

Til
Billund Kommune og Billund Vand & Energi

Dokumenttype
Kloak- og indeklimaundersøgelse i Grindsted

Dato
Juli 2019

GRINDSTED

UNDERSØGELSE AF FORURENING I KLOAKNET OG INDEKLIMA



GRINDSTED UNDERSØGELSE AF FORURENING I KLOAKNET OG INDEKLIMA

Projektnavn **Billund Kommune - Rammeaftale vedr. miljødelser**

Projektnr. **1100035347**

Modtager **Billund Kommune og Billund Vand & Energi**

Dokumenttype **Undersøgelsesrapport**

Version **2**

Dato **04-07-2019**

Udarbejdet af **Anette Ehlers og Mette Christophersen**

Kontrolleret af **LRSB**

Godkendt af **METC**

Beskrivelse **Undersøgelse af forurening i kloakbrønde indenfor forureningsfanen fra Grindstedværkets fabriksgrund samt indeklimaundersøgelse i Ådalen 1, Ådalen 3 og Anemonevej 1.**

Rambøll
Bavnehøjvej 5
6700 Esbjerg

T +45 5161 1000
F +45 5161 1001
<https://dk.ramboll.com>

Rambøll Danmark A/S
CVR NR. 35128417

INDHOLD

1.	Indledning	4
1.1	Formål	4
1.2	Aktiviteter	5
2.	Indledende arbejde	6
2.1	Tidligere udførte luftmålinger i kloak	6
2.2	Placering af kloak ift. grundvandsspejl	7
2.3	Forureningsniveau i terrænnært grundvand	9
2.4	Udvælgelse af brønde til prøvetagning	10
3.	Udførte undersøgelser	12
3.1	Kloakundersøgelser d. 28.-30. januar 2019	12
3.2	Kloakundersøgelser d. 19. februar - 5. marts 2019	12
3.3	Indeklimateundersøgelser d. 18. marts – 1. april 2019	14
4.	Resultater	16
4.1	Kloakundersøgelser 28.-30. januar 2019	16
4.1.1	Vand	16
4.1.2	Poreluft	17
4.1.3	Delkonklusion og anbefalinger til næste fase	18
4.2	Kloakundersøgelser 19. februar - 5. marts 2019	19
4.2.1	Vand	19
4.2.2	Luftprøver fra kloakbrønde	21
4.2.3	Sammenligning mellem luft- og vandkoncentrationer	22
4.2.4	Delkonklusion og anbefaling til næste fase	25
4.3	Indeklimateundersøgelser d. 18. marts – 1. april 2019	26
4.3.1	Ådalen 1	26
4.3.2	Ådalen 3	28
4.3.3	Anemonevej 1	30
5.	Konklusion og anbefaling	32
6.	Referenceliste	34

BILAG

Bilag 1

Situationsplan med kloaknet og udvalgte brønde

Bilag 2

- 2.1 Oversigtsplan for resultater af vandprøver i brønde, PCE og TCE
- 2.2 Oversigtsplan for resultater af vandprøver i brønde, cis-DCE og VC
- 2.3 Oversigtsplan for resultater af vandprøver i brønde, BTEX og kulbrinter
- 2.4 Oversigtsplan for resultater af poreluft i og ved brønde, PCE og TCE
- 2.5 Oversigtsplan for resultater af poreluft i og ved brønde, cis-DCE og VC
- 2.6 Oversigtsplan for resultater af poreluft i og ved brønde, BTEX og kulbrinter
- 2.7 Oversigtsplan for resultater af vand og luft omkring Fyrrestien

Bilag 3

- 3.1 Oversigtsplan for resultater af indeklimaundersøgelser for Ådalen 1
- 3.2 Oversigtsplan for resultater af indeklimaundersøgelser for Ådalen 3
- 3.3 Oversigtsplan for resultater af indeklimaundersøgelser for Anemonevej 1

Bilag 4

Tabel over resultater for luftprøver i og ved brønde

Bilag 5

- 5.1 Tabel over resultater for vandprøver fra brønde
- 5.2 Tabel over resultater for vandprøver fra brønde, farmaceutiske stoffer

Bilag 6

- 6.1 Tabel over resultater fra indeklimaundersøgelse i Ådalen 1
- 6.2 Tabel over resultater fra indeklimaundersøgelse i Ådalen 3
- 6.3 Tabel over resultater fra indeklimaundersøgelse i Anemonevej 1

Bilag 7

Vejrdata

Bilag 8

- 8.1 Fotodokumentation, kloakundersøgelser
- 8.2 Fotodokumentation, målinger bag vandlås og ORSA-rør
- 8.3 Fotodokumentation, opstilling af canisters

Bilag 9

- 9.1 Feltskemaer, brønde, kulrør, 28.-30. januar 2019
- 9.2 Feltskemaer, brønde, kulrør, 19. februar 2019
- 9.3 Feltskemaer, brønde, kulrør, 5. marts 2019
- 9.4 Feltskemaer, brønde, ORSA-rør, 19. feb - 5. mar 2019
- 9.5 Feltskemaer, indeklima, kulrør, 18. marts 2019
- 9.6 Feltskemaer, indeklima, kulrør, 21. marts 2019
- 9.7 Feltskemaer, indeklima, kulrør, 1. april 2019
- 9.8 Feltskemaer, indeklima, ORSA-rør, 18. mar – 1. apr 2019

9.9 Feltskemaer, indeklima, canisters, 18. – 21. marts 2019

Bilag 10

Beregnete luftkoncentrationer ud fra vandprøver udtaget d. 28. januar 2019

Bilag 11

Sammenhæng imellem koncentrationer i luft og vand fra prøver udtaget d. 5. marts 2019

Bilag 12

12.1 Analyserapporter, kloakundersøgelser

12.2 Analyserapporter, indeklimaundersøgelser

Bilag 13

13.1 Arkivtegning med kloak over Ådalen 1

13.2 Arkivtegning med kloak over Ådalen 3

13.3 Arkivtegning med kloak over Anemonevej 1

1. INDLEDNING

Region Syddanmark har i efteråret 2018 udført en supplerende undersøgelse af afdampning fra forureningsfanen fra det tidligere Grindstedværks fabriksgrund /1/. Undersøgelsen indeholdte bl.a. målinger på luften i kloakker i udvalgte områder centralt i forureningsfanen og ned mod Grindsted Å. Der er ved undersøgelsen påvist høje koncentrationer af vinylklorid (VC) i luften i kloakkerne. Regionen har udført målinger af koncentrationen af klorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter i en række poreluftpunkter i området men ikke systematisk ved de brønde, som der er målt på luften i. Det er således uklart, hvorvidt de høje luftkoncentrationer af VC i kloakkerne stammer fra indtrængende forurenede poreluft eller fra afdampning fra indtrængende forurenede grundvand enten via utætheder i kloakkerne eller via vand fra omfangsdræn, som tilledes kloakken.

Region Syddanmark har efterfølgende udført en undersøgelse ved Ådalen 1 tæt ved kloakbrønd ILI502 /4/. Undersøgelsen viser, at der ikke er påvist forurening i poreluften omkring huset, som kan udgøre en risiko for indeklimaet i boligen, men at det ikke kan afvises, at spredning af forurening via kloaknettet kan udgøre en risiko for indeklimaet.

Resultaterne af disse to undersøgelser /1,4/ har ført til, at Billund Kommune og Billund Vand & Energi har igangsat denne undersøgelse.

Fra andre forureningssager vides det, at forurening i luften og vandet i kloakker kan udgøre en risiko for indeklimaet i boliger, som er tilsluttet kloakken, idet forurenede luft kan trænge gennem utætte vandløse og samlinger. Spredning af forurening i luft i kloakker påvirkes af mange forskellige faktorer som f.eks. vindstyrke og -retning, vandføring i kloakken (herunder nedbør og højden af grundvandsspejlet), temperatur, koncentration i det indtrængende grundvand osv. Luftens strømning i kloakker kan ske i både op- og nedstrøms retning i forhold til kloakvandets strømningsretning, og luftens strømningsretning er svær at forudsige. Opstuvninger kan også lede til uforudsigelig strømning af luften i kloakker.

1.1 Formål

Billund Kommune og Billund Vand & Energi har som opfølgning på regionens undersøgelser /1,4/ igangsat en undersøgelse af kloaknettet i området omkring de brønde, hvor der i efteråret 2017 blev påvist høje værdier af VC. Formålet med undersøgelsen er at klarlægge, om kloaknettet bliver forurenede med indtrængende forurenede grundvand/vand fra omfangsdræn og/eller poreluft, som kan medføre en risiko for indeklimaet i boliger.

Det skal undersøges, hvor der strømmer grundvand ind i kloaknettet, og hvor meget der strømmer ind.

1.2 Aktiviteter

I januar 2019 har Billund Kommune og Billund Vand & Energi udarbejdet en handleplan for forurening i kloakker i Grindsted /2/, som indeholder en beskrivelse af de aktiviteter, der bør indgå i undersøgelsen af kloaknettet. Aktiviteterne er som følgende:

- Indledende arbejde
- Måling af forureningsniveau i kloakker
- TV-inspektion af kloakker
- Flowmålinger i kloakker
- Kortlægning af spildevandssystemer på udvalgte grunde
- Måling af forureningsindhold i udvalgte boliger

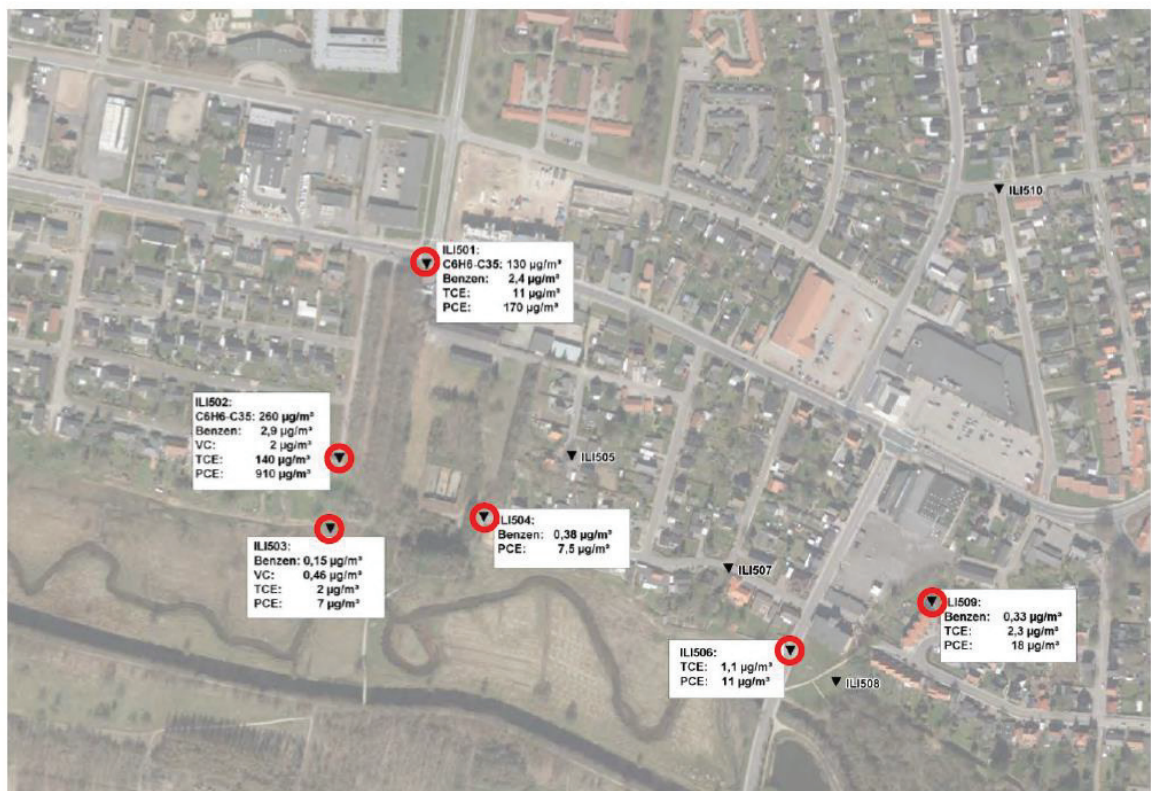
Denne rapport omhandler punkterne 'Indledende arbejde', 'Måling af forureningsniveau i kloakker' og 'Måling af forureningsindhold i udvalgte boliger'. 'TV-inspektion af kloakker' og 'Flowmålinger i kloakker' er udført af Billund Vand & Energi, og 'Kortlægning af spildevandssystemer på udvalgte grunde' er udført af Billund Kommune. Der foreligger ikke p.t. afrapporteringer af disse punkter.

