	9,9E-08	264		
	494330	6179129	2273	12,5	10,3	9,8	2,7	1,2E-06	264		
	494334	6179136	2281	12,6	12,9	12,9	-0,3	0,0E+00	265		
	494307	6179164	2320	12,6	11,7	10,8	1,8	9,7E-07	265		
	494311	6170170	2324	12,6	10 5	10.0	1,3	1,UE-U6	205		
	494289	6179182	2350	12,5	12,4	11.3	1.3	9.3E-07	269		
	494263	6179196	2383	12.5	11.2	10.5	2	9.1E-07	269		
	494258	6179201	2390	12,6	12,2	11,5	1,1	5,9E-07	268		
	494239	6179193	2411	12,5	9,9	9,7	2,8	6,0E-07	268		
	494232	6179198	2420	12,6	12,0	10,4	2,2	1,8E-06	268		
	494208	6179200	2444	12,5	12,1	11,6	0,9	4,2E-07	268		
	494209	6179201	2445	12,5	11,7	10,7	1,8	1,1E-06	268		
	494183	6170100	2471	12,5	11.0	11,0	1,5	1,3E-06	268		
	494183	6179199	24/3	12,5	11,9	10.6	1,4	1,1E-07	208		
	494159	6179200	2507	12,5	10,3	9,8	2.7	1,2E-06	267		
	494133	6179195	2533	12,5	11,5	10,7	1,8	9,2E-07	268		
	494130	6179198	2537	12,5	11,5	10,1	2,4	2,0E-06	267		
	494103	6179192	2565	12,6	12,7	12,7	-0,1	0,0E+00	267		
	494104	6179193	2566	12,6	12,6	12,5	0,1	6,7E-08	268		
	494074	6179190	2596	12,6	11,9	11,2	1,4	6,6E-07	267	ļ	

X="ikke-målt"

Kommentar	x-(UTM)	y-(UTM)	Afstand	Tsw	T(0)	T(20)	Δ(Tsw-T20)	qz (T20)	EC_sw
			[m]	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(m/s)	(µS/cm)
Område 2	494078	6179190	2600,5	12,5	11,8	10,9	1,6	9,3E-07	268
	494047	6179193	2631,6	12,5	10,3	9,9	2,6	8,8E-07	267
	494048	6179195	2633,9	12,6	12,6	12,3	0,3	2,1E-07	268
	494020	6179196	2661,9	12,6	12,6	12,4	0,2	1,4E-07	267
	494015	6179200	2668,3	12,7	12,7	12,8	-0,1	0,0E+00	268
	493987	6179200	2696,3	12,5	11,9	10,9	1,6	1,0E-06	268
	493985	6179200	2698,3	12,6	12,4	12	0,6	3,0E-07	268
	493958	6179217	2730,2	12,6	12,5	12,4	0,2	6,9E-08	267
	493964	6179215	2736,5	12,5	10,3	10	2,5	6,3E-07	268
	493934	6179223	2767,6	12,6	12,5	12,4	0,2	6,9E-08	268
	493935	6179228	2772,7	12,6	12,8	12,8	-0,2	0,0E+00	268
	493861	6179259	2852,9	12,7	12	11,1	1,6	8,5E-07	268
	493860	6179257	2855,1	12,7	10,5	9,7	3	1,8E-06	268
	493673	6179245	3042,5	12,8	11,4	10,8	2	6,9E-07	268
	493673	6179244	3043,5	12,7	10,8	9,3	3,4	4,3E-06	268
	493447	6179208	3272,4	12,7	11,4	9,3	3,4	5,0E-06	268
	493447	6179210	3274,4	12,7	10,7	9,6	3,1	2,5E-06	267
	493267	6179291	3471,7	12,7	10,7	10,1	2,6	1,0E-06	267
	493266	6179290	3473,2	12,9	10,9	10,1	2,8	1,3E-06	267
	493173	6179294	3566,2	11,9	10,3	9,5	2,4	2,3E-06	267
	493167	6179294	3572,2	12	12,2	12,2	-0,2	0,0E+00	280
	493139	6179351	3635,8	12,2	10,5	9,8	2,4	1,5E-06	280
	493133	6179349	3642,1	12	9,8	9,1	2,9	5,0E-06	267
	493087	6179367	3691,5	12,2	11,8	10,3	1,9	1,8E-06	267
	493084	6179372	3697,3	11,9	10,8	9,9	2	1,7E-06	277
	493068	6179378	3714,4	12,9	11,9	9,7	3,2	3,4E-06	277
	493066	6179371	3721,7	12,8	11,7	10,7	2,1	1,1E-06	278
	493033	6179380	3755,9	12,2	9,8	9,3	2,9	2,3E-06	278
	493032	6179379	3757,3	12,3	11,5	10,4	1,9	1,4E-06	280
	493001	6179424	3811,9	12	10	9,6	2,4	1,2E-06	279
	492948	6179433	3865,7	12,1	11,5	10,3	1,8	1,6E-06	266
	492947	6179429	3869,8	12,1	12,2	12,2	-0,1	0,0E+00	266
	492895	6179445	3924,2	12,1	10,7	10,2	1,9	8,3E-07	279
	492895	6179444	3925,2	12,1	11,8	11,5	0,6	2,7E-07	279
	492870	6179460	3954,9	12,8	12	11,3	1,5	6,3E-07	280
	492869	6179458	3957,1	12,9	12,3	11,6	1,3	5,7E-07	280
	492846	6179467	3981,8	12,1	11,1	10,7	1,4	5,0E-07	279
	492845	6179466	3983,3	12,1	12,2	12,4	-0,3	0,0E+00	279