2. INDLEDENDE ARBEJDE

2.1 Tidligere udførte luftmålinger i kloak

Region Syddanmark har udført målinger af forureningsniveau i 10 brønde i forureningsfanen nær Grindsted Å /1/, se Figur 2.1-1. Der er målt ved ophængning af ORSA-rør til passiv opsamling af luft i kloakbrøndene over en periode på 14 dage. Der er påvist koncentrationer over afdampningskriteriet i 6 ud af 10 brønde, se Figur 2.1-1.

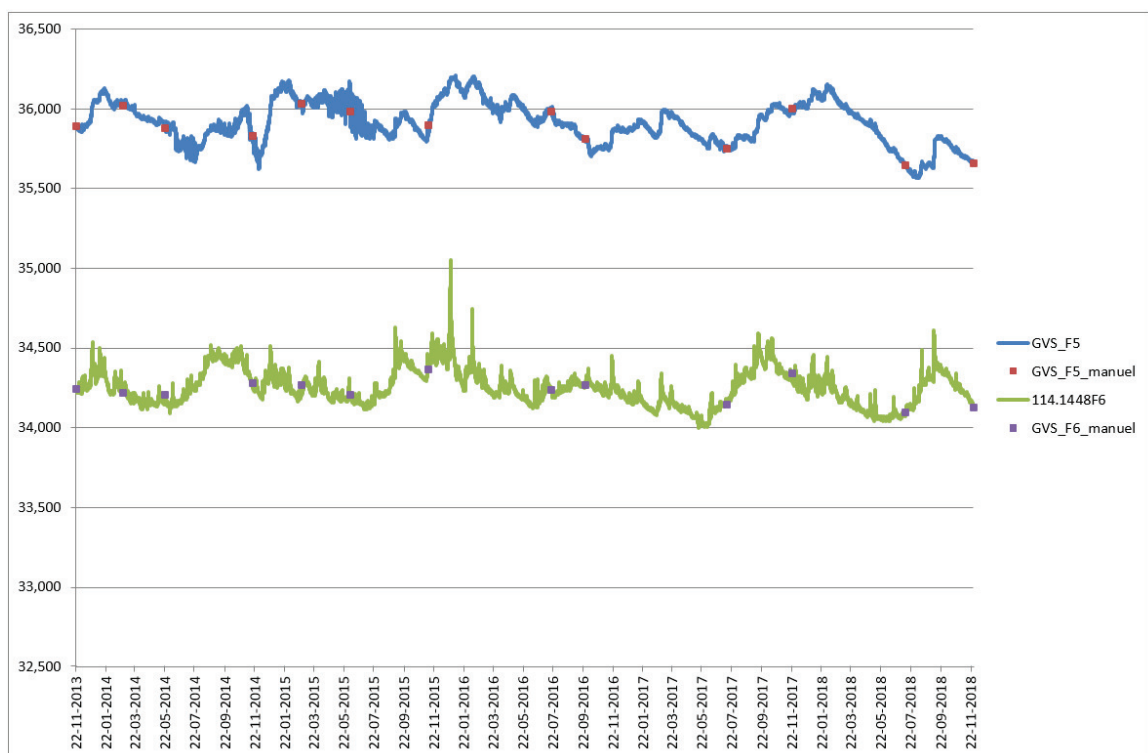
Normalt anvendes ORSA-rør til at måle den gennemsnitlige koncentration af tetraklorethylen (PCE) og triklorethylen (TCE) i luft over en 14 dages periode. VC, som er et nedbrydningsprodukt fra PCE og TCE, er meget flygtig og dermed svær at måle med ORSA-rør. Derfor har regionen udført korttidsmålinger af indholdet af VC ved aktiv opsamling på kulrør ved start og slut af målingerne med ORSA-rør. Disse målinger viser, at der i en kloakbrønd ILI502 er påvist 310 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ VC ved en måling og $<0,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$ VC 14 dage senere. Dette viser som forventet, at koncentrationerne i luften i kloakker varierer meget. Derfor er der i denne undersøgelse i første omgang fokuseret på målinger af forureningsniveau i vandet i kloakken, som forventes mere konstante (såfremt der er tale om indtrængende forurennet grundvand).



Figur 2.1-1: Placering af brønde, hvor der er udført måling af forureningsniveau i luft. Indhold over afdampningskriterier er markeret med røde cirkler. Fra /1/

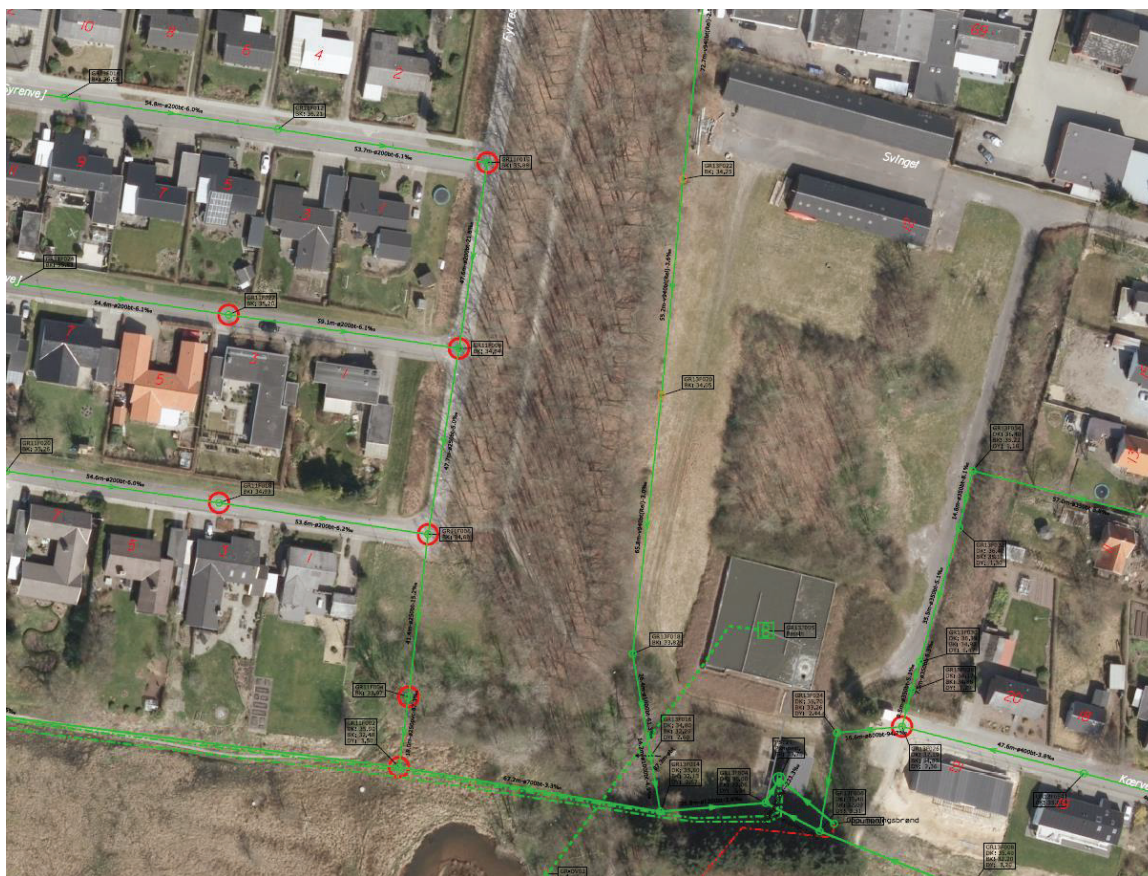
2.2 Placering af kloak ift. grundvandsspejl

Første trin er at få overblik over, hvor kloakken er placeret under grundvandsspejlet en stor del af året. Til denne vurdering er det vigtigt med et overblik over, hvor meget grundvandsstanden varierer i de relevante områder. Fra Region Syddanmark er modtaget pejledata fra en række borer i forureningsfanen fra Grindstedværket /5/, hvor der i flere tilfælde er pejlet helt tilbage fra 1990 bl.a. DGU nr. 114.1448, som er placeret helt nede ved åen lige syd for det gamle rensningsanlæg. Pejleresultater fra 114.1448 fra 2013-2018 er vist på Figur 2.2-1, hvor det fremgår, at variationerne i det dybe filter F6 er på ca. 30 cm, men ofte mindre. Pejledataene viser, at længere mod nord i forureningsfanen centralt i byen er variationerne i vandspejlet noget større - helt op til ca. 0,8 m ved f.eks. 114.1447.



Figur 2.2-1: Pejledata fra DGU 114.1448 fra F5 (21-22 m. under terræn) og F6 (8-9 m under terræn) /5/.

Billund Vand & Energi har bundkoter på alle brønde, og informationer om hvordan de er placeret i forhold til grundvandet. Herudover har Billund Vand & Energi et godt kendskab til hvilke dele af kloaknettet, der normalt er placeret under grundvandsspejlet. Figur 2.2-2 viser et eksempel på et kort med disse informationer.



Figur 2.2-2: Kort med detaljerede oplysninger om kloak og brønde placering. Røde ringe er de brønde, som er prøvetaget i denne undersøgelse. Fra Billund Vand & Energi.

Billund Vand & Energi har målt flowet af uvedkommende vand i kloaksystemet på udvalgte punkter. Uvedkommende vand er ofte grundvand, så disse målinger er til dels et udtryk for, hvor der løber grundvand ind i kloaksystemet. Figur 2.2-3 viser disse målinger i det relevante område.