Kommentar	x-(UTM)	y-(UTM)	Afstand	Tsw	Т(0)	T(20)	Δ(Tsw-T20)	qz (T20)	EC_sw
		1	[m]	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(m/s)	(µS/cm)
Område 3	492793	6179477	4036,4	12,1	10,2	9,4	2,7	2,6E-06	276
	492793	6179473	4040,4	12,2	12,6	12,8	-0,6	0,0E+00	278
	492743	6170489	4092,9	12,2	9,2	9,1	3,1	1,/E-00	278
	492743	6179495	4037,3	12,2	10.1	9.4	2.7	2 4E-06	278
	492692	6179492	4152.3	12.1	11.5	11.1	1	4.2E-07	265
	492660	6179503	4186,1	12,8	11,1	10,8	2	3,7E-07	276
	492659	6179501	4188,3	12,9	12,3	11,6	1,3	5,7E-07	276
	492641	6179503	4206,4	12,2	10,9	9,3	2,9	4,4E-06	278
	492637	6179503	4210,4	12,1	11,3	11,1	1	2,2E-07	264
	492586	6179512	4262,2	12,2	12,4	12,5	-0,3	0,0E+00	264
	492585	6179515	4265,4	12,2	10,9	9,6	2,6	2,8E-06	263
	492538	6179515	4312,4	12,1	10,1	9,3	2,8	3,1E-06	263
	492535	6179510	4318,2	12,1	11,3	10,8	1,3	5,9E-07	263
	492483	6179480	4378,3	12,2	12,1	12	0,2	7,8E-08	263
	492461	6179461	4380,3	12,2	12.8	12,5	0,7	5,5E-07	201
	492475	6179460	4405 2	13	12,0	12,7	0,5	4 6E-07	261
	492453	6179443	4427.9	12.2	12	11.8	0.4	1.6E-07	261
	492451	6179445	4430,7	12,2	11,6	11,3	0,9	2,9E-07	261
	492414	6179411	4481,0	, 12,5	11,8	11,6	0,9	1,8E-07	261
	492411	6179406	4486,8	12,4	12,4	11,8	0,6	4,6E-07	261
	492362	6179391	4538,0	12,5	12,6	12,6	-0,1	0,0E+00	261
	492360	6179391	4540,0	12,7	12,6	12	0,7	4,4E-07	767
	492356	6179391	4544,0	13,3	13,3	12,8	0,5	3,0E-07	283
	492358	6179391	4546,0	13,4	13,1	13	0,4	5,9E-08	279
	492316	6179358	4599,5	12,6	12,3	11,8	0,8	3,9E-07	281
	492311	6179362	4605,9	12,6	12,2	11,9	0,7	2,3E-07	281
	492275	6179392	4652,7	12,6	12,7	11,9	0,7	5,8E-07	281
	492272	6179390	4656,3	12,6	12,3	12,2	0,4	7,3E-U8	280
	492225	6179411	4709,8	12,0	12,5	12,1	0,3	2,9E-07	201
	492222	6179395	4714,7	12,0	11 7	10.9	1.6	2,1L-07 8 4F-07	201
	492167	6179394	4771.3	12.6	12.2	10,5	0.6	1.5E-07	271
	492117	6179399	4821,5	12,3	11,7	11,2	1,1	4,9E-07	271
	492106	6179393	4834,0	12,4	,10,6	, 9,8	2,6	1,7E-06	271
	492053	6179398	4887,3	13,4	13,2	11,2	2,2	1,5E-06	269
	492053	6179394	4891,3	13,4	13,4	13	0,4	2,3E-07	269
	492050	6179395	4894,4	11,6	11,6	11,7	-0,1	0,0E+00	266
	492048	6179396	4896,7	11,6	11,8	11,9	-0,3	0,0E+00	265
	491997	6179398	4947,7	11,6	10,3	9,7	1,9	1,5E-06	266
	491994	6179391	4955,3	11,7	11,8	11,8	-0,1	0,0E+00	266
	491943	6179415	5011,7	11,5	11,5	11,6	-0,1	0,0E+00	267
	491943	6179412	5014,7	11,/	11,8	11,6	0,1	1,8E-07	266
	491891	6179410	5067,0	11,7	11,2	11 1	0,7	2,5E-07	205
	491830	6179403	5121 9	11,5	11,5	11,1	0,4	4,2L-07	207
	491835	6179405	5126,4	11.4	11.5	11,5	-0.2	0.0E+00	265
	491787	6179401	5174,5	, 11,7	11,6	11,6	0,1	0,0E+00	267
	491787	6179397	5178,5	11,5	11,4	10,7	0,8	8,2E-07	267
	491743	6179398	5222,5	13,4	13,3	12,9	0,5	2,3E-07	266
	491742	6179395	5225,7	13,4	13,1	12,7	0,7	2,4E-07	266
	491736	6179395	5231,7	11,5	11,4	11,4	0,1	0,0E+00	266
	491736	6179394	5232,7	11,6	11,7	11,9	-0,3	0,0E+00	266
	491680	6179373	5292,5	11,9	11,5	11,3	0,6	2,0E-07	265
	491679	6179370	5295,7	11,9	10,6	10,4	1,5	3,2E-07	265
	491630	6170252	5346,6	11,0	11,/	10.9	-0,3	U,UE+UU	266
	491604	6170363	5350,0	11.0	10 5	10,8	U,8 1 F	7.0E-U/	200
	491598	6179361	5385 2	11 9	11 9	11 9	1,5	0.0F+00	200
	491556	6179386	5434.1	11.9	11.7	11.3	0.6	3,8E-07	263
	491556	6179381	5439,1	11,7	, 11,7	11,7	0	0,0E+00	266
	491503	6179389	5492,7	11,9	9,4	9,2	2,7	1,7E-06	265
	491500	6179476	5579,7	13,3	11,4	9,8	3,5	2,6E-06	266
	491500	6179470	5585,7	11,8	9,1	9,1	2,7	0,0E+00	265
	491499	6179386	5669,7	11,6	10,4	9,6	2	2,0E-06	266
	491498	6179476	5759,7	13,3	10,9	10,2	3,1	1,1E-06	265
	491497	6179469	5766,8	11,8	9,3	9,1	2,7	2,6E-06	265
	491489	6179437	5799,8	11,9	11	10,6	1,3	5,3E-07	265
IIdløb ronchingsonlær	491486	6170504	5804,0	11,9	10,7	10	1,9	1,3E-06	266
ouiøn_rensillingsatilæg	491308	6170506	5993,Z	13,0 13 F	13,5 12 1	13,5 11 /	0,1	1 3F 06	282
	490998	6179440	6222 2	13,5	11 7	10.4	2,1	1 6F-06	270 281
	490997	6179436	6326 5	13.4	12 3	10.9	25	1.3E-06	281
	490753	6179502	6579.2	13,6	12,8	12,2	1.4	4,1E-07	281
	490751	6179496	6585,6	13,5	12,7	11,7	1,8	7,5E-07	280
	490451	6179364	6913,3	13,6	13,5	12,6	1	5,3E-07	281
	490455	6179361	6918.3	13.4	12.9	11.4	2	1.2E-06	281