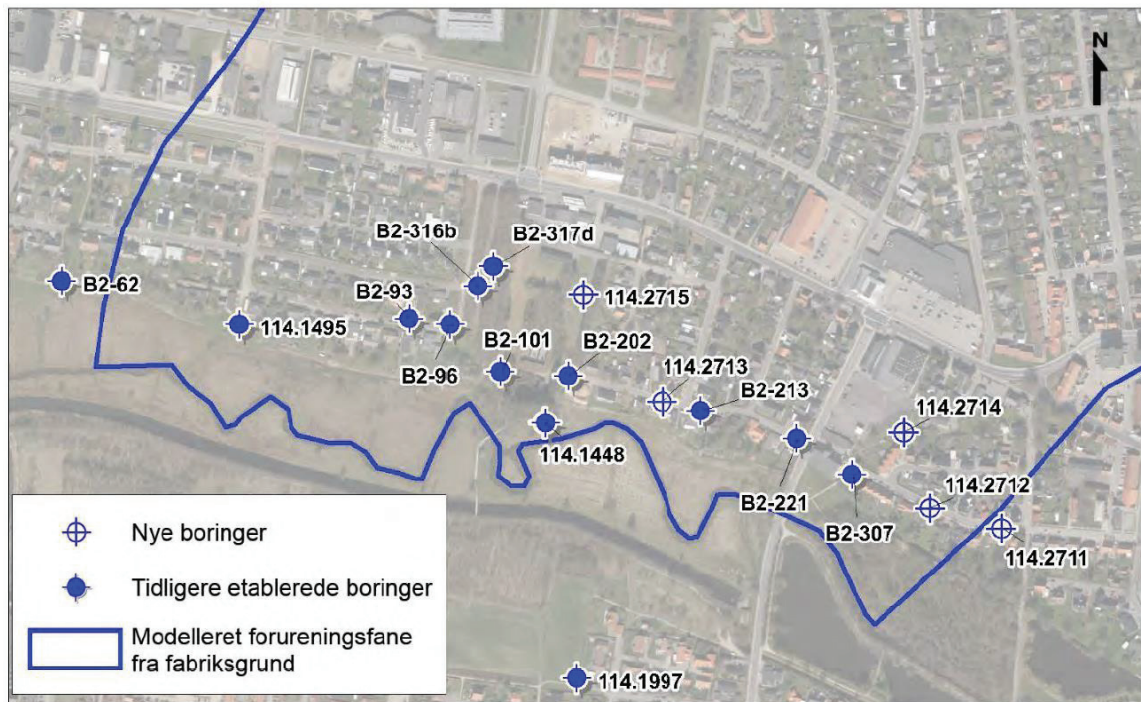
Figur 2.2-3: Kort som viser brønde, hvor der er målt på flow af uvedkommende vand. Fra Billund Vand & Energi.

2.3 Forureningsniveau i terrænnært grundvand

I forbindelse med udvælgelsen af brønde til prøvetagning er det vigtigt at have overblik over forureningsniveauet i det terrænnære grundvand, da det formodes, at indtrængende grundvand vil være en vigtig kilde til forureningsniveauet i kloakken. En utæt kloak placeret under grundvandsspejlet kan virke som et dræn og kan dermed trække forurenet grundvand fra større dybde ind. Derfor kan koncentrationsniveauet i dybereliggende filtre også spille ind i forhold til indsivning til kloakken. Region Syddanmark har mange borer i de relevante områder, og en del af dem har terrænnære filtre – se Figur 2.3-1.

I samarbejde med regionen er der udtrukket data fra GeoGIS for forureningsniveau i det relevante område og i de relevante dybder. På basis af disse tabeller og gamle rapporter med data (boringer og analyser), som ikke er kommet ind i GeoGIS, er der håndtegnet kort med forureningsniveau for PCE, TCE, cis-DCE og VC for det relevante område.

Ved gennemgang af disse data fremgår det, at der i lokalområdet nord for det gamle rensningsanlæg (ved Bekkasinevej) sandsynligvis findes yderligere en kilde til forurening af det terrænnære grundvand, idet der i mange vandprøver er høje koncentrationer af moderstofferne PCE og TCE, hvilke ikke kan stamme fra Fabriksgrunden, da data fra borer tættere på Fabriksgrunden, men dybere i magasinet viser, at al PCE og TCE er omdannet til nedbrydningsprodukterne cis-DCE og VC. Region Syddanmark er i gang med opsporingen af en eventuel kilde.



Figur 2.3-1: Filtersatte borer i området /1/.

2.4 Udvalgelse af brønde til prøvetagning

Selve udvælgelse af brønde til prøvetagning er foretaget på et arbejdsmøde mellem Billund Kommune, Billund Vand & Energi og Rambøll d. 16/1-19. Området, som det er vurderet at være relevant at undersøge i, er afgrænset mod vest og øst af forureningsfanens udbredelse. Den sydlige afgrænsning er åen. Den nordlige afgrænsning har været lidt mere uklar, da den afhænger af kloakkens placering i forhold til grundvandsspejlet, men maks. ca. 600 m nord for åen. Udvalget er foretaget på basis af følgende materiale:

- Tidligere udført luftmålinger i brønde i området /1/
- Pejlinger af grundvandspotential i området
- Kort med detaljerede oplysninger om kloak og brøndes placering
- Målinger af uvedkommende vand i kloaksystemet
- Forureningsniveau i det terrænnære grundvand med fokus på cis-DCE og VC

Følgende kriterier er brug ved udvælgelsen:

- Områder, hvor der tidligere er målt høje koncentrationer i kloakken
- Områder, hvor kloak ligger under grundvandsspejlet en stor del af året
- Områder, hvor der er påvist høje koncentrationer af cis-DCE og VC i det terrænnære grundvand

Herefter er selve brøndene udvalgt efter følgende principper:

- Brønde, hvor der er kendskab til forurening

- Brønde placeret opstrøms for de forurenede brønde for afgrænsning f.eks. brønde på sideveje og videre opstrøms, indtil det er vurderet, at kloakken ikke længere er placeret under grundvandsspejlet

På basis af ovenstående er følgende brønde oplistet i Tabel 2-1 udvalgt til prøvetagning i første prøvetagningsrunde. Placeringer ses af bilag 1. Der er fælleskloakering i området for undersøgelsen.

Tabel 2-1: Brønde der er udvalgt til prøvetagning.

Navn på brønd	Placering	Begrundelse
GR11 F018	Ådalen (1. vej ned mod åen)	Afgrænsning ift. F006
GR11 F006	Fyrrestien	Tidligere påvist forurennet
GR11 F002	Strækningen mellem Ådalen og ned mod engen	Tidligere påvist forurennet
GR11 F004	Fyrrestien	Afgrænsning ift. F006, ikke fundet ved feltarbejdet
GR11 F022	Anemonevej (2. vej ned mod åen)	Afgrænsning ift. F006
GR11 F008	Fyrrestien	Afgrænsning ift. F006
GR11 F010	Fyrrestien v Syrenvej	Afgrænsning ift. F006
GR13 F026	Kærvej (vest) længst nede mod åen	Stor brønd som samler for et stort område. Tidligere påvist lidt PCE. Opstrøms brønde placeret over GVS så ikke medtaget
GR14 F002	Syd for Kærvej (øst - i engen)	Tidligere påvist forurennet
GR14 F042	Engvej (sti ned mod åen)	Afgrænsning ift. F002
GR14 F050	Nord for Granvej	Tidligere påvist forurennet. Opstrøms brønde placeret over GVS så ikke medtaget
GR14 F024	Vestre Boulevard syd	Afgrænsning ift. F002
GR14 F026	Vestre Boulevard længere oppe	Afgrænsning ift. F002
GR11 F030	Vestergade	Tidligere påvist forurennet med PCE. Tæt på den formodede kilde nord for det gamle rensningsanlæg (ved Bekkasinvej)
GR11 F138	Vestermærkvej (v Kis'N Ride)	Mistanke om stor oppumpning ved skolen, som kunne udgøre et problem
GR02 F148	Ved rundkørsel ved Vestre Ringvej	Kontrolpunkt

3. UDFØRTE UNDERSØGELSER

3.1 Kloakundersøgelser d. 28.-30. januar 2019

Som vist i kapitel 2 er der udvalgt 16 brønde nord for Grindsted Å, hvori der ved feltarbejdet d. 28.-30. januar 2019 skulle udtages vandprøver og udføres poreluftmåling ved siden af kloakbrønden. Poreluftmålingerne udføres for at afklare, om der kan være tale om indtrængende forurenede poreluft. Kort over brøndene fremgår af bilag 1.

Da Billund Vand & Energi i uge 4 skulle inspicere brøndene forud for prøvetagningen i uge 5, blev brønden GR11 F004 ikke lokaliseret. Brønden skulle være placeret i engarealet imellem Ådalen og åen. Det lykkedes heller ikke Rambølls teknikere ved prøvetagningsrunden at lokalisere brønden. Derfor er denne brønd udgået af undersøgelsen.

Idet der ikke var vand nok i brønd nr. GR11 F018, var det her ikke muligt at udtage en vandprøve til trods for, at det havde regnet meget i dagene op til undersøgelsen. Vandmængden i brønden er kontrolleret d. 28. og 30. januar 2019.

Vandprøver er udtaget i Purge and Trap glas samt 1 l glasflaske efter 15 min forpumpning.

Vandprøverne er analyseret for total kulbrinter, BTEXN og klorerede opløsningsmidler samt – nedbrydningsprodukter ved Eurofins Miljø.

Ved siden af hver brønd, hvor der er udtaget en vandprøve, er der foretaget poreluftmålinger. For bestemmelse af poreluftens indhold af kulbrinter, BTEX og klorerede opløsningsmidler er der opsamlet 100 l luft ved et flow på 1 l/min pr. prøve. Til bestemmelse af poreluftens indhold af klorerede nedbrydningsprodukter herunder VC er der opsamlet 10 l luft ved et flow på 0,1 l/min pr. prøve. Feltskemaer fra poreluftmålingerne fremgår af bilag 9.1. Fotodokumentation fremgår af bilag 8.1.

Ved tidspunktet for udførelse af undersøgelsen d. 28.-30. januar 2019 stod grundvandet ca. 0,20 m u.t. ved brønd GR11 F002 (imellem Ådalen og åen). Det var således ikke muligt at tage en poreluftprøve, da pumpen pumpede vand i stedet for luft.

Kulrørene er analyseret for total kulbrinter, BTEX og klorerede opløsningsmidler samt – nedbrydningsprodukter ved Eurofins Miljø. Analyserapporter fremgår af bilag 12.1.

Udtagning af vand- og poreluftprøver er udført af Rambøll A/S.

3.2 Kloakundersøgelser d. 19. februar - 5. marts 2019

På baggrund af resultaterne fra undersøgelserne foretaget d. 28.-30. januar 2019, se resultater i afsnit 4.1 og bilag 2, 4 og 5, blev 6 brønde ved Fyrrestien umiddelbart nord for Grindsted Å udvalgt til yderligere undersøgelser. Placeringen af de 6 brønde fremgår af bilag 2.

D. 19. februar samt 5. marts 2019 blev der fra de 6 brønde foretaget målinger på luften i kloakbrønde, se feltskemaer i bilag 9.2 og 9.3 og fotodokumentation af bilag 8.1. For bestemmelse af luftens indhold af kulbrinter, BTEX og klorerede opløsningsmidler er der opsamlet 50 l luft ved et flow på 1 l/min pr. prøve på et kulrør. Til bestemmelse af poreluftens indhold af

klorerede nedbrydningsprodukter herunder VC er der opsamlet 10 l luft ved et flow på 0,1 l/min pr. prøve på et kulrør.

Der blev kun løftet let på kloakdækslet for at installere kulrørene til målingerne, således det så vidt muligt sikredes, at der ikke blev luftet ud i kloakken. Kulrørene var placeret ca. 50 cm nede i brønden.

To kulrør fra d. 19. februar 2019 gik i stykker under transporten til laboratoriet. Disse er derfor taget om d. 26. februar 2019. Det drejer sig om 50 l opsamling i brønd GR11F018 og 10 l opsamling i brønd GR11 F022.

Kulrørene er analyseret for total kulbrinter, BTEX og klorerede opløsningsmidler samt - nedbrydningsprodukter ved Eurofins Miljø. Analyserapporter fremgår af bilag 12.1.

I de 6 brønde blev der i perioden fra d. 19. februar – 5. marts 2019 opsat ORSA-rør, se feltskemaer i bilag 9.4. For at sikre ORSA-rørene i kloakbrøndene mod at blive fugtige/våde på grund af f.eks. nedsivende overfladevand og neddryppende kondensvand, er ORSA-rørene ophængt i afskårne plastikdunke, se nedenstående foto i Figur 3.2-1. ORSA-rørene blev ophængt ca. 70-100 cm nede i brøndene.