	(E)		& surraniisyre	1481-1	148/11	HS/ L/	1- 10-11		1-10-1-1	1-10-11	1-10-11
496109 61786	543 0	0,0 Ribe landevej		<dt< td=""><td><dt< td=""><td><dt< td=""><td><dt< td=""><td>13</td><td><dt< td=""><td>0,83</td><td>4,15 6</td></dt<></td></dt<></td></dt<></td></dt<></td></dt<>	<dt< td=""><td><dt< td=""><td><dt< td=""><td>13</td><td><dt< td=""><td>0,83</td><td>4,15 6</td></dt<></td></dt<></td></dt<></td></dt<>	<dt< td=""><td><dt< td=""><td>13</td><td><dt< td=""><td>0,83</td><td>4,15 6</td></dt<></td></dt<></td></dt<>	<dt< td=""><td>13</td><td><dt< td=""><td>0,83</td><td>4,15 6</td></dt<></td></dt<>	13	<dt< td=""><td>0,83</td><td>4,15 6</td></dt<>	0,83	4,15 6
494935 61790	1237 1237	7,1 Område 1		0,03	<dt< td=""><td><dt<< td=""><td><dt< td=""><td>29</td><td><dt< td=""><td>1,90</td><td>9,19</td></dt<></td></dt<></td></dt<<></td></dt<>	<dt<< td=""><td><dt< td=""><td>29</td><td><dt< td=""><td>1,90</td><td>9,19</td></dt<></td></dt<></td></dt<<>	<dt< td=""><td>29</td><td><dt< td=""><td>1,90</td><td>9,19</td></dt<></td></dt<>	29	<dt< td=""><td>1,90</td><td>9,19</td></dt<>	1,90	9,19
494934 61790	1248 1248	3,1		¢DT	<dt< td=""><td><dt<< td=""><td><dt<< td=""><td>32</td><td><dt< td=""><td>2,02</td><td>9,73 6</td></dt<></td></dt<<></td></dt<<></td></dt<>	<dt<< td=""><td><dt<< td=""><td>32</td><td><dt< td=""><td>2,02</td><td>9,73 6</td></dt<></td></dt<<></td></dt<<>	<dt<< td=""><td>32</td><td><dt< td=""><td>2,02</td><td>9,73 6</td></dt<></td></dt<<>	32	<dt< td=""><td>2,02</td><td>9,73 6</td></dt<>	2,02	9,73 6
494908 61790	1274	1,8		0,03	<dt< td=""><td><dt<< td=""><td><dt<< td=""><td>23</td><td><dt<< td=""><td>1,46</td><td>7,16 6</td></dt<<></td></dt<<></td></dt<<></td></dt<>	<dt<< td=""><td><dt<< td=""><td>23</td><td><dt<< td=""><td>1,46</td><td>7,16 6</td></dt<<></td></dt<<></td></dt<<>	<dt<< td=""><td>23</td><td><dt<< td=""><td>1,46</td><td>7,16 6</td></dt<<></td></dt<<>	23	<dt<< td=""><td>1,46</td><td>7,16 6</td></dt<<>	1,46	7,16 6
494887 61790	1303	3,5		0,05	0,02	0,02	<dt<< td=""><td>32</td><td><dt<< td=""><td>2,07</td><td>9 06'6</td></dt<<></td></dt<<>	32	<dt<< td=""><td>2,07</td><td>9 06'6</td></dt<<>	2,07	9 06'6
494886 61790	1323 1323	3,5		0,06	0,03	0,03	<dt< td=""><td>32</td><td><dt<< td=""><td>2,07</td><td>9,92 6</td></dt<<></td></dt<>	32	<dt<< td=""><td>2,07</td><td>9,92 6</td></dt<<>	2,07	9,92 6
494851 61790	1366 1366	5,0		0,06	0,03	0,03	<dt< td=""><td>32</td><td><dt< td=""><td>2,05</td><td>9,82 6</td></dt<></td></dt<>	32	<dt< td=""><td>2,05</td><td>9,82 6</td></dt<>	2,05	9,82 6
494829 61790	1390 1390	0,6 1. GW V		0,06	0,03	0,03	<dt< td=""><td>31</td><td><dt<< td=""><td>1,96</td><td>9,52 6</td></dt<<></td></dt<>	31	<dt<< td=""><td>1,96</td><td>9,52 6</td></dt<<>	1,96	9,52 6
494816 61790	1430	0,8 indsivningszone		0,08	0,03	0,04	0,03	31	<dt< td=""><td>1,98</td><td>9,54 6</td></dt<>	1,98	9,54 6
494786 61793	117 1503	3,2		0,07	0,03	0,08	0,12	31	^DT	2,00	9,71 6
494740 6179	1553	3,4		0,07	0,04	0,19	0.22	31	^DT	1,97	11,26 6
494675 6179	19 1622	22		0.08	0.05	0.29	0.34	31	0.15	2.02	9,53
494650 6179	1711	1,4 2. GW zone		0,08	0,06	0,33	0.36	16	3,50	1,08	6.74 6
494655 61790	1743	88		0.08	50.05	0.37	0.35	28	E DT	1 82	867 6
494625 61790	1782	50		0.08	0.06	0.33	0.37	3 15	0.10	2.01	9.27 6
494613 6179	1837	7.5		0.08	0.06	0.38	0.6	31	0.11	2.01	9.48
494586 6179	1872	8		0.18	0.16	5.01	4.59	32.3	60'0	2.03	9.69 6.
494565 6179	17 1940	3. GW		0.13	0.11	2.89	3.22	23.5	0.06	1.52	7.81 6.
494552 61790	1965 1965	5,1 indsivningszone		0,18	0,13	3,18	4,2	31,3	0,12	1,99	9,35 6
494507 61790	1967 1967	1'2		0,16	0,12	2,93	3,68	29,2	0,12	1,87	9,40 6,
494457 6179:	118 2026	5,6		0,13	0,11	2,93	3,06	30,8	<dt< td=""><td>1,96</td><td>9,26 6,</td></dt<>	1,96	9,26 6,
494403 6179:	2081 2081	L,5		0,17	0,13	3,02	3,88	25,0	0,04	1,62	8,93 6,
494378 6179:	169 2129	5,6		0,16	0,12	2,99	3,73	28,4	0,10	1,83	8,82 6,
494340 6179:	2177 2177	7,3		0,17	0,12	2,88	3,87	31,8	0,08	2,00	9,61 6
494230 6179:	199 2312	2,7		0,17	0,13	3,03	3,73	28,8	0,07	1,82	8,95 6,
494154 61792	2315	5,7		0,13	0,10	2,48	3,04	28,3	0,08	1,77	8,42 6,
494061 6179:	195 2409	5,5		0,12	0,10	2,49	2,77	31,8	<dt <<="" td=""><td>1,96</td><td>9,45 6,</td></dt>	1,96	9,45 6,
493959 61792	211 2512	2,5		0,14	0,11	2,63	3,27	32,1	0,12	1,99	9,49 6,
493854 61792	2622	2,0 Område 2		0,14	0,11	2,64	3,18	23,5	<dt <<="" td=""><td>1,44</td><td>7,27 6,</td></dt>	1,44	7,27 6,
493665 61793	2811 2811	L,4 V		0,15	0,11	2,67	3,37	29,0	0,10	1,75	8,36 6
493454 61792	204 3025	5,5 4. GW		0,25	0,24	4,23	3,15	33,8	<dt <<="" td=""><td>1,94</td><td>8,80 6,</td></dt>	1,94	8,80 6,
493451 61792	207 3029	9,7 indsivningszone		0,15	0,11	2,61	3,1	25,7	<dt< td=""><td>1,52</td><td>7,56 6,</td></dt<>	1,52	7,56 6,
493166 61793	301 3299	0'6		0,15	0,11	2,43	2,91	33,1	60'0	1,80	8,95 6,
492857 61794	164 3626	5,5 5. GW zone		0,14	0,1	2,43	2,46	33,5	<dt<< td=""><td>1,81</td><td>10,01 6,</td></dt<<>	1,81	10,01 6,
492504 61794	196 3944	2't		0,14	0,10	2,17	2,2	32,7	<dt<< td=""><td>1,76</td><td>9,73 6,</td></dt<<>	1,76	9,73 6,
492368 61793	896 4113	3,1 Område 3 V		0,13	60'0	2,07	2,13	32,7	0,11	1,73	9,05 6,
492238 61794	4243 4243	3,7 6. GW		0,19	0,11	2,98	1,93	31,1	60'0	1,77	8,25 6,
492140 61793	895 4342	2,7 indsivningszone		0,28	0,25	5,43	2,49	31,1	<dt<< td=""><td>1,74</td><td>8,32 6</td></dt<<>	1,74	8,32 6
492038 61793	897 4410	3,8		0,16	0,11	3,1	2,01	32,8	<dt<< td=""><td>1,80</td><td>8,43 6,</td></dt<<>	1,80	8,43 6,
491950 61794	112 4500	0,7		0,15	0,1	2,93	1,8	31,1	<dt<< td=""><td>1,75</td><td>8,34 6,</td></dt<<>	1,75	8,34 6,
491824 61794	103 4627	1,1		0,14	60'0	2,72	1,7	31,6	<dt<< td=""><td>1,77</td><td>8,43 6,</td></dt<<>	1,77	8,43 6,
491712 61793	391 4739	9,7 CAH konc. ikke medtaget, di	a de afviger signifikant fra de øvrige resultater i SW	<dt< td=""><td><dt< td=""><td>1,03</td><td>0,56</td><td>31,8</td><td><dt<< td=""><td>1,79</td><td>8,30 6</td></dt<<></td></dt<></td></dt<>	<dt< td=""><td>1,03</td><td>0,56</td><td>31,8</td><td><dt<< td=""><td>1,79</td><td>8,30 6</td></dt<<></td></dt<>	1,03	0,56	31,8	<dt<< td=""><td>1,79</td><td>8,30 6</td></dt<<>	1,79	8,30 6
491601 61793	869 4853	3,3		0,15	0,1	2,73	1,67	33,9	<dt< td=""><td>1,79</td><td>8,40 6,</td></dt<>	1,79	8,40 6,
491501 61794	176 5040	0,3		0,12	0,08	1,78	1,71	24,2	<dt<< td=""><td>1,28</td><td>7,42 6,</td></dt<<>	1,28	7,42 6,
491496 61794	114 5272	2,3		0,14	60'0	2,5	1,5	31,6	<dt<< td=""><td>1,79</td><td>8,47 6,</td></dt<<>	1,79	8,47 6,
491421 61794	178 5370	6(		0,13	0,08	2,48	1,49	29,8	<dt<< td=""><td>1,69</td><td>8,05 6,</td></dt<<>	1,69	8,05 6,
491367 61795	666 5474	1,2		0,12	0,08	2,51	1,29	31,1	<dt< td=""><td>1,77</td><td>8,33</td></dt<>	1,77	8,33
490204 61793	808 6665	5,5 V		60'0	0,06	1,41	1,09	36,7	0,11	1,87	9,74

#### Bilag 3: Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater af SW prøver udtaget i Grindsted Å samt pH målinger.

	Område 1		Område 2	Område 3	
x-(UTM)	494829	494786	493665	492368	490204
y-(UTM)	6179028	6179117	6179240	6179396	6179308
Afstand (m)	1390,6	1503,2	2811,4	4113,1	6665,5
Stof (µg/L)					
Sulfanilamid	<0,5	<0,5	1,2	1,3	1,1
Sulfaguanidine	<0,05	0,51	0,46	0,56	0,58
Sulfamethazin (Sulfadimidin)	<0,5	1,7	1	1,2	0,97
Sulfamethiazol	<0,05	4,7	0,59	0,89	0,6
Sulfadiazin	<0,05	0,68	0,066	0,083	0,082
Sulfanilsyre	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Sulfacetamid	<1	<1	<1	<1	<1
Sulfadoxin	<0,05	2,1	<0,05	<0,05	<0,05
Sulfamerazin	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sulfamethoxazol	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Sulfanilylurinstof	<0,5	<0,5	<0,5	3,2	0,64
Sulfapyridin	<0,5	1,6	<0,5	<0,5	<0,5
Sulfathiazol	<0,05	1,2	0,052	0,061	<0,05
Acetanilid	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Acetylsulfaguanidin	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Acetylsulfanilsyre	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Aetallymal	<1	<1	<1	<1	<1
Allyl-n-butylbarbityrat	<1	<1	<1	<1	<1
5-allyl-5-isobutylbarbitursyre	<1	<1	<1	<1	<1
5-aliyi-5-(methylbutyi) barbitursyre	<1	<1	<1	<1	<1
Anilin Derkitel	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Barbital	<1	<1	<1	1,2	<1
Butobarbiturot	<1	<1	<1	<1	<1
	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
n-chlor-acetanilid	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
5 5-diallylbarbitursyre	<0,0	<0,0	<0,0	1 <1	<0,0
N-N-diethylnicotinamid	<0.5	<0.5	<1 <1   <0,5 <0,5   <0,5 <0,5   <1 <1	<0.5	<0,5
Dipropenylamin	<0.5	<0,5		<0.5	<0.5
5-ethyl-5-sechutylbarbitursyre	<pre></pre>	-1			~1
Ethylurethan		<01	<0.1	<01	<01
Phtalylsulfathiazol		<0.5	<0,1	<0.5	<0.5
Hexobarbital		<1	<1	<1	<1
Isobutylbarbitursyre		<1	<1	<1	<1
Isopropylbarbitursyre	<1	<1	<1	<1 <1 <1 <1	<1
Meprobamat	<0.1	<0.1	0.61	<0.1	<0.1
Methoxyproprionitril	<0,5	<0,5	0,91	<0,5	<0,5
N-methyl-diethylbarbitursyre	<1	<1	<1	<1	<1
Monoethylbarbitursyre	<1	<1	<1	<1	<1
Pentobarbital	<1	<1	<1	<1	<1
Amobarbital	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0,5
Pyridin	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
2-chloranilin	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
4-chloranilin	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

	x-(UTM)	v-(UTM)	Afstand	Kommentar	Barbiturater, sulfonamider	Hvdraulisk potentiale	PCE GW	TCE GW ci	s DCE GW	VC GW	CI GW B	romid GW N	litrate GW S	ulfate GW
1111 A			(m)		& sulfanilsyre	forskel, Δh (cm)	(hg/r) _	(hg/r) 	(hg/l)	(hg/r)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
X="IKKe-mait"	496109	6178643	0	Ribe landevej			×	×	×	×	×	×	×	×
	494899	6179064	1291,5	Område 1		с.	0,57	0,44	2,12	0,25	36,5	11,37	0,11	6,40
	494840	6179027	1379,6			2,7	1,57	0,82	2,91	7,28	64,4	8,69	0,05	12,21
	494828	6179026	1392,8	1. GW		2,5	0,04	< DT	0,05	0,1	12,8	0,16	0,05	0,54
	494816	6179058	1434,8	indsivningszone	^	5,2	0,04	0,10	11,73	44,58	34,8	4,25	0,02	3,10
	494810	6179089	1466,4				0,50	0,18	15,24	93,05	91,1	2,31	2,63	10,52
	494726	6179127	1570,6			7,5	13,98	17,96	18,63	13,17	88,0	30,64	0,24	3,75
	494663	6179067	1675,6	2. GW zone		1,8	0,05	0,04	0,23	0,21	27,5	< DT	1,26	7,14
	494659	6179072	1682,0			1,6	< DT	< DT	< DT	< DT	14,5	< DT	< DT	1,53
	494595	6179159	1845,8	3. GW	>		< DT	0,40	4,40	42,83	283,7	4,52	0,10	1,12
	494592	6179160	1866,5	indsivnings-			0,10	0,15	9,30	251,98	289,8	2,83	0,20	5,27
	494554	6179099	1961,5	zone			< DT	< DT	0,31	21,55	61,3	0,35	0,33	3,33
	494331	6179131	2190,0				< DT	< DT	0,05	0,043	26,3	< DT	1,68	8,46
	494238	6179198	2304,7				0,14	0,11	2,60	3,13	21,6	< DT	0,65	5,07
	494155	6179204	2314,7				< DT	< DT	0,39	0,37	36,7	0,36	0,60	8,00
	494046	6179197	2424,5				0,04	< DT	0,67	0,79	27,7	< DT	0,91	6,65
	493966	6179226	2509,5				0,04	0,02	0,73	0,84	24,3	< DT	1,89	8,08
	493671	6179240	2805,4	Område 2			0,03	0,06	0,57	0,54	30,4	0,08	0,68	13,91
	493454	6179204	3025,5				0,17	0,10	2,85	1,43	42,3	0,19	0,41	9,60
	493451	6179210	3032,7				0,03	< DT	0,42	1,04	64,1	0,22	0,44	2,95
	493449	6179203	3040,0	4. GW			0,05	0,02	0,61	0,62	17,8	< DT	0,49	13,95
	493399	6179213	3043,0	indsivningszone			×	×	×	×	45,4	×	×	×
	493354	6179225	3089,6				×	×	×	×	28,1	×	×	×
	493264	6179288	3199,4				×	×	×	×	30,2	×	×	×
	493170	6179298	3294,0				0,06	< DT	0,61	< DT	25,4	< DT	0,36	12,99
	493137	6179355	3360,2				0,15	0,05	1,25	0,44	26,0	< DT	0,48	4,17
	493133	6179351	3365,9				×	×	×	×	44,5	×	×	×
	493087	6179371	3367,9				< DT	< DT	0,17	< DT	19,7	< DT	0,22	9,95
	493068	6179378	3388,2				< DT	< DT	0,41	0,29	15,4	< DT	0,11	1,30
	493032	6179385	3424,8				0'0	0,04	0,89	0,36	24,3	< DT	0,68	10,01
	493000	6179429	3479,2				×	×	×	×	21,3	×	×	×
	492794	6179483	3692,3	5. GW			< DT	< DT	0,60	0,27	23,3	< DT	0,34	20,18
	492743	6179487	3695,3	indsivningszone			< DT	< DT	0,59	0,28	16,1	< DT	0,29	2,00
	492691	6179495	3747,9				×	×	×	×	33,3	×	×	×
	492640	6179503	3799,5				< DT	< DT	0,26	< DT	27,5	< DT	< DT	23,10
	492585	6179516	3856,0				0,10	0,07	0,39	0,15	13,9	< DT	0,11	4,06
	492534	6179518	3907,0				0,06	< DT	0,28	< DT	13,2	< DT	0,03	1,46
	492103	6179393	4345,7	6. GW zone	Område 3		0,35	0,26	2,54	0,23	22,5	< DT	0,03	17,48
	491994	6179399	4454,9				< DT	< DT	0,18	< DT	18,3	< DT	0,05	9,52
	491604	6179363	4851,3				0,07	< DT	0,50	< DT	28,8	< DT	0,80	9,69
	491503	6179389	4953,3				< DT	< DT	0,25	< DT	21,9	< DT	0,06	19,31
	491500	6179476	5041,3				< DT	< DT	0,10	0,1	14,2	< DT	0,09	3,93
	491499	6179386	5131,3				< DT	< DT	< DT	< DT	19,9	< DT	0,02	11,84
	491498	6179467	5212,3				< DT	< DT	0,25	0,13	13,4	< DT	0,06	3,46
	491496	6179471	5215,3				< DT	< DT	0,28	< DT	14,9	< DT	0,05	5,06

#### Bilag 4: Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater af GW prøver udtaget i Grindsted Å samt målte hydrauliske potentialeforskelle.

	Område 1	
x-(UTM)	494829	494595
y-(UTM)	6179028	6179159
Afstand (m)	1390,6	1845,8
Stof (µg/L)		
Sulfanilamid	107	24
Sulfaguanidine	110	18
Sulfamethazin (Sulfadimidin)	200	<0,5
Sulfamethiazol	380	<0,05
Sulfadiazin	0,92	<0,05
Sulfanilsyre	91	1
Sulfacetamid	6,1	<1
Sulfadoxin	4,9	<0,05
Sulfamerazin	1,5	<0,05
Sulfamethoxazol	<0,5	<0,5
Sulfanilylurinstof	250	7.9
Sulfapyridin	< 0.5	<0.5
Sulfathiazol	19	< 0.05
Acetanilid	<0.1	<0.1
Acetylsulfaguanidin	<0.5	<0.5
Acetylsulfanilsvre	<0,5	<0,5
Aetallymal	9.9	<1
Allyl-n-butylbarbityrat	<1	<1
5-allyl-5-isobutylbarbitursyre	<1	<1
5-allyl-5-(methylbutyl) barbitursyre	<1	<1
Anilin	0.11	<0 1
Barbital	3/0	6.8
Butobarbital	<1	0,0 <1
Butylbarbiturat	<1	<1
o-chloracetanilid	<0.5	<0.5
n-chlor-acetanilid	<0,5	<0,5
5 5-diallylbarbitursyre	<0,5	<0,5
N-N-diethylnicotinamid	1 3	<0.5
Dipropenylamin	205	<0,5
5-ethyl-5-secbutylbarbitursyre	<0,5	<0,5
Ethylurethan	310	<0 1
Phtalylsulfathiazol	×0.5	<0,1
Hexobarbital	<0,5	<0,5
lsobutylbarbitursyre	15	<1
Isopropylbarbitursyre	4,5 ~1	0 5
Menrohamat		د,e دە ۱
Methoxypropriopitril	<0,1 20 F	U,0Z
N-methyl-diethylberbitureyre	<0,5	<0,5 را~
Monoethylbarbitureyro	<1	<1 _1
Pontobarbital		<1
	50	<1
Alhodardital	57	<0,5
Pyriain 2 shlaranilin	<0,1	<0,1
	5,3	0,05
4-chloranilin	4,4	<0,05