Figur 3.2-1: Fugtsikring af ORSA-rør

Målingsperioden for ORSA-rørene starter og slutter med lavtryk. I måleperioden passerer et højtryk i området. Vejrdata for måleperioden fremgår af bilag 7. Region Syddanmark har en målestation for vejrdata i Grindsted. Pga. tekniske problemer med enheden, har det ikke været muligt at tappe data fra vejrkivet fra d. 27. januar 2019. Derfor indeholder bilag 7 i stedet

vejrdata hentet fra DMI's vejrarkiv. Dog har DMI ikke vejrdata fra Grindsted, så vejrdata er fra Billund ca. 10 km øst for Grindsted, og er derfor behæftet med en vis usikkerhed.

ORSA-rørene er analyseret for total kulbrinter, BTEX, C9- og C10 aromater, klorerede opløsningsmidler og -nedbrydningsprodukter ved Eurofins Miljø.

Der er ligeledes udtaget vandprøver fra de 6 kloakbrønde d. 19. februar samt 5. marts 2019. Vandprøverne udtaget d. 19. februar er udtaget efter en længere periode med tørvejr, hvorimod der i dagene op til d. 5. marts var kommet omkring 10 mm regn pr. dag. Vandprøverne er analyseret for total kulbrinter, BTEXN og klorerede opløsningsmidler samt – nedbrydningsprodukter ved Eurofins Miljø. Analyserapporter fremgår af bilag 12.1.

D. 5. marts 2019 er der udover de omtalte vandprøver udtaget yderligere en vandprøve fra brøndene GR11 F002 samt GR11 F006. Disse vandprøver er analyseret for en lang række farmaceutiske stoffer ved ALS. Formålet med disse vandprøver er at identificere, hvorvidt der er vand i kloakken, som stammer fra indtrængen grundvand, der er forurenet fra Grindstedværket, idet de farmaceutiske stoffer er kendte stoffer fra det gamle Grindstedværket. Da stofferne ikke er flygtige, vil et fund af disse kunne dokumentere, at der er tale om indtrængende grundvand og ikke forurenet poreluft. Analyserapporter fremgår af bilag 12.1.

Udtagning af vand- og luftprøver er udført af Rambøll A/S.

3.3 Indeklimaundersøgelser d. 18. marts – 1. april 2019

På baggrund af resultaterne fra undersøgelserne i kloaknettet blev der udvalgt 3 boliger til indeklimaundersøgelser; Ådalen 1, Ådalen 3 og Anemonevej 1.

I hver bolig blev der d. 18. marts ophængt 4-5 ORSA-rør forskellige steder i boligerne. Placeringen af ORSA-rørene i boligerne fremgår af bilag 3. Fotodokumentation og start og sluttidspunkt for rørene fremgår af hhv. bilag 8.2, og feltskemaer fremgår af 9.8.

ORSA-rørene er efter nedtagning d. 1. april 2019 sendt til analyse for klorerede opløsningsmidler og – nedbrydningsprodukter ved Eurofins Miljø. Analyserapporter fremgår af bilag 12.2.

Der er rejst tvivl om, hvorvidt den hidtil anvendte metode til måling for VC i indeklima ved passiv opsamling på ORSA-rør giver retvisende resultater, idet der er risiko for at VC kan desorbere fra ORSA-rørene, og derved underestimeres koncentrationen. Dette er undersøgt i et nyligt udkommet projekt /6/, hvor det anbefales at anvende canisters til måling af VC i indeklima, specielt når formålet er at dokumentere, at der ikke er indhold af VC over afdampningskriteriet. Canistermålingerne bør dog ikke stå alene pga. den korte opsamlingstid, og bør udføres sammen med ORSA-rørs målinger.

Derfor er det i dette projekt valgt at supplere ORSA-rørene med canister-målinger, og særligt til måling af VC blev der opsat 2 canisters pr. bolig i perioden fra 18. – 21. marts 2019 til opsamling af op til 6 L luft i perioden. Fotodokumentation og start og sluttidspunkt fremgår af bilag 8.3, og feltskemaer fremgår af bilag 9.9.

Canisters er efter endt opsamling sendt til USA og analyseret for klorerede opløsningsmidler og – nedbrydningsprodukter ved Eurofins Air Toxics. Analyserapporter fremgår af bilag 12.2.

D. 18. marts, 21. marts samt 1. april 2019 blev der aktivt opsamlet luft på kulrør bag vandlåse på alle toiletter i de 3 boliger. For bestemmelse af luftens indhold af kulbrinter, BTEX og klorerede opløsningsmidler er der opsamlet 50 l luft ved et flow på 1 l/min pr. prøve. Til bestemmelse af poreluftens indhold af klorerede nedbrydningsprodukter herunder VC er der opsamlet 10 l luft ved et flow på 0,1 l/min pr. prøve. Prøven er udtaget ved at føre en plastikslange ned i toilettet og igennem vandlåsen. Plastikslangen fastgøres til kulrøret, som er forbundet med en Gilair-pumpe. Feltskemaer fremgår af bilag 9.5-9.7 og fotodokumentation af bilag 8.3.

Placeringen af de aktive luftprøver i boligerne fremgår af bilag 3, og feltdokumentation fremgår af bilag 8.2.

Kulrørene er analyseret ved Eurofins Miljø. I forbindelse med opstart af indeklimateundersøgelserne er grundejerne blevet adspurgt til forhold, der kan have indflydelse på indeklimateundersøgelsen. Alle grundejere informerer om, at der ikke ryges i boligerne, der er ikke malet i boligerne op til eller under undersøgelsen, hentet tøj fra renseri eller anvendt skrappe rengøringsmidler med opløsningsmidler i. Der er ved samtale med grundejere før undersøgelsen ikke fundet forhold i boligerne, der vurderes at kunne interagere med undersøgelsen.

4. RESULTATER

4.1 Kloakundersøgelser 28.-30. januar 2019

Undersøgelsens omfang er beskrevet i afsnit 3.1.

4.1.1 Vand

I Tabel 4-1 nedenfor er analyseresultaterne for TCE, PCE, cis-DCE og VC i vandprøverne oplyst.

Analyseresultater for alle analyserede parametre i vandprøverne er samlet i en tabel og vedlagt i bilag 5.1. De akkrediterede analyserapporter fremgår af bilag 12.1. Analyseresultaterne for vandprøverne fremgår af situationsplaner i bilag 2.1-2.3 samt 2.7.

Som beskrevet under afsnit 3.1 var der ved prøvetagningen ikke nok vand i brønd nr. GR11 F018 til at udtage en vandprøve. Denne brønd indgår derfor ikke i Tabel 4-1.

Tabel 4-1: Analyseresultater for klorerede opløsningsmidler og – nedbrydningsprodukter i vandprøver udtaget d. 28.-30. januar 2019.

Brønd ID	TCE	PCE	cis-DCE	VC
-	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Område omkring Fyrrestien ned mod Grindsted Å				
GR11 F030	0,76	22	0,35	0,035
GR11 F006	8,2	48	15	1,9
GR11 F002	7	36	16	1,9
GR11 F022	< 0,02	0,12	< 0,02	< 0,02
GR11 F008	0,63	4,9	0,13	0,12
GR11 F010	0,021	0,25	< 0,02	< 0,02
GR13 F026	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Område ved Vestre Boulevard				
GR14 F002	0,13	0,87	1,1	0,022
GR14 F042	0,26	1,9	2,1	0,043
GR14 F050	0,12	0,84	0,95	0,022
GR14 F024	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
GR14 F026	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Vestermærksvej – syd for Vestre Skole				
GR11 F138	0,022	0,26	< 0,02	< 0,02
Kontrolbrønd ved rundkørsel				
GR02 F148	< 0,02	0,029	< 0,02	< 0,02
Grundvands kvalitets-kriterie /3/	1	1	1	0,2

Analyseresultaterne viser særligt indhold af TCE, PCE, cis-DCE og VC i vandet i området omkring Fyrrestien umiddelbart nord for Grindsted Å. Da vandprøverne er udtaget i kloakvand, er grundvandskvalitetskriterierne ikke gældende, men er medtaget i Tabel 4-1 som indikator, idet der er mistanke om, at det er indtrængende grundvand til kloakledningerne, der kan være skyld i

forureningen. Indholdet af PCE overskrider til sammenligning grundvandskvalitetskriteriet med op til 48 gange. Indholdet af VC i GR11 F002 og GR11 F006, som er placeret ved Fyrrestien nærmest Grindsted Å, overskrider grundvandskvalitetskriteriet 10 gange.

Resultaterne for vandprøverne udtaget i kloakbrøndene i området omkring Vestre Boulevard viser overskridelser af grundvandskvalitetskriterierne for PCE og cis-DCE på op til 2 gange. Der er ikke påvist indhold over grundvandskvalitetskriterierne for nogle af de analyserede parametre i vandprøverne udtaget i de øvrige områder.

Der er ikke overskridelser for prøven udtaget i kontrolbrønden, GR02 F148, der vurderes at være placeret udenfor forureningsfanen.

I dagene op til undersøgelsen samt d. 28. januar 2019 falder der en del regn, omkring 20 mm i alt på 3 dage. Det er derfor sandsynligt, at det indtrukne grundvand er blevet fortyndet med regnvand i kloakken, således de påviste koncentrationer kunne være endnu højere ved tørre vejforhold. Udskrifter fra DMI med vejrdato fremgår af bilag 7.

4.1.2 Poreluft

I Tabel 4-2 nedenfor er analyseresultaterne for TCE, PCE, cis-DCE og VC sammenfattet. Koncentrationer over Miljøstyrelsens afdampningskriterier /3/ er i tabellerne fremhævet med rød baggrund.

Analyseresultater for alle de analyserede parametre i poreluftprøver er samlet i en tabel og vedlagt i bilag 4. De akkrediterede analyserapporter fremgår af bilag 12.1.

Analyseresultaterne for poreluftprøverne fremgår af situationsplaner i bilag 2.4-2.7.

Som beskrevet under afsnittet 3.1 stod grundvandet for højt ved brønd nr. GR11 F002 til at udtage en poreluftprøve. Denne brønd indgår derfor ikke i nedenstående tabel.

Tabel 4-2: Analyseresultater for klorerede opløsningsmidler og – nedbrydningsprodukter i poreluftprøver udtaget d. 28.-30. januar 2019. Koncentrationer over afdampningskriteriet er markeret med rød baggrund.

Brønd ID	TCE	PCE	cis-DCE	VC
-	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Område omkring Fyrrestien imod Grindsted Å				
GR11 F030	3,8	1100	< 0,4	< 0,4
GR11 F006	24	1800	3,4	< 0,4
GR11 F022	0,96	7,7	< 0,4	< 0,4
GR11 F008	7,7	70	2,2	< 0,4
GR11 F010	8,4	36	0,84	< 0,4
GR13 F026	< 0,1	2,5	< 0,4	< 0,4
GR11 F018	13	110	3,8	< 0,4
Område ved Vestre Boulevard				
GR14 F002	< 0,1	3,8	< 0,4	< 0,4
GR14 F042	< 0,1	9,5	< 0,4	< 0,4

GR14 F050	< 0,1	< 0,1	< 0,4	< 0,4
GR14 F024	< 0,1	87	< 0,4	< 0,4
GR14 F026	0,15	35	< 0,4	< 0,4
Vestermarksvej – syd for Vestre Skole				
GR11 F138	0,19	6,4	< 0,4	< 0,4
Kontrolbrønd ved rundkørsel				
GR02 F148	< 0,1	0,15	< 0,4	< 0,4
Udereference				
UDEREF	< 0,1	0,12	< 0,4	< 0,4
Afdampnings-kriterie /3/	1	6	400	0,04

Særligt i området omkring Fyrrestien ses en overskridelse af afdampningskriteriet for PCE på op til 300 gange. Her er der også en overskridelse for TCE på op til 24 gange.