#### Bilag 5: Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater for tværsnit A, B og C samt niveauplacering.

#### Tværsnit A

x-(UTM)	y-(UTM)	Afstand k	Kommentar	Kote	PCE	TCE	cis-DCE	VC	Opløst Fe	Litium	Ammonium-N	Chlorid	Bromid	Nitrat-N	Sulfat-S	NVOC
		(m)			(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(mg/L)	(µg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
494819	6179020	1 8	3oring syd	99,62	<dt< td=""><td><dt< td=""><td>0,02</td><td><dt< td=""><td>12,5</td><td>1,13</td><td>0,71</td><td>18</td><td><dt< td=""><td>0,03</td><td>6,8</td><td>17,6</td></dt<></td></dt<></td></dt<></td></dt<>	<dt< td=""><td>0,02</td><td><dt< td=""><td>12,5</td><td>1,13</td><td>0,71</td><td>18</td><td><dt< td=""><td>0,03</td><td>6,8</td><td>17,6</td></dt<></td></dt<></td></dt<>	0,02	<dt< td=""><td>12,5</td><td>1,13</td><td>0,71</td><td>18</td><td><dt< td=""><td>0,03</td><td>6,8</td><td>17,6</td></dt<></td></dt<>	12,5	1,13	0,71	18	<dt< td=""><td>0,03</td><td>6,8</td><td>17,6</td></dt<>	0,03	6,8	17,6
		1		99,12	<dt< td=""><td><dt< td=""><td><dt< td=""><td><dt< td=""><td>8,2</td><td>0,33</td><td>0,93</td><td>29</td><td><dt< td=""><td>0,02</td><td>6,0</td><td>7,6</td></dt<></td></dt<></td></dt<></td></dt<></td></dt<>	<dt< td=""><td><dt< td=""><td><dt< td=""><td>8,2</td><td>0,33</td><td>0,93</td><td>29</td><td><dt< td=""><td>0,02</td><td>6,0</td><td>7,6</td></dt<></td></dt<></td></dt<></td></dt<>	<dt< td=""><td><dt< td=""><td>8,2</td><td>0,33</td><td>0,93</td><td>29</td><td><dt< td=""><td>0,02</td><td>6,0</td><td>7,6</td></dt<></td></dt<></td></dt<>	<dt< td=""><td>8,2</td><td>0,33</td><td>0,93</td><td>29</td><td><dt< td=""><td>0,02</td><td>6,0</td><td>7,6</td></dt<></td></dt<>	8,2	0,33	0,93	29	<dt< td=""><td>0,02</td><td>6,0</td><td>7,6</td></dt<>	0,02	6,0	7,6
		1		98,62	0,01	<dt< td=""><td>0,03</td><td><dt< td=""><td>0,4</td><td>0,41</td><td>0,28</td><td>19</td><td><dt< td=""><td><dt< td=""><td>2,4</td><td>1,9</td></dt<></td></dt<></td></dt<></td></dt<>	0,03	<dt< td=""><td>0,4</td><td>0,41</td><td>0,28</td><td>19</td><td><dt< td=""><td><dt< td=""><td>2,4</td><td>1,9</td></dt<></td></dt<></td></dt<>	0,4	0,41	0,28	19	<dt< td=""><td><dt< td=""><td>2,4</td><td>1,9</td></dt<></td></dt<>	<dt< td=""><td>2,4</td><td>1,9</td></dt<>	2,4	1,9
		1		97,62	<dt< td=""><td><dt< td=""><td><dt< td=""><td><dt< td=""><td>9,3</td><td>0,79</td><td>0,17</td><td>12</td><td><dt< td=""><td><dt< td=""><td>1,2</td><td>2,4</td></dt<></td></dt<></td></dt<></td></dt<></td></dt<></td></dt<>	<dt< td=""><td><dt< td=""><td><dt< td=""><td>9,3</td><td>0,79</td><td>0,17</td><td>12</td><td><dt< td=""><td><dt< td=""><td>1,2</td><td>2,4</td></dt<></td></dt<></td></dt<></td></dt<></td></dt<>	<dt< td=""><td><dt< td=""><td>9,3</td><td>0,79</td><td>0,17</td><td>12</td><td><dt< td=""><td><dt< td=""><td>1,2</td><td>2,4</td></dt<></td></dt<></td></dt<></td></dt<>	<dt< td=""><td>9,3</td><td>0,79</td><td>0,17</td><td>12</td><td><dt< td=""><td><dt< td=""><td>1,2</td><td>2,4</td></dt<></td></dt<></td></dt<>	9,3	0,79	0,17	12	<dt< td=""><td><dt< td=""><td>1,2</td><td>2,4</td></dt<></td></dt<>	<dt< td=""><td>1,2</td><td>2,4</td></dt<>	1,2	2,4
		1		96,62	0,02	<dt< td=""><td>0,05</td><td><dt< td=""><td>11,5</td><td>0,74</td><td>0,09</td><td>13</td><td><dt< td=""><td><dt< td=""><td>0,9</td><td>1,3</td></dt<></td></dt<></td></dt<></td></dt<>	0,05	<dt< td=""><td>11,5</td><td>0,74</td><td>0,09</td><td>13</td><td><dt< td=""><td><dt< td=""><td>0,9</td><td>1,3</td></dt<></td></dt<></td></dt<>	11,5	0,74	0,09	13	<dt< td=""><td><dt< td=""><td>0,9</td><td>1,3</td></dt<></td></dt<>	<dt< td=""><td>0,9</td><td>1,3</td></dt<>	0,9	1,3
		1		95,62	0,05	<dt< td=""><td>0,13</td><td><dt< td=""><td>1,2</td><td>0,68</td><td>0,14</td><td>13</td><td><dt< td=""><td><dt< td=""><td>0,2</td><td>2,7</td></dt<></td></dt<></td></dt<></td></dt<>	0,13	<dt< td=""><td>1,2</td><td>0,68</td><td>0,14</td><td>13</td><td><dt< td=""><td><dt< td=""><td>0,2</td><td>2,7</td></dt<></td></dt<></td></dt<>	1,2	0,68	0,14	13	<dt< td=""><td><dt< td=""><td>0,2</td><td>2,7</td></dt<></td></dt<>	<dt< td=""><td>0,2</td><td>2,7</td></dt<>	0,2	2,7
		6,47 Å	Åen starter													
494824	6179024	7,95		99,06	0,02	<dt< td=""><td>0,14</td><td><dt< td=""><td>х</td><td>х</td><td>X</td><td>14</td><td><dt< td=""><td>0,11</td><td>0,8</td><td>х</td></dt<></td></dt<></td></dt<>	0,14	<dt< td=""><td>х</td><td>х</td><td>X</td><td>14</td><td><dt< td=""><td>0,11</td><td>0,8</td><td>х</td></dt<></td></dt<>	х	х	X	14	<dt< td=""><td>0,11</td><td>0,8</td><td>х</td></dt<>	0,11	0,8	х
		7,95		98,66	0,01	<dt< td=""><td>0,07</td><td><dt< td=""><td>9,5</td><td>1,18</td><td>0,16</td><td>13</td><td><dt< td=""><td>0,03</td><td><dt< td=""><td><dt< td=""></dt<></td></dt<></td></dt<></td></dt<></td></dt<>	0,07	<dt< td=""><td>9,5</td><td>1,18</td><td>0,16</td><td>13</td><td><dt< td=""><td>0,03</td><td><dt< td=""><td><dt< td=""></dt<></td></dt<></td></dt<></td></dt<>	9,5	1,18	0,16	13	<dt< td=""><td>0,03</td><td><dt< td=""><td><dt< td=""></dt<></td></dt<></td></dt<>	0,03	<dt< td=""><td><dt< td=""></dt<></td></dt<>	<dt< td=""></dt<>
494825	6179025	10,51		99,00	0,01	<dt< td=""><td>0,04</td><td><dt< td=""><td>Х</td><td>х</td><td>0,45</td><td>14</td><td><dt< td=""><td>0,04</td><td>1,1</td><td>х</td></dt<></td></dt<></td></dt<>	0,04	<dt< td=""><td>Х</td><td>х</td><td>0,45</td><td>14</td><td><dt< td=""><td>0,04</td><td>1,1</td><td>х</td></dt<></td></dt<>	Х	х	0,45	14	<dt< td=""><td>0,04</td><td>1,1</td><td>х</td></dt<>	0,04	1,1	х
		10,51		98,60	<dt< td=""><td><dt< td=""><td>0,02</td><td><dt< td=""><td>Х</td><td>Х</td><td>х</td><td>15</td><td><dt< td=""><td>0,06</td><td>1,2</td><td>х</td></dt<></td></dt<></td></dt<></td></dt<>	<dt< td=""><td>0,02</td><td><dt< td=""><td>Х</td><td>Х</td><td>х</td><td>15</td><td><dt< td=""><td>0,06</td><td>1,2</td><td>х</td></dt<></td></dt<></td></dt<>	0,02	<dt< td=""><td>Х</td><td>Х</td><td>х</td><td>15</td><td><dt< td=""><td>0,06</td><td>1,2</td><td>х</td></dt<></td></dt<>	Х	Х	х	15	<dt< td=""><td>0,06</td><td>1,2</td><td>х</td></dt<>	0,06	1,2	х
494829	6179028	12,73		99,05	0,04	0,08	0,52	0,15	14,6	0,86	х	18	0,3	0,08	2,7	х
		12,73		98,65	0,04	0,11	0,54	0,12	12,5	0,84	0,26	17	0,1	0,11	2,4	х
494830	6179030	14,85		99,02	0,20	0,40	10,50	2,21	3,8	0,65	0,26	28	2,6	0,18	2,6	x
		14,85		98,62	0,30	0,41	3,25	0,95	0,9	0,91	0,24	27	2,2	0,20	2,1	х
494831	6179030	16,79		99,43	0,02	<dt< td=""><td>31,57</td><td>30,03</td><td>76,2</td><td>2,39</td><td>0,44</td><td>77</td><td>14,8</td><td>0,54</td><td>7,7</td><td>9,7</td></dt<>	31,57	30,03	76,2	2,39	0,44	77	14,8	0,54	7,7	9,7
		16,79		99,03	0,01	<dt< td=""><td>49,66</td><td>57,52</td><td>82,8</td><td>2,04</td><td>0,74</td><td>91</td><td>19,7</td><td>0,17</td><td>7,6</td><td>х</td></dt<>	49,66	57,52	82,8	2,04	0,74	91	19,7	0,17	7,6	х
494832	6179031	18,41		99,30	<dt< td=""><td>0,90</td><td>6,09</td><td>0,84</td><td>41,2</td><td>0,41</td><td>4,02</td><td>62</td><td>8,6</td><td>0,45</td><td>10,7</td><td>8,5</td></dt<>	0,90	6,09	0,84	41,2	0,41	4,02	62	8,6	0,45	10,7	8,5
		18,41		98,90	2,05	0,95	4,39	0,37	44,6	0,28	4,12	73	9,6	0,13	10,6	10,2
		19,46 Å	Åen slutter													
494838	6179036	25,17 B	3oring nord	99,44	0,16	0,27	2,87	<dt< td=""><td>Х</td><td>Х</td><td>Х</td><td>33</td><td>0,2</td><td><dt< td=""><td>2,4</td><td>Х</td></dt<></td></dt<>	Х	Х	Х	33	0,2	<dt< td=""><td>2,4</td><td>Х</td></dt<>	2,4	Х
		25,17		98,94	0,01	0,56	5,01	<dt< td=""><td>13,5</td><td>1,10</td><td>0,56</td><td>31</td><td>0,2</td><td><dt< td=""><td>2,5</td><td>10,9</td></dt<></td></dt<>	13,5	1,10	0,56	31	0,2	<dt< td=""><td>2,5</td><td>10,9</td></dt<>	2,5	10,9
		25,17		98,44	1,84	5,67	5,17	0,04	10,8	1,01	0,36	43	0,2	<dt< td=""><td>5,1</td><td>9,3</td></dt<>	5,1	9,3
		25,17		97,44	6,47	2,10	2,23	0,47	1,3	2,53	0,97	75	2,2	1,82	8,4	2,2
		25,17		96,44	7,96	2,01	3,93	0,79	2,6	1,57	2,26	62	7,1	0,10	12,6	2,8
		25,17		95,44	1,84	0,48	3,81	2,88	3,8	0,12	4,01	56	9,2	0,10	11,5	6,2
Vandsneil	at (typersnit	+ A 9/10-2012	1	100 500												

#### Tværsnit B

x-(UTM)	y-(UTM)	Afstand	Kommentar	Kote	PCE	TCE	cis-DCE	VC	Opløst Fe	Litium	Ammonium-N	Chlorid	Bromid	Nitrat-N	Sulfat-S	NVOC
		(m)			(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(mg/L)	(µg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
		0	Åen starter	Syd												
494748	6179137	0,42		98,68	2,39	11,2	7,3	2,5	2,1	3,62	0,07	37	9,6	< DT	0,2	0,01
		0,42		98,28	15,3	17,8	19,0	9,4	2,5	5,47	0,14	Х	Х	Х	< DT	Х
494747	6179138	1,51		98,56	0,20	0,17	20,1	3,7	4,2	3,83	х	61	14,9	0,09	0,8	Х
		1,51		98,16	0,10	0,18	45,0	3,5	2,2	3,84	х	52	13,1	0,12	0,5	×
494753	6179133	3,73		97,42	60,0	36,8	707,5	573,4	15,2	5,50	0,20	164	9,8	0,28	10,4	8,9
		3,73		97,02	54,3	31,2	770,7	602,3	17,0	5,57	0,24	168	9,9	0,22	11,2	10,5
494747	6179136	5,19		97,19	10,3	59,7	1053,4	677,8	53,7	5,40	0,74	162	10,3	0,12	10,3	10,4
		5,19		96,79	0,24	15,2	466,8	233,5	51,5	1,66	2,66	124	5,9	0,11	15,5	11,3
494749	6179143	7,13		96,96	24,4	22,2	47,5	13,8	0,2	0,28	8,65	99	0,9	0,08	18,2	12,7
494745	6179140	8,34		97,61	0,34	0,25	1,7	0,3	0,1	1,17	0,25	45	< DT	2,33	6,3	4,0
		8,34		97,21	16,7	11,3	28,0	7,8	0,1	0,91	х	71	0,4	0,73	12,5	×
		9,55	Åen slutter	Nord												
Vandspejl	et (tværsni	t B, 11/10-	2012)	99,795												

#### Tværsnit C

x-(UTM)	y-(UTM)	Afstand	Kommentar	Kote	PCE	TCE	cis-DCE	VC	Opløst Fe	Litium	Ammonium-N	Chlorid	Bromid	Nitrat-N	Sulfat-S	NVOC
		(m)			(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(mg/L)	(µg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
494594	6179152	1,00	Boring syd	98,07	0,02	0,04	0,77	40,3	35,9	8,59	0,46	215	4,5	< DT	1,0	4,0
		1,00	1	97,57	0,04	0,05	1,98	78,2	48,5	8,50	1,14	272	2,8	< DT	3,8	6,1
		1,00	1	97,07	0,02	0,08	3,40	160,8	27,8	8,51	х	244	1,8	< DT	10,7	7,4
		1,00	1	96,07	1,01	0,52	7,90	21,5	14,9	4,62	0,32	107	0,2	0,02	15,9	3,0
		1,00	1	95,07	0,03	0,15	3,98	188,6	26,7	8,81	0,45	263	1,6	0,45	13,5	7,7
		1,00	1	94,07	0,04	0,09	7,14	182,4	38,1	9,35	0,48	263	1,5	< DT	12,3	7,0
		3,00	Åen starter													
494596	6179152	4,20	l	98,55	< DT	< DT	3,23	132,1	Х	Х	Х	238	2,0	0,07	3,1	Х
		4,20	1	98,35	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	252	2,5	0,03	10,0	Х
		4,20	1	98,15	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	223	1,9	0,14	13,0	Х
494596	6179157	8,90	1	98,45	< DT	< DT	0,23	11,7	Х	Х	х	293	7,0	< DT	0,4	Х
		8,90	1	98,25	х	х	х	х	Х	Х	х	297	6,8	< DT	0,8	Х
		8,90	1	98,05	х	х	х	х	Х	Х	х	269	5,3	< DT	< DT	Х
494595	6179159	11,00	l	97,67	< DT	0,40	4,4	42,8	Х	Х	Х	284	4,5	0,10	1,1	Х
		11,00	1	97,47	< DT	0,73	8,7	86,1	Х	х	х	314	5,3	0,03	1,6	Х
		11,00	1	97,27	х	х	х	х	Х	х	х	307	5,9	< DT	3,0	Х
		11,00	1	97,07	< DT	1,68	7,9	72,4	Х	х	х	257	4,3	0,47	3,4	Х
494593	6179163	15,50	1	97,39	х	х	х	х	Х	Х	х	289	3,1	< DT	8,4	Х
		15,50	1	97,19	0,1	2,29	34,1	371,0	Х	Х	х	256	2,6	0,04	4,3	Х
		15,50	1	96,99	< DT	0,41	6,3	355,1	Х	Х	х	296	2,9	0,02	5,4	Х
		15,50	1	96,79	х	Х	х	х	Х	Х	х	285	3,2	0,12	4,2	Х
494591	6179165	18,10	l	97,06	0,2	0,11	1635	553	Х	Х	Х	118	0,8	0,11	29,5	Х
		18,10	1	96,66	0,6	0,11	1586	634	Х	Х	Х	111	0,8	0,09	28,3	Х
494590	6179168	21,30	1	97,41	649	96,9	251	70,4	Х	Х	Х	91	1,1	< DT	10,8	Х
		21,30	1	97,21	442	116,5	543	178,2	Х	х	х	109	1,2	0,05	15,7	Х
		21,30	1	97,01	65,1	207,8	1317	513	Х	х	х	112	1,5	0,05	21,2	Х
		22,00	Åen slutter													
494588	6179177	28,53	Boring nord	97,76	Tom	Tom	Tom	Tom	Tom	Tom	Tom	Tom	Tom	Tom	Tom	Tom
		28,53	1	97,26	67,5	68,6	888	30,03	13,2	<0.1	1,10	93	1,0	< DT	17,7	9,4
		28,53		96,76	269	172	994	>84	28,7	1,04	0,46	105	1,3	< DT	16,0	9,2
		28,53		95,76	281	141	672	>84	60,9	4,29	Х	Х	Х	Х	Х	8,5
		28,53		94,76	37	201	>1000	>84	70,9	0,75	8,36	118	1,4	< DT	23,7	15,6
		28,53		93,76	<41	85	>1000	>84	35,3	1,20	3,73	110	1,5	< DT	22,7	16,2
Vandspe	let (tværs	nit C, 12/1	0-2012)	99,18												