Overskridelserne for PCE i området omkring Vestre Boulevard og ved Vestre Skole er op til 15 gange afdampningskriteriet.

Det er for poreluftprøverne ikke muligt at vurdere på eventuelle overskridelser af afdampningskriteriet for VC, idet detektionsgrænsen er 10 gange større end afdampningskriteriet. Dog er der ikke for nogen af analyserne påvist indhold over detektionsgrænsen.

Der er ikke overskridelser for prøven udtaget ved kontrolbrønden, GR02 F148, der vurderes at være placeret udenfor forureningsfanen.

Poreluftmålingerne er foretaget efter en periode med faldende tryk, og i perioden for målingerne er trykket igen svagt stigende, se bilag 7. Forholdene vurderes at være gunstige for undersøgelsen.

Resultaterne viser, at der er en forurening med cis-DCE og VC i vandprøverne ved Fyrrestien, som kan stamme fra Grindstedværket. I de samme brønde er der dog også en forurening med PCE og TCE, så der må være tale om, at forureningen kommer flere steder fra. Det blev forsøgt at beregne en luftkoncentration i kloakken på basis af de målte vandkoncentrationer (fugacitetsberegninger, se bilag 10), men da VC er meget flygtig og har et meget lavt afdampningskriterie giver selv indsættelsen af detektionsgrænsen på 0,02 µg/l for vandprøven en klar overskridelse af afdampningskriteriet (beregnet konc. i luft 10 µg/m³) selv ved brug af Henrys Lov konstant ved 8°C. Denne metode kan således ikke anvendes til at frikende områder for risiko.

4.1.3 Delkonklusion og anbefalinger til næste fase

Resultaterne af den første runde af undersøgelserne blev diskuteret på et arbejdsmøde mellem Billund Kommune, Billund Vand & Energi og Rambøll d. 8/2-19. Det blev her valgt at gå videre med en mere detaljeret undersøgelse omkring Fyrrestien, da det er her, at de højeste vandkoncentrationer er påvist. Der er også påvist cis-DCE og VC over detektionsgrænsen i vandprøver ved Vestre Boulevard - se bilag 2.1-2.2, men for VC ca. en faktor 100 lavere. VC forventes at være det mest kritiske stof baseret på dets flygtighed, koncentrationer påvist og det

lave afdampningskriterium. Fugacitetsberegningerne viser ligeledes, at de påviste koncentrationer i vandfasen teoretisk kan give anledning til meget højere koncentrationer i luftfasen, så det kan ikke udelukkes, at de påviste koncentrationer af PCE og TCE i poreluften kan skyldes afdampning fra forureningen i kloakvandet med PCE og TCE. I poreluften er der påvist lave koncentrationer af cis-DCE og ingen VC over detektionsgrænsen, så det anses ikke som sandsynligt, at der kan være tale om, at det er poreluft forurenet med cis-DCE og VC, som trænger ind i kloakken og forurener vandet.

4.2 Kloakundersøgelser 19. februar - 5. marts 2019

På baggrund af resultaterne fra undersøgelsen d. 28.-30. januar 2019 blev 6 brønde i området omkring Fyrrestien udvalgt til yderligere undersøgelse; GR11 F002, GR11 F006, GR11 F008, GR11 F010, GR11 F018 og GR11 F022. Undersøgelsens omfang er beskrevet i afsnit 3.2 og inkluderer både vand- og luftprøver fra de udvalgte brønde.

4.2.1 Vand

I Tabel 4-3 nedenfor er analyseresultaterne for TCE, PCE, cis-DCE og VC i vandprøverne fra d. 19. februar og 5. marts 2019 oplistet.

Analyseresultater for alle analyserede parametre i vandprøverne er samlet i en tabel og vedlagt i bilag 5.1. De akkrediterede analyserapporter fremgår af bilag 12.1. Analyseresultaterne for vandprøverne fremgår af situationsplaner i bilag 2.7.

Tabel 4-3: Analyseresultater for klorerede opløsningsmidler og – nedbrydningsprodukter i vandprøver.

Brønd ID	Dato	TCE	PCE	cis-DCE	VC
-	-	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
GR11 F002	19.02.2019	6,6	24	18	1,7
	05.03.2019	4,9	19	11	1,1
GR11 F006	19.02.2019	13	43	23	1,7
	05.03.2019	12	42	19	1,7
GR11 F008	19.02.2019	9,2	19	11	0,81
	05.03.2019	8,3	18	12	0,81
GR11 F010	19.02.2019	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	05.03.2019	< 0,02	0,11	< 0,02	< 0,02
GR11 F018	19.02.2019	0,26	0,82	1	0,022
	05.03.2019	0,28	1,4	0,48	< 0,02
GR11 F022	19.02.2019	0,039	0,058	0,097	< 0,02
	05.03.2019	< 0,02	0,074	< 0,02	< 0,02
Grundvands kvalitets-kriterie /3/		1	1	1	0,2

Analyserne af vandprøverne viser fortsat et højt indhold af både klorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter. Som reference overskrider indholdet af PCE i GR11 F006 d. 19. februar 2019 grundvandskvalitetskriteriet 43 gange, og kriteriet for VC overskrides knap 9 gange. Det er særligt de tre brønde placeret i Fyrrestien tættest på åen, hvor der tydeligt er indhold af klorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter i kloakvandet.

Koncentrationerne for de enkelte parametre i de to vandprøver udtaget fra den samme brønd med 14 dages mellemrum varierer ikke meget – heller ikke når de sammenlignes med koncentrationerne målt i slutningen af januar. Vandprøverne d. 19. februar 2019 er udtaget efter en uge med tørvejr, dog falder der 2 mm regn på dagen for prøvetagningen. D. 5. marts 2019 falder der ca. 10 mm regn fra midnat til kl. 18.00. Koncentrationerne i vandprøverne viser ikke særlige tegn på en fortynding, og det kan være et udtryk for, at der er en stor mængde grundvand, der trænger ind i kloakken. Resultaterne fra vandprøverne viser, at der strømmer forurenet grundvand ind i kloaksystemet omkring GR11 F008, GR11 F006 og GR11 F002 på Fyrrestien.

D. 5. marts 2018 blev der udover ovenstående vandprøver udtaget yderligere en vandprøve fra brøndene GR11 F002 og GR11 F006 til analyse for 42 forskellige farmaceutiske stoffer, som er kendte forekomster i grundvandsforureningen fra Grindstedværket. En tabel over analyseresultaterne fremgår af bilag 5.2, og de akkrediterede analyserapporter fremgår af bilag 12.1. Der er i de to vandprøver påvist indhold af mange af de analyserede parametre, hvilket indikerer, at der er forurenet grundvand fra Grindstedværket i kloakken. Hvis vandprøverne sammenlignes med vandprøver udtaget af Orbicon i en pejleboring og et dræn på det gamle renseanlæg /7/, som der er vished for er placeret i forureningsfanen fra Grindstedværket, ses, at det er ca. de samme stoffer, som der er påvist og forholdet mellem stoffer stemmer også nogenlunde overens – dog er koncentrationerne i vandprøverne fra kloakken lavere end i dræn og pejleboring.

4.2.2 Luftpørvør fra kloakbrønde

I Tabel 4-4 nedenfor er analyseresultaterne for TCE, PCE, cis-DCE og VC sammenfattet. Koncentrationer over Miljøstyrelsens afdampningskriterier /3/ er i tabellerne fremhævet med rød baggrund.

To kulrør fra d. 19. februar 2019 gik i stykker under transporten til laboratoriet. Disse er derfor taget om d. 26. februar 2019. Det drejer sig om 50 l opsamling i brønd GR11 F018 og 10 l opsamling i brønd GR11 F022.

Tabel 4-4: Analyseresultater for klorerede opløsningsmidler og – nedbrydningsprodukter i luftprøver. Koncentrationer over afdampningskriteriet er markeret med rød baggrund. Kulrør er korttidsmålinger og ORSA-rør er målinger over 14 dage.

Brønd ID	Dato	Opsamlings-medie	TCE	PCE	cis-DCE	VC
-	-	-	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
GR11 F002	19.02.2019	Kulrør	4,8	18	6,9	0,84
	05.03.2019	Kulrør	1	3,8	3,2	< 0,4
	19.02-05.03 2019	ORSA-rør	(0,29)	(0,83)	(1,4)	(< 0,2)
GR11 F006	19.02.2019	Kulrør	4,8	18	10	0,96
	05.03.2019	Kulrør	9,4	40	36	3,3
	19.02-05.03 2019	ORSA-rør	750	3800	1100	14
GR11 F008	19.02.2019	Kulrør	11	26	16	1,4
	05.03.2019	Kulrør	1	2,6	16	1,3
	19.02-05.03 2019	ORSA-rør	73	230	94	7,8
GR11 F010	19.02.2019	Kulrør	6,6	0,28	4,7	0,71
	05.03.2019	Kulrør	< 0,2	0,24	< 0,4	< 0,4
	19.02-05.03 2019	ORSA-rør	84	0,14	80	2,1
GR11 F018	19.02.2019	Kulrør	*	*	120	15
	26.02.2019	Kulrør	400	2000	-	-
	05.03.2019	Kulrør	28	120	68	7,2
	19.02-05.03 2019	ORSA-rør	12	47	27	4,4
GR11 F022	19.02.2019	Kulrør	15	44	*	*
	26.02.2019	Kulrør	-	-	1	2,4
	05.03.2019	Kulrør	16	50	10	0,76
	19.02-05.03 2019	ORSA-rør	83	600	65	2,3
UDEREF	19.02.2019	Kulrør	< 0,1	< 0,1	< 0,4	< 0,4
	05.03.2019	Kulrør	< 0,2	< 0,2	< 0,4	< 0,4
	19.02-05.03 2019	ORSA-rør	< 0,08	< 0,08	0,041	< 0,02
Afdampnings-kriterie /3/			1	6	400	0,04

- : ikke analyseret

* : ødelagt kulrør

(x) : værdi anses ikke som pålidelig grundet vådt ORSA-rør ved nedtagning

ORSA-rørene i brøndene har hængt i perioden fra den 19. februar – 5. marts 2019, hvor der både har været høj- og lavtryk, hvilket er forventeligt over en 14 dages periode.

Som det fremgår af Tabel 4-4 er der markante overskridelser af afdampningskriterierne i luftprøverne udtaget i brøndene. Særligt i ORSA-røret fra brønd GR11F006 er der en overskridelse af afdampningskriteriet på 750 for TCE, 633 gange for PCE, 350 gange for VC og som den eneste prøve er der påvist en overskridelse af cis-DCE umiddelbart over afdampningskriteriet.

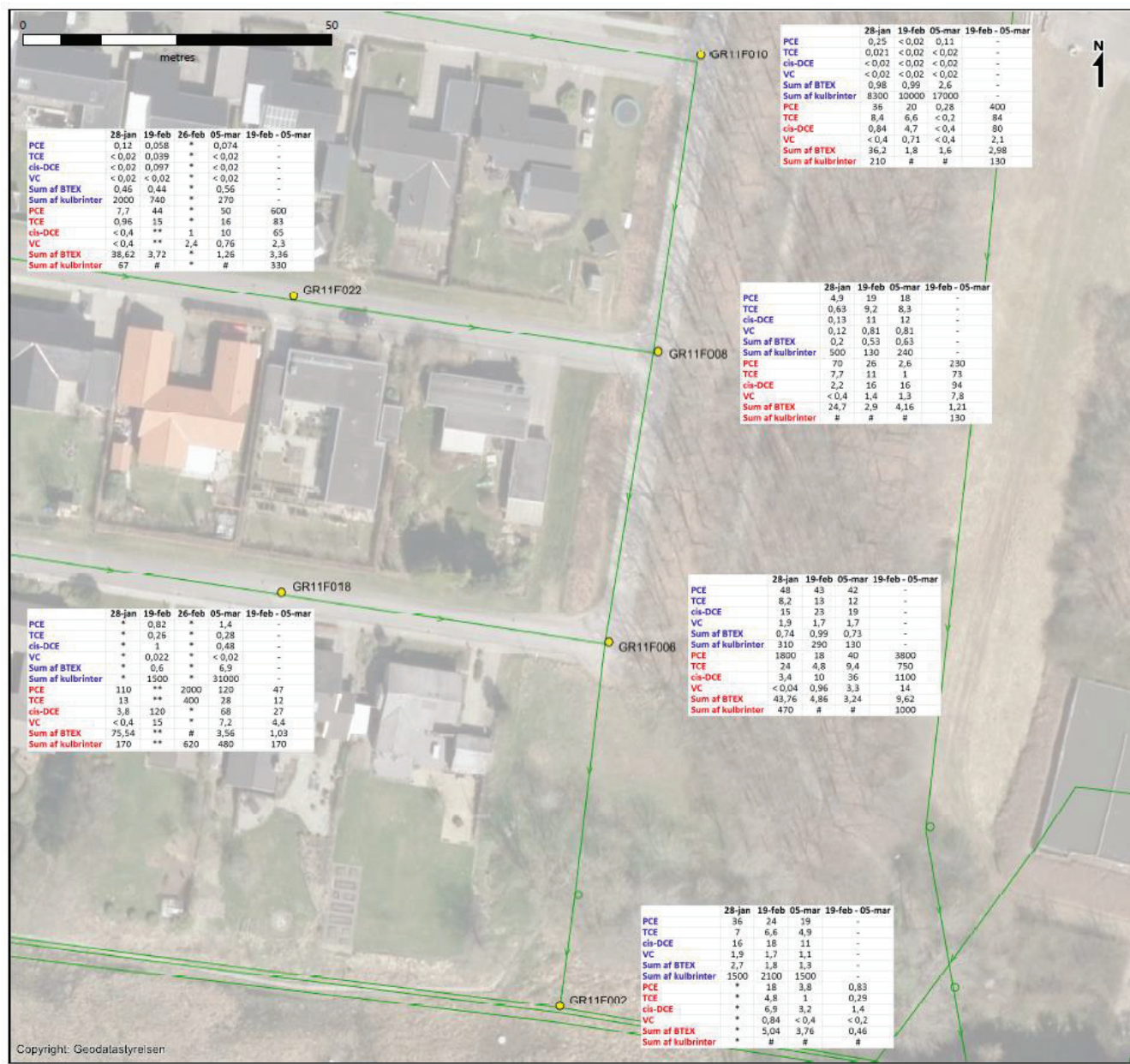
Generelt med undtagelse af GR11 F018 ses, at de største koncentrationer er fundet i ORSA-rørene, der har hængt i 14 dage til passiv opsamling. Koncentrationen på ORSA-rørene er en gennemsnitskoncentration for opsamlingsperioden. Ved nedtagning af ORSA-røret i GR11 F002 (helt nede ved Grindsted Å) var brønden oversvømmet, og ORSA-røret er derfor helt vådt. Resultaterne for dette ORSA-rør anses derfor ikke for pålidelige.

Det er særligt påfaldende, at koncentrationerne for TCE og PCE målt i 50 l kulrøret fra GR11 F018, som blev taget om d. 26. februar 2019 grundet brud på røret fra d. 19. februar 2019, er ca. 15 gange større end værdierne målt på kulrøret fra d. 5. marts 2019. Dette kan muligvis skyldes, at der d. 19. februar og 5. marts var mere vind og større vindstød, som kan have ventileret kloakken. Derimod var der d. 26. marts og i dagene op til forholdsvis vindstilles uden større vindstød, hvorfor afdampningen fra det forurenede grundvand i kloakken har kunnet foregå i stille forhold med ophobning af koncentrationerne. De højere koncentrationer målt på ORSA-rørene anses derfor generelt at være mere repræsentative for gennemsnitsforholdene i forhold til punktmålingerne udført ved ophængning og nedtagning af ORSA-rørene. Der har været 4 dage med vindstille vejr i opsamlingsperioden og med konstante koncentrationer i kloakvandet kan der derfor forventes høje koncentrationer i kloakluften i disse perioder, som f.eks. målingen d. 26. marts.

Generelt viser resultaterne høje indhold af forurening i luften i brøndene, og det kan konkluderes, at forureningsindholdet i luften varierer meget mere over kort tid sammenlignet med forureningsindholdet i vandprøverne de samme steder, hvilket også var forventet. Samtidig ses det, at luftforureningen i kloakken spreder sig længere ud sammenlignet med forureningen i vandet, idet der ses forurening i luften i alle de målte punkter. Dette skyldes, at luftforureningen også transporteres mod kloakvandets strømningsretning.

4.2.3 Sammenligning mellem luft- og vandkoncentrationer

På Figur 4.2-1 er vist alle de målte koncentrationer i vandprøver (med blå) og luftprøver (med rødt), se også bilag 2.7. Figuren viser de sammenlignelige koncentrationer i vandprøver ved de forskellige prøvetagningsrunder og de meget store variationer i målinger på forureningsniveau i luftprøverne fra brøndene, samt at forureningen i luften forekommer i hele det målte område.

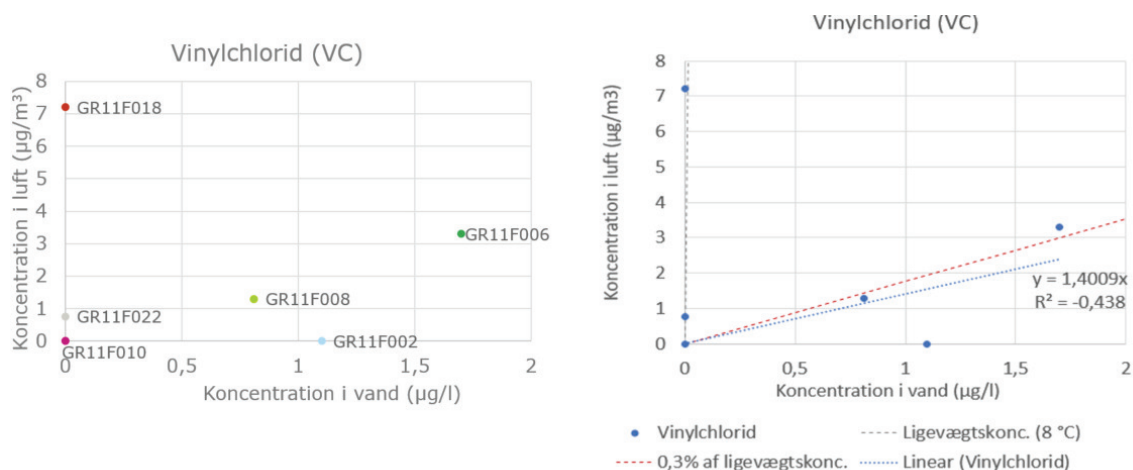


Figur 4.2-1: Koncentrationer i vandprøver fra brøndene i µg/l (blå) og luftprøver i µg/m³ (rød). Luftprøver fra d. 28/1 repræsenterer poreluftprøver udtaget ved siden af brønden. Luftprøver fra perioden 19-feb - 05-mar repræsenterer prøver udtaget med ORSA i brønden. # = ikke påvist, * = ikke analyseret, ** = ikke analyseret grundet ødelagt rør. Se bilag 2.7.

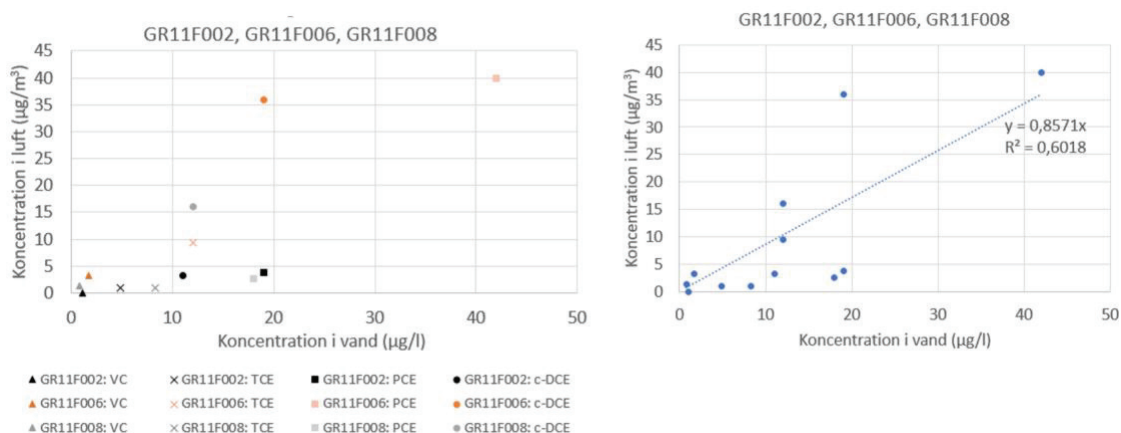
For at vurdere, om der er en sammenhæng mellem de målte koncentrationer i luft- og vandprøver fra brøndene, er der foretaget en sammenligning på basis af resultaterne fra d. 5/3. Formålet med denne sammenligning er at vurdere om der på basis af de målte vandkoncentrationer i kloaksystemet i andre områder i Grindsted kan estimeres en potentiel

forurening i luften i kloaksystemet, da det er den forurenede luft i kloakken, som potentielt kan trænge ind og påvirke indeklimaet i boliger.

Resultaterne for VC er afbilledet mod hinanden i Figur 4.2-2. Der er lavet lignende figurer for de andre stoffer – se bilag 11. Figuren viser, at der ikke er nogen sammenhæng mellem koncentrationerne i luft og vandprøver. Generelt er koncentrationerne i luften meget lavere end forventet ud fra JAGG-beregningerne (forudsat ligevægt), hvilket dokumenterer, at forureningen i kloakvandet stammer fra indtrængende grundvand. Der er muligvis en tendens til en sammenhæng for de tre forureningspåvirkede punkter GR11F008, GR11F006 og GR11F002. I Figur 4.2-3 er sammenhængen vist for alle stofferne for disse tre punkter, og her ses heller ikke nogen klar tendens. JAGG-ligevægtskurven er ikke vist på denne figur, da der er flere forskellige stoffer medtaget. Vær opmærksom på de forskellige enheder på akserne.