Rammeboring	Tværsnit A, syd	Tværsnit A, nord	Tværsnit C, syd	Tværsnit C, syd	Tværsnit C, nord	Tværsnit C, nord
Dybde	3.5 m	3.5 m	3.5 m	5.5 m	3.5 m	5.5 m
Stof	(hg/L)	(hg/L)	(hg/L)	(hg/L)	(hg/L)	(hg/L)
Sulfanilamid	<0,50	6,50	09	37	840	413
Sulfaguanidine	0,33	6,30	14	8,40	520	540
Sulfamethazin(Sulfadimidin)	<0,50	19	0,84	<0,50	23	600
Sulfamethiazol	<0,05	2,50	<0,05	<0,05	10	480
Sulfadiazin	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sulfanilsyre	<0,50	26	1,60	1,30	5,30	58
Sulfacetamid	2	7	2	. 2	34	20
Sulfadoxin	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,050	<0,05
Sulfamerazin	<0.05	0,48	0.31	<0,05	1,20	3,50
Sulfamethoxazol	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
Sulfanilylurinstof	<0.50	9.80	39	16	160	780
Sulfapyridin	<0.50	<0.50	<0.05	<0.50	<0.50	<0.50
Sulfathiazol	<0.05	2.60	0.87	<0,05	2,30	32,0
Acetanilid	<0.10	<0.01	<0.10	. <b>V</b>	<0,10	<0,10
Acetylsulfaguanidin	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Acetvlsulfanilsyre	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0,50	<0.50
Aetallymal	2	2	1.70	2,10	6,50	\⊽
Allyl-n-butylbarbityrat	2	1,60	2	. 2	2	2
5-allyl-5-isobutyl-barbitursyre	7	2	2	2	2,00	2
5-allyl-5-(methylbutyl)-	2	7,80	2	2	1,30	2
Anilin	<0,10	<0,010	<0,10	2	<0,10	0,60
Barbital	2	78	9,30	24	72	2
But obar bital	7	16	7	2	8,00	1
Butylbarbiturat	۲.	7	7	~	3,90	3,00
o-chloracetanilid	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
p-chloracetanilid	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
5,5-diallylbarbitursyre	2	13	2,60	1,00	7,40	2
N-N-diethylnicotinamid	<0.50	7.80	29	1,90	0,85	09
Dipropenylamin	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
5-ethyl-5-sec-butylbar bitur syre	7	œ	1,00	2	5	52
Ethylurethan	<0,10	<0,01	<0,10		220	2300
Phtalylsulfathiazol	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Hexobar bital	<u>۲</u>	٨	٨.	۲ <b>۰</b>	7	7
Isobutylbarbitursyre	۸ <b>.</b>	<u>۲</u>	<u>۲</u>	<u>۲</u>	3,90	<u>۸</u>
Isopropylbar bitur syre	<u>۲</u>	7	7	1	7	2
Meprobamat	<0,10	4,20	4,60	0,82	230	460
<b>Methoxyproprionitril</b>	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
N-methyldiethylbarbitursyre	۲.	7	7	2	2	2
Monoethylbarbitursyre	<u>۲</u>	۲. ۲	7	, L	6,30	6,00
Pentobarbital	<0,50	22	<0,50	<0,50	32	84
Amobarbital	<0,50	11	4,00	<0,50	59	120
Pyridin	<0,10	<0,01	<0,10	<u>^</u>	<0,10	<0,10
2-chloranilin	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,46	16
4-chloranilin	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	2,30	105

#### Bilag 6: Kemiske analyseresultater samt den hydrauliske potentialeforskel i piezometre op- og nedstrøms for tværsnit A (40 cm dybde) samt tilhørende UTM-koordinater

x-(UTM)	y-(UTM)	Afstand mellem piez og tværsnit A	Kommentar	Hydraulisk potentiale	PCE	TCE	cis-DCE	VC	Chlorid	Bromid	Nitrat-N	Sulfat-S
		(m)		forskel, Δh (cm)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
494839	6179019	-10	Opstrøms	-9	0,01	< DT	< DT	< DT	16	< DT	0,43	1,05
494835	6179023	-5	Opstrøms	-3	0,01	< DT	< DT	< DT	14	< DT	0,12	2,64
494824	6179024	0	Tværsnit A	1,1	0,02	< DT	0,14	< DT	14	< DT	0,11	0,85
494825	6179025	0	Tværsnit A	0,9	0,01	< DT	0,04	< DT	14	< DT	0,04	1,14
494829	6179028	0	Tværsnit A	11,2	0,04	0,08	0,52	0,15	18	0,25	0,08	2,69
494830	6179030	0	Tværsnit A	2,3	0,20	0,40	10,5	2,21	28	2,60	0,18	2,57
494831	6179030	0	Tværsnit A	1	0,02	< DT	31,6	30,0	77	14,79	0,54	7,7
494832	6179031	0	Tværsnit A	1,4	< DT	0,90	6,1	0,84	62	8,63	0,45	10,7
494828	6179032	5	Nedstrøms	2	0,17	0,51	1,80	2,72	28	3,06	< DT	1,99
494825	6179034	10	Nedstrøms	1,6	0,03	0,08	41,5	46,3	89	17,65	0,15	6,9
# Bilag 7: Kemiske analyseresultater og UTM-koordinater for SW tværsnit 25 m nedstrøms tværsnit C

x-(UTM)	y-(UTM)	Kommentar	PCE	TCE	cis-DCE	VC	Chlorid	Bromid	Nitrat-N	Sulfat-S
			(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(µg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
		Sydlige brink								
494583	6179141	SW tværsnit	0.16	0.12	3.39	3.69	35	< DT	2.09	9.38
494581	6179142	SW tværsnit	0.13	0.10	3.30	2.93	36	< DT	2.13	9.62
494579	6179143	SW tværsnit	0.20	0.13	4.34	4.04	35	< DT	2.04	9.11
494577	6179143	SW tværsnit	0.32	0.16	6.27	4.54	34	0.12	2.03	9.06
494577	6179149	SW tværsnit	0.25	0.16	5.49	4.62	33	< DT	1.95	8.83
		Nordlige brink								

## Bilag 8: Korrelation mellem CAH resultater fra hhv. DTU og Milana

DTU Miljø's resultater er vist på x-aksen og Milana's resultater på y-aksen.





# Bilag 9: Sammenfatning af kemiske analyseresultater samt prøvestationernes placering langs Grindsted Å fra de 4 målekampagner udført fra 2004 til 2011

Der er i Grindsted Å blevet foretaget fire målekampagner i perioden fra 2004 til 2011, hvor åens kemiske tilstand er blevet undersøgt og dokumenteret. Første kampagne blev foretaget i december 2004 (Ejlskov, 2005), den anden blev foretaget over en periode fra februar til oktober 2006 (Grundvandskontoret, 2006), den tredje i oktober 2010 (Jord og Affald, 2011) og den fjerde i september 2011 (Petersen, 2012). Figur 2 viser en oversigt af samtlige prøvestationerne placering i Grindsted Å.

## December 2004

I december 2004 udtog Ejlskov i alt 30 vandprøver til kemisk analyse i vandområdet omkring Grindsted by, heraf 14 af prøverne blev taget i selve åen (figur 2). Alle prøver blev analyseret for klorerede opløsningsmidler, deres nedbrydningsprodukter samt aromatiske kulbrinter. Enkelte prøver blev også analyseret for PAA (primære aromatiske aminer) (Ejlskov, 2005).



Figur 58: viser hvor vandprøverne blev udtaget i Grindsted Å december 2004 (Ejlskov, 2005). Tabel 7: Analyseresultaterne fra vandprøverne fra overfladevandet i Grindsted Å er angivet i µg/l. Udtagningen af prøverne 23 og 27 blev hhv. gentaget to og tre gange, illustreret med røde cirkler (Ejlskov, 2005). Følgende forkortelser er anvendt Trichlorethylen (TCE), Tetrachlorethylen (PCE), Cis-1,2-dichlorethylen (cis-1,2-DCE), Vinyl chlorid (VC) og de Primære Aromatiske Aminer (PAA).

Prøve nr.	PCE	TCE	cis-1,2-DCE	VC	Benzen	Toluen	Ethyl- benzen	m/p- xylen	o- xylen	PAA
1	-	0,1	-	-	-	-	0,5	1,1	0,5	i.a
4	-	0,2	-	-	-	-	0,2	0,3	0,3	i.a
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	i.a
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	i.a
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	i.a
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50
19	-	0,2	0,5	-	-	-	-	-	-	i.a
21	0,4	0,8	-	5,8	1,9	0,1	-	-	-	i.a
23	0,2	0,5	2,6	1,6	0,8	0,1	-	-	-	i.a
24	0,5	0,9	5,4	3,3	1,3	0,2	-	-	-	i.a
27	0,5	0,8	5,2	3,5	2,6	0,6	0,5	-	-	70
28	0,5	0,9	4,6	1,4	1,3	0,4	-	1,2	0,8	i.a
29	0,3	0,9	5,9	-	1,3	0,2	-	-	-	i.a

"i.a" – betyder ikke analyseret og "- " – betyder under detektionsgrænsen

Analyseresultaterne viser, at de miljøfremmede stoffer PAA, PCE, TCE, cis-DCE, VC, benzen og toluen blev påvist på strækningen mellem prøvestation 19 (gangbro, Lindevej) og 27 (Morsbøl Skolevej) i Grindsted Å, PAA blev dog også påvist ved prøvestation 17 (Vestre Boulevard). De højeste koncentrationer ses dog på nedbrydningsprodukter for de klorerede opløsningsmidler cis-1,2-DCE og VC. Resultaterne for denne undersøgelse indikerer, at stoftilførselen af de atypiske miljøfremmede stoffer starter i åen starter omkring, hvor Vestre Boulevard krydser Grindsted Å, og fortsætter på hele strækning ned til Morsbøl Skolevej, hvor denne målekampagne ender.

#### 2006

I 2006 udtog Grundvandskontoret i Ribe Amt ligeledes vandprøver fra 3 forskellige steder i Grindsted Å, som vist i figur 3.

Ved prøveudtagningsstation 1 (umiddelbart efter Engsøen udmunder i åen) blev der udtaget 8 vandprøver med ca. 1 måneds mellemrum i perioden fra februar til oktober. Supplerende prøver blev udtaget hhv. opstrøms ved Tingvejen i Grindsted (station 3) og længere nedstrøms i åen ved Eg Bro (station 2). Alle prøverne blev analyseret for klorerede opløsningsstoffer og deres nedbrydningsprodukter, BTEX, sulfonamider (enkelt stoffer), fenoler og aniliner. De sidste 4 prøvetagninger (fra juli til oktober) blev der ligeledes analyseret for barbituraterne: Amobarbital, Barbital, Butabarbital, Pentobarbital og Secobarbital (Grundvandskontoret, 2006).

Tabel 8: viser en oversigt af prøveudtagningen i 2006 (Grundvandskontoret, 2006).

	22/2	28/3	26/4	23/5	29/6	3/8	14/9	3/10
Prøvestation 1	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х	Х
Prøvestation 2		Х			Х			Х
Prøvestation 3		Х			Х			



Figur 59: viser placeringen af de tre prøveudtagningsstationer, som Ribe Amt benyttede i overvågningen 2006 (Grundvandskontoret, 2006).

Resultaterne af de analyserede miljøfremmede stoffer i tabel 3 viser generelt højere koncentrationer ved prøvestation 1 end ved prøvestation 2 (trods det begrænsede datamateriale), hvilket tyder på, at tilførselen af de miljøfremmede stoffer på denne strækning aftager. I stofkoncentrationerne fra prøvestationen 3 til 1 ses der en stærk stigning, hvilket peger på, at den væsentlige stoftilførelse i åen sker på netop denne strækning (Grundvandskontoret, 2006).

Tabel 9: viser resultaterne i  $\mu$ g/l fra prøvestationen 1, 2 og 3 (Grundvandskontoret, 2006) samt de generelle kvalitetskrav for ferskvand, bekendtgjort af Miljøministeriet 2010<sup>3</sup>. Følgende forkortelser er anvendt Trichlorethylen (TCE), Tetrachlorethylen (PCE), Cis-1,2-dichlorethylen (cis-1,2-DCE) og Vinyl chlorid (VC).

Miljøfremmede	Prøves (n=	t <b>ation 1</b> =8)	Prøvest (n=	<b>ation 2</b> 3)	Prøvestation 3 (n=2)		Generelle kvalitetskrav <sup>3</sup>
stoffer	Middel værdi	Maks. værdi	Middel værdi	Maks. værdi	Middel værdi	Maks. værdi	(µg/l)
PCE	0,09	0,13	0,06	0,07	<0,03	<0,03	10
TCE	0,15	0,2	0,08	0,1	<0,03	<0,03	10
Cis-1,2-DCE	1,9	2,6	1,02	1,2	<0,02	<0,02	6,8
VC	0,54	0,67	0,23	0,28	<0,02	<0,02	0,05
Benzen	0,65	0,8	0,18	0,36	<0,06	<0,08	10
Sulfanilsyre	23	67	0,93	1,6	<0,1*	<0,1*	280 <sup>a</sup>
Sulfonamider	4,2	5,8	2,67	3,3	0	0	<b>4,6</b> <sup>b</sup>
Barbiturater	4,5**	5,1**	4,34**	4,61**	0**	0**	$50^{\rm b}$

\*Ved prøvestation 3 blev der kun analyseret for sulfanilsyre i én prøve. \*\* Ved prøvestation 1 blev kun de sidste 4 prøver analyseret for barbiturater, prøvestation 2 i de sidste 2 prøver og prøvestation 3 i den sidste prøve.

<sup>a</sup> Forslag til miljøkvalitetskriterie for saltvand (Jord og Affald, Miljøministeriet, 2011).

<sup>b</sup> Kriteriet er gældende for sulfadiazin. Foreslås i Arbejdsgruppen (vedr. Kærgård Plantage. Udarbejdet af DHI – Inst. For vand og miljø. 2006) anvendt for sum af sulfonamider ekskl. sulfanilsyre.

## Oktober 2010

I oktober 2010 blev der udtaget en vandprøveserie i Grindsted Å hhv. opstrøms (30), inde i selve Grindsted by (19), ved udmundingen af Engsø (27) og nedstrøms i åen lige før den når habitatområdet 77 (99), som vist i figur 5 (Jord og Affald, 2011).



Figur 60: viser de fire referencepunkter (30, 19, 27 og 99), hvor der blev udtaget vandprøver i oktober 2010 (Jord og Affald, 2011).

Ud fra tabel 4 ses det, at de højeste koncentrationer, der blev påvist, var stofferne cis-DCE, VC, sulfanilsyre og sulfanilamid (en sulfonamid), som blev målt inde i selve Grindsted by (Ref.19) og ved udmundingen af Engsø i åen (Ref. 27). Ingen af stofferne var mulige at påvise længere nedstrøms i åen før habitatområdet 77, dog var cis-DCE og sulfanilamid stadig repræsenteret blot ved lavere koncentrationer.

Tabel 10: viser resultaterne fra vandprøverne i  $\mu$ g/l udtaget fra de fire referencepunkter (30, 19, 27 og 99) (Jord og Affald, 2011).

Miljøfremmede stoffer	<b>Ref. 30</b>	Ref. 19	<b>Ref. 27</b>	Ref. 99
РСЕ	<0,05	<0,05	0,061	<0,05
ТСЕ	<0,05	0,091	0,059	<0,05
Cis-1,2-DCE	<0,05	43	2,0	0,28
VC	<0,05	21	0,67	<0,05
Benzen	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sulfanilsyre	<1,0	<1,0	4,1	<1,0
Sulfanilamid	<1,0	<1,0	0,81	0,63

#### September 2011

I september 2011 blev der udtaget vandprøver 6 forskellige steder langs Grindsted Å fra A til F, hvor A var opstrøms for Grindsted by (hvor Løvelunds Stationsvej krydser åen) og F halvvejs mellem Engsø og Eg bro, som vist på figur 6. Alle prøverne blev analyseret for de klorerede opløsningsmidler, deres nedbrydningsprodukter, BTEX, sulfonamider og sulfanilsyre, men der blev ikke analyseret for PAA og barbiturater i denne målekampagne (Petersen, 2012).





I denne undersøgelse blev der kun fundet sulfanilsyre, klorerede opløsningsmidler samt deres nedbrydningsprodukter ved prøvestationerne E og F og sulfonamider blev kun påvist ved prøvestation F. De miljøfremmedestoffer, der blev påvist i både E og F, var alle repræsenteret ved en lavere koncentration i F end i E, som indikerer, at stoftilførselen på denne strækning aftager. Analyseresultaterne er vist i tabel 5. Tabel 11: viser analyse resultaterne i  $\mu g/L$  fra målekampagnen i 2011 (Petersen, 2012).

Miljøfremmed stof	Station A	Station B	Station C	Station D	Station E	Station F
PCE	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.08	0.07
TCE	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.06	0.05
cis-DCE	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	1.5	1.2
VC	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.54	0.44
Benzen	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Toluen	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Ethylbenzen	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Xylener	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Sulfanilsyre	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	2.4	1.9
Sulfonamider:						
Sulfonamid	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	1.5
Sulfaguanidin	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.84
Sulfamethazin	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	1.3
Sulfamethiazol	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	1.4





Cl vs Bromid

🔺 Cl vs sulfat

Cl vs nitrat

—— Linear (Cl vs Bromid)

—— Linear (Cl vs sulfat)

— Linear (Cl vs nitrat)



Bilag 11:Vandstandsmålinger fra online stationer opsat af Orbicon i<br/>Grindsted Å i perioden fra juli til og med oktober 2012



Strandgade 29 DK - 1401 København K Tlf.: (+45) 72 54 40 00

www.mst.dk