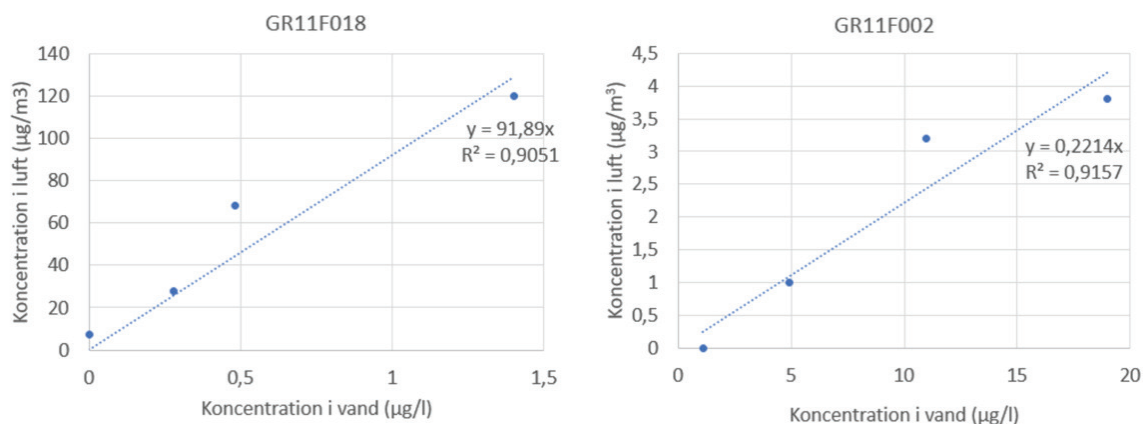


Figur 4.2-2: Mulig sammenhæng mellem luft- og vandkoncentrationer for VC for alle punkter prøvetaget d. 5/3-19. De stiplede linjer på figuren til højre er beregnede ligevægtskoncentrationer ud fra JAGG (sort), 0,3% af JAGG-ligevægtskoncentrationer (rød) og den lineære sammenhæng (blå).



Figur 4.2-3: Mulig sammenhæng mellem luft- og vandkoncentrationer for alle stoffer for punkterne GR11F008, GR11F006 og GR11F002 prøvetaget d. 5/3-19. Den stiplede linje på figuren til højre viser den lineære sammenhæng.

Hvis man går helt ned og ser på enkelte brønde – se Figur 4.2-4, fremgår det, at der er en nogenlunde sammenhæng mellem koncentrationerne i luft- og vandprøver, men der er meget stor forskel på hældningen af den lineære sammenhæng, og dermed på hvor stor niveauforskel der er på koncentrationerne i luft – og vandprøver ved GR11F018, som er placeret for enden af kloakstrengen ved Ådalen, og ved GR11F002 som er en af de forureningspåvirkede brønde placeret sydligst på Fyrrestien.



Figur 4.2-4: Mulig sammenhæng mellem luft- og vandkoncentrationer for alle stoffer for punkterne GR11F018 og GR11F002 prøvetaget d. 5/3-19. Den stiplede linje på figurene viser den lineære sammenhæng.

4.2.4 Delkonklusion og anbefaling til næste fase

Resultaterne fra de udførte undersøgelser blev fremlagt og diskuteret på et møde mellem Billund Kommune, Billund Vand & Energi, Region Syddanmark og Rambøll d. 21/2-19. På mødet viste Billund Vand & Energi videoer fra TV-inspektion af kloakkerne i området ved Fyrrestien, Ådalen og Anemonevej, som med stor tydelighed viste, at der løber grundvand ind i kloakken på Fyrrestien på strækningen mellem GR11F008 og GR11F002. Dette stemmer overens med de

målte koncentrationer i både vand- og luftprøver fra brøndene i området. På mødet blev det aftalt, at Billund Vand & Energi skulle igangsætte en strømpeforing af kloaknettet på Fyrrestien, Anemonevej og Ådalen.

På basis af målinger af forureningskoncentrationer, TV-inspektion og flowmålinger samt kloakkernes placering i forhold til grundvandsspejlet og forureningsfanen, er der identificeret 4 boliger ved Ådalen og Anemonevej, hvor undersøgelsen skulle fortsætte med måling af forureningsniveau i indeklimaet: Ådalen 1 og 3 og Anemonevej 1 og 3. Efterfølgende viste det sig, at ejeren af Anemonevej 3 ville være bortrejst i hele måleperioden, og derfor blev denne bolig udtaget af målerunden efterfølgende.

4.3 Indeklimaundersøgelser d. 18. marts – 1. april 2019

Følgende tre boliger blev på baggrund af resultaterne fra undersøgelserne i kloakken udvalgt til indeklimateundersøgelser; Ådalen 1, Ådalen 3 og Anemonevej 1.

4.3.1 Ådalen 1

Tabel 4-5 viser analyseresultater for TCE, PCE, cis-DCE og VC ved luftmålinger foretaget på adressen Ådalen 1. For øvrige analyseparametre henvises til en samlet tabel over resultaterne i bilag 6.1 og analyserapporterne i bilag 12.2. Placering af målepunkter i boligen er markeret på en situationsplan sammen med udvalgte resultater i bilag 3.1. Placering af kloak, brønde og stikledninger ses i bilag 13. Hovedkloakken på Fyrrestien ligger under grundvandsspejlet i hvert fald til nord for Anemonevej, men kloakledningerne på Anemonevej og Ådalen vil have fald ud mod Fyrrestien, og derfor er det usikkert hvor langt ind på disse veje, kloakledningen ligger under grundvandsspejlet, og ligeledes om stikledningerne ind til husene ligger under grundvandsspejlet.

Overskridelser af Miljøstyrelsens afdampningskriterier er markeret med rødt i tabellen. Det skal bemærkes, at det kun er målinger på ORSA-rør og canisters, der er udført i indeklimaet i boligen. Målinger bag vandlås er et udtryk for luften i kloakrøret, som toilettet er tilsluttet. Derfor er det kun overskridelser af afdampningskriterier målt på ORSA-rør og i canisters, der i Tabel 4-5 er markeret med rød baggrund.

Tabel 4-5: Analyseresultater for klorerede opløsningsmidler og – nedbrydningsprodukter ved Ådalen 1. Koncentrationer over afdampningskriteriet er markeret med rød baggrund for ORSA-rør og canisters.

Placering	ID	Dato	Opsamlings -medie	TCE	PCE	cis-DCE	VC
-	-	-	-	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Toilet stueetage	P4	18.03.2019	Kulrør/bag vandlås	4	42	0,96	<0,4
		21.03.2019	Kulrør/bag vandlås	320	1400	270	190
		01.04.2019	Kulrør/bag vandlås	56	600	28	48
	I6	18.03-1.04 2019	ORSA-rør	0,56	4,5	0,18	0,025
Toilet kælder	P5	18.03.2019	Kulrør/bag vandlås	3,6	30	0,99	<0,4
		21.03.2019	Kulrør/bag vandlås	220	980	300	110
		01.04.2019	Kulrør/bag vandlås	300	2200	590	560
	I7	18.03-1.04 2019	ORSA-rør	0,92	7,1	0,25	<0,02

	C3	18.03-21.03 2019	Canister	1,4	11	i.p	i.p
Køkken	I8	18.03-1.04 2019	ORSA-rør	0,61	5,4	0,15	<0,02
Stue	I9	18.03-1.04 2019	ORSA-rør	0,56	4,8	0,18	<0,02
	C4	18.03-20.03 2019	Canister	i.p	5,9	i.p	i.p
Udenfor huset	UDEREF	18.03.2019	Kulrør/bag vandlås	<0,2	<0,2	<0,4	<0,4
		21.03.2019	Kulrør/bag vandlås	<0,2	<0,2	<0,4	<0,4
		01.04.2019	Kulrør/bag vandlås	<0,2	0,22	<0,4	<0,4
		18.03-1.04 2019	ORSA-rør	<0,05	<0,05	<0,02	<0,01
Afdampnings-kriterie /3/				1	6	400	0,04

i.p: ikke påvist

Analyserapporter fremgår af bilag 12.2. Bag vandlåsene er der påvist et højt og meget varierende indhold af alle stofferne. Afdampningskriterierne overskrides med op til hhv. 320 (TCE), 367 (PCE) og 14.000 (VC) gange. Der er kun en enkelt overskridelse af cis-DCE på 1,5 gange afdampningskriteriet. Generelt ses de laveste koncentrationer bag vandlåsene d. 18. marts 2019. Den dag og i dagene op til har det blæst en del, og kloakken er formentligt blevet godt ventileret i de dage. Derimod var der d. 21. marts og 1. april forholdsvis vindstille, hvilket kan have medført en ophobning af de afdampede stoffer i kloakken, hvilket kommer til udtryk i analyseresultaterne. Det er også forskelle mellem målingerne bag vandlåsene på de to toiletter d. 21. marts eller 1. april, hvilket ikke kan forklares nærmere. Det er et tydeligt udtryk for, at det er svært at forudsige bevægelser af en luftforurening i kloakken.

I indeklimate på toilettet i kælderen er der påvist overskridelser af PCE på op til knap 2 gange afdampningskriteriet samt en overskridelse for TCE i canisteren på 1,4 gange afdampningskriteriet. Der er ikke påvist indhold af VC over detektionsgrænsen.

I perioden for indeklimateundersøgelserne har der været højtryk over en 14 dages periode. Idet kilden til evt. afdampning til indeklimate i dette tilfælde er kloakken, vurderes det ikke, at højtrykket har haft stor betydning. Som tidligere nævnt har regionen undersøgt potentiel påvirkning af indeklimate fra afdampning af grundvandsforureningen /4/.

Udover ovenstående er der påvist overskridelser af afdampningskriteriet for 1,2-dichlorethan (DCA) på op til 9 gange, se bilag 6.1. DCA er ofte forekommende ved indeklimateundersøgelser og skyldes sjældent afdampninger fra jord- og/eller grundvandsforureninger, men derimod afdampninger fra genstande inde i huset. Det fremgår af analyseresultaterne, at koncentrationen for DCA målt i indeklimate ved ORSA-rør i toilettet i stueetagen er 0,63 µg/m³, hvilket er omkring 3,5 gange lavere end koncentrationerne målt bag vandlåsen i samme rum d. 21. marts (2,2 µg/m³). Til sammenligning er forskellen for PCE målt samme steder og samme tidspunkter 311 gange, hvilket indikerer, at det er usandsynligt, at den påviste DCA i indeklimate stammer fra kloakken.

Der er generelt en meget stor reduktion af forureningsniveauerne, når man sammenligner koncentrationerne i kloakken bag vandlåsene og i indeklimate. Der må formodes at være tale om et tæt kloaksystem, og vandlåsene der virker helt efter hensigten. Såfremt en vandlås tørrer ud,

må der forventes en stor risiko for uacceptabel afdampning til indeklimaet via kloakken pga. de meget høje koncentrationer af specielt VC bag vandlåsene.

4.3.2 Ådalen 3

Tabel 4-6 viser analyseresultater for TCE, PCE, cis-DCE og VC ved luftmålinger foretaget på adressen Ådalen 3. For øvrige analyseparametre henvises til en samlet tabel over resultaterne i bilag 6.2 og analyserapporterne i bilag 12.2. Placering af målepunkter i boligen er markeret på en situationsplan sammen med udvalgte resultater i bilag 3.2. Placering af kloak, brønde og stikledninger ses i bilag 13. På Ådalen 3 har de en pumpebrønd og en trykledning fra toilettet i kælderen.

Tabel 4-6: Analyseresultater for klorerede opløsningsmidler og – nedbrydningsprodukter ved Ådalen 3.

Placering	ID	Dato	Opsamlings- medie	TCE	PCE	cis-DCE	VC
-	-	-	-	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Toilet kælder	P1	18.03.2019	Kulrør/bag vandlås	<0,2	0,3	<0,4	6
		21.03.2019	Kulrør/bag vandlås	<0,2	2,8	<0,4	3,8
		01.04.2019	Kulrør/bag vandlås	<0,2	2,4	<0,4	5,2
	I6	18.03-1.04 2019	ORSA-rør	<0,08	<0,08	<0,03	<0,02
	C1	18.03- 21.03 2019	Canister	i.p	i.p	i.p	i.p
Gæstetoilet stueetage	P2	18.03.2019	Kulrør/bag vandlås	70	820	4,7	11
		21.03.2019	Kulrør/bag vandlås	190	1300	68	100
		01.04.2019	Kulrør/bag vandlås	4,6	280	<0,4	1,2
	I2	18.03-1.04 2019	ORSA-rør	<0,08	0,13	<0,03	<0,02
Badeværelse stueetage	P3	18.03.2019	Kulrør/bag vandlås	36	620	2	10
		21.03.2019	Kulrør/bag vandlås	340	2200	140	230
		01.04.2019	Kulrør/bag vandlås	17	420	4,6	14
	I3	18.03-1.04 2019	ORSA-rør	<0,08	0,16	<0,03	<0,02
Køkken	I4	18.03-1.04 2019	ORSA-rør	<0,08	0,17	<0,03	<0,02
	C2	18.03- 21.03 2019	Canister	i.p	i.p	i.p	i.p
Stue	I5	18.03-1.04 2019	ORSA-rør	<0,08	0,12	<0,03	<0,02
Udenfor huset	UDEREF	18.03.2019	Kulrør/bag vandlås	<0,2	<0,2	<0,4	<0,4
		21.03.2019	Kulrør/bag vandlås	<0,2	<0,2	<0,4	<0,4
		01.04.2019	Kulrør/bag vandlås	<0,2	0,22	<0,4	<0,4
		18.03-1.04 2019	ORSA-rør	<0,05	<0,05	<0,02	<0,01
Afdampnings- kriterie/3/				1	6	400	0,04

i.p: ikke påvist

Ligesom for Ådalen 1 er der bag vandlåsene påvist et højt indhold af TCE, PCE og VC, men kun for stueetagen. I kælderen ses ikke væsentlig forurening bag vandlåsen. Dette formodes at pumpebrønden, som er installeret her, er årsag til denne forskel. Afdampningskriterierne overskrides med op til hhv. 340, 367 og 5.750 gange. Der er ingen overskridelser af afdampningskriteriet for cis-DCE.

Der er ikke påvist overskridelser af TCE, PCE, cis-DCE og VC i indeklimateet ved Ådalen 3. Der er flere steder påvist overskridelser af afdampningskriterierne for benzen og DCA i indeklimateet i boligen, se bilag 6.2. Idet koncentrationerne for benzen og DCA generelt er højere i indeklimateet end målt bag vandlåsene vurderes det, at de påviste koncentrationer af benzen og DCA ikke stammer fra afdampninger fra kloakken.

Da der findes høje koncentrationer af forurening bag vandlåsene, kan det ikke afvises, at der kan opstå en risiko for uacceptabel afdampning til indeklimateet såfremt en vandlås tørrer ud, eller der opstår en utæthed i kloaksystemet på ejendommen.

4.3.3 Anemonevej 1

Tabel 4-7 viser analyseresultater for TCE, PCE, cis-DCE og VC ved luftmålinger foretaget på adressen Anemonevej 1. For øvrige analyseparametre henvises til en samlet tabel over resultaterne i bilag 6.3 og analyserapporterne i bilag 12.2. Placering af målepunkter i boligen er markeret på en situationsplan sammen med udvalgte resultater i bilag 3.3. Placering af kloak, brønde og stikledninger ses i bilag 13.

Tabel 4-7: Analyseresultater for klorerede opløsningsmidler og – nedbrydningsprodukter ved Anemonevej 1.

Placering	ID	Dato	Opsamlings-medie	TCE	PCE	cis-DCE	VC
-	-	-	-	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Toilet kælder	P 6	18.03.2019	Kulrør/bag vandlås	15	220	0,99	2,6
		21.03.2019	Kulrør/bag vandlås	56	380	15	16
		01.04.2019	Kulrør/bag vandlås	12	320	0,42	1,7
	I10	18.03-1.04 2019	ORSA-rør	<0,08	2,3	<0,03	<0,02
	C5	18.03-21.03 2019	Canister	i.p	2,3	i.p	i.p
Toilet stueetage	P 7	18.03.2019	Kulrør/bag vandlås	12	190	0,73	2,3
		21.03.2019	Kulrør/bag vandlås	54	380	13	21
		01.04.2019	Kulrør/bag vandlås	13	320	<0,4	1,7
	I11	18.03-1.04 2019	ORSA-rør	<0,08	1,8	<0,03	<0,02
Køkken	I12	18.03-1.04 2019	ORSA-rør	<0,08	2,4	<0,03	<0,02
Soveværelse	I13	18.03-1.04 2019	ORSA-rør	<0,08	1,9	<0,03	<0,02
Stue	C6	18.03-21.03 2019	Canister	i.p	2,6	i.p	i.p
Udenfor huset	UDEREF	18.03.2019	Kulrør/bag vandlås	<0,2	<0,2	<0,4	<0,4
		21.03.2019	Kulrør/bag vandlås	<0,2	<0,2	<0,4	<0,4
		01.04.2019	Kulrør/bag vandlås	<0,2	0,22	<0,4	<0,4
		18.03-1.04 2019	ORSA-rør	<0,05	<0,05	<0,02	<0,01
Afdampnings-kriterie /3/				1	6	400	0,04

i.p: ikke påvist

Der er bag vandlåsene påvist et højt indhold af TCE, PCE og VC. Afdampningskriterierne overskrides med op til hhv. 56, 63 og 525 gange. Der er ingen overskridelser af afdampningskriteriet for cis-DCE.

Der er ikke påvist overskridelser af TCE, PCE, cis-DCE og VC i indeklimaet ved Ådalen 3. Der er flere steder påvist overskridelser af afdampningskriterierne for benzen og DCA i indeklimaet i boligen, se bilag 6.3. Ligesom for Ådalen 3 er koncentrationerne for benzen og DCA på niveau med eller højere end koncentrationerne målt bag vandlåsene, og sammenhold med forskellene i f.eks. PCE koncentrationen på 95-165 gange mellem indeklima og bag vandlås er det usandsynligt, at fundet af benzen og DCA i indeklimaet stammer fra afdampning fra kloakken.

Da der findes høje koncentrationer af forurening bag vandlåsene, kan det ikke afvises, at der kan opstå en risiko for uacceptabel afdampning til indeklimaet såfremt en vandlås tørrer ud eller der opstår en utæthed i kloaksystemet på ejendommen.

5. KONKLUSION OG ANBEFALING

På basis af den udførte undersøgelse kan det konkluderes, at der er et område ved Fyrrestien, hvor der løber forurenede grundvand ind i kloaknettet. Dette giver anledning til høje koncentrationer af nedbrydningsprodukterne cis-DCE og VC, som formodes at stamme fra Grindstedværkets forurening på Fabriksgunden, i både kloakvand og -luft. To af vandprøvene er analyseret for "Grindstedstoffer", og der er påvist høje koncentrationer af disse, hvilket dokumenterer, at i hvert fald en del af vandet i kloakken er forurenede grundvand fra Grindstedværket. Der er dog også påvist høje koncentrationer af moderstofferne PCE og TCE i både luft- og vandprøver fra kloaknettet, hvilket ikke kan stamme fra Fabriksgunden, da disse forventes nedbrudt til DCE og VC under den lange transport fra Fabriksgunden. Dette betyder, at der sandsynligvis findes en anden kilde til PCE og TCE forureningen tættere på formodentligt i området nord for det gamle rensningsanlæg ved Bekkasinvej. Region Syddanmark er i gang med opsporingen af en eventuel kilde.

Undersøgelsen viser, at der er meget varierende, men til tider meget høje koncentrationer af klorerede opløsningsmidler i luften i kloakken. På basis af målinger af forureningskoncentrationer, TV-inspektion og flowmålinger samt kloakkernes placering i forhold til grundvandsspejlet og forureningsfanen, er der identificeret 3 boliger ved Ådalen og Anemonevej, hvor der er udført undersøgelser af forureningspåvirkning af indeklimate. Undersøgelsen viser, at der i et enkelt målepunkt i indeklimate (toilet i kælderen) i en af boligerne er en svag overskridelse af afdampningskriteriet (under en faktor 2) for PCE og TCE. Der er i alt målt i 13 punkter i de tre boliger. Målinger af forureningsniveau i luften i kloakken bag ved vandlås på toiletterne viser meget varierende koncentrationer og i flere tilfælde meget høje koncentrationer. Denne forurening ser dog ikke ud til at påvirke indeklimate, og det må konkluderes, at vandlåsene virker meget effektivt. Pga. de meget høje koncentrationer påvist bag vandlåsene kan det ved udtørring af en vandlås eller anden utæthed i ejendommenes kloaksystemer ikke afvises, at der kan opstå en risiko for uacceptabel afdampning til indeklimate.

Der er i indeklimate målt med både ORSA-rør (14 dages målinger) og de noget dyrere canistere (3 dages målinger), som anbefales, når der er mistanke om, at VC kan påvirke indeklimate. Målingerne kan ikke sammenlignes direkte, da måleperioden er forskellig, men resultaterne fra ORSA-rør og canistere ligger i samme størrelsesorden. Der er dog ikke påvist VC, som skulle være den komponent, hvor de største forskelle mellem ORSA-rør og canistere ville være forventet.

Det formodes at kilden til forurening af luften bag vandlåsene i boligerne er indtrængning af forurenede grundvand i kloakken i Fyrrestien, men hvis stikledningerne ind til husene er placeret under grundvandsspejlet og de er utætte kan det ligeledes være en kilde til forureningen af luften. Der er også tidligere påvist høje koncentrationer i poreluften især omkring Ådalen 1. Denne forurenede poreluft kan trænge ind i kloakken, hvis den er utæt.

Da både analyserne af vandprøver fra kloaknettet og den TV-inspektion, som Billund Vand & Energi har udført, viser, at der strømmer forurenede grundvand ind i kloaknettet, anbefales det, at der udføres en strømpeforing af kloaknettet i området. Denne er allerede igangsat. Efter gennemførelsen af tætningen af kloaknettet anbefales det at gentage målinger af forureningsniveauet i indeklimate og kloaknet for at dokumentere, at forureningsniveauet er faldet.

betydeligt. Det anbefales, at denne dokumentation først udføres i efteråret 2019, da det af hensyn til udluftning i boliger ikke er hensigtsmæssigt at udføre indeklimatemålinger i sommerhalvåret.

Indledningsvist blev der udført målinger på forureningsniveau i flere områder nær åen (ved Vestre Boulevard og ved Vestre Skole), men da forureningsniveauet var min. en faktor 10 lavere og kloaknettet er i væsentligt bedre stand i disse områder, anbefales det ikke at gå videre med undersøgelser i indeklimate i boliger i disse områder set i lyset af de lave fund i indeklimate ved en væsentlig højere forureningspåvirkning af kloaksystemet ved Fyrrestien.

6. REFERENCELISTE

- /1/ Supplerende undersøgelse af afdampning fra forureningsfanen fra det tidligere Grindstedværket. Orbicon for Region Syddanmark, januar 2019
- /2/ Forurening i kloakker i Grindsted – handleplan. Rambøll, 28. januar 2019
- /3/ Lister over kvalitetskriterier i relation til forurenet jord. Miljøstyrelsen, juni 2018.
- /4/ Videregående forureningsundersøgelser, Ådalen 1, 7200 Grindsted. Orbicon for Region Syddanmark, januar 2019
- /5/ Pejledata fra en række boringer i forureningsfanen fra Grindstedværket. Personlig kommunikation, Jørn K. Pedersen, Region Syddanmark, januar 2019
- /6/ Måling for vinylklorid i indeklimate. Niras og Eurofins for Region Midtjylland, november 2018
- /7/ Videregående undersøgelse, tidl. Renseanlæg Vest/Gartnergården, 7200 Grindsted. Orbicon for Region Syddanmark, november 2